



## IMPIANTO AGRIVOLTAICO "PRANGILI"

COMUNE DI UTA

### PROPONENTE



Iberdrola Renovables Italia Spa

### IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEL COMUNE DI UTA

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

OGGETTO: Relazione pedo-agronomica

CODICE ELABORATO

VIA-R04

### COORDINAMENTO



#### BIA srl

P.IVA 03983480926  
cod. destinatario KRRH6B9  
+ 39 347 596 5654  
energhiabia@gmail.com  
energhiabia@pec.it  
piazza dell'Annunziata n. 7  
09123 Cagliari (CA) | Sardegna

### GRUPPO DI LAVORO S.I.A.

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori  
Dott. Giulio Casu  
Dott. Archeol. Fabrizio Delussu  
Fad System Srl  
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
Dott. Giorgio Lai  
Dott. Federico Loddo  
Dott. Giovanni Lovigu  
Dott. Ing Bruno Manca  
Dott. Nat. Maurizio Medda  
Dott. Agr. Nicola Manis  
Dott. Ing. Marco Murru  
Dott.ssa Geol. Consuelo Nicolò  
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas  
Dott.Nat. Fabio Schirru  
Federica Zaccheddu

### REDATTORE

Dott. Agr. Nicola Manis

00	febbraio 2024	Prima emissione
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>IL CONTESTO TECNICO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Premessa.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>La definizione normativa di “agro-voltaico” .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>Parametri tecnici e requisiti dell’impianto agrivoltaico avanzato secondo il D.L. 199/2021 .....</b>	<b>7</b>
2.3.1	<i>REQUISITO A: l’impianto rientra nella definizione di “agrivoltaico” .....</i>	<i>9</i>
2.3.2	<i>REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell’impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli .....</i>	<i>10</i>
2.3.3	<i>REQUISITO C: l’impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra.....</i>	<i>11</i>
2.3.4	<i>REQUISITI D ed E: i sistemi di monitoraggio .....</i>	<i>13</i>
<b>3</b>	<b>ANALISI PEDOLOGICA PROPEDEUTICA ALLA DEFINIZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Inquadramento geologico.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Inquadramento pedologico.....</b>	<b>20</b>
3.2.1	<i>Introduzione .....</i>	<i>20</i>
3.2.2	<i>Unità di terre .....</i>	<i>23</i>
3.2.3	<i>Introduzione .....</i>	<i>23</i>
3.2.4	<i>Unità di terre nell’area di studio .....</i>	<i>24</i>
3.2.5	<i>Descrizione dei suoli.....</i>	<i>30</i>
3.2.5.1	<i>Piano di campionamento .....</i>	<i>30</i>
3.2.5.2	<i>Rilievo IB01 .....</i>	<i>31</i>
<b>3.2.5.3</b>	<b>Rilievo IB02 .....</b>	<b>33</b>
<b>3.2.5.4</b>	<b>Rilievo IB03 .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2.5.5</b>	<b>Rilievo IB05 .....</b>	<b>41</b>
<b>3.2.5.6</b>	<b>Rilievo IB06 .....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.5.7</b>	<b>Rilievo IB07 .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.5.8</b>	<b>Rilievo IB08 .....</b>	<b>52</b>
<b>3.2.5.9</b>	<b>Rilievo IB10 .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3</b>	<b>Valutazione della Capacità d’uso o Land Capability Evaluation .....</b>	<b>57</b>
3.3.1	<i>Introduzione .....</i>	<i>57</i>
3.3.2	<i>Descrizione della Land Capability Evaluation.....</i>	<i>57</i>
3.3.3	<i>Descrizione delle classi .....</i>	<i>57</i>

3.3.4	<i>Descrizione delle sottoclassi</i> .....	60
3.3.5	<i>Classificazione Land capability dell'area in esame</i> .....	63
<b>3.4</b>	<b>Interferenze tra il progetto Iberdrola e la componente suolo</b> .....	<b>65</b>
<b>3.5</b>	<b>Effetti in fase di cantiere</b> .....	<b>66</b>
<b>3.6</b>	<b>Effetti in fase di esercizio</b> .....	<b>67</b>
<b>3.7</b>	<b>Effetti in fase di dismissione</b> .....	<b>68</b>
<b>3.8</b>	<b>Misure di mitigazione proposte</b> .....	<b>68</b>
3.8.1	<i>Area delle cabine elettriche</i> .....	68
3.8.2	<i>Area del campo solare e attività agro-pastorali.</i> .....	68
3.8.3	<i>Soluzione per gli insetti pronubi</i> .....	69
<b>4</b>	<b>ANALISI DEGLI USI AGRICOLI ATTALI E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO</b> .....	<b>70</b>
<b>4.1</b>	<b>Agroecosistemi e sistemi Agro-voltaici</b> .....	<b>70</b>
<b>4.2</b>	<b>Descrizione dell'azienda agricole coinvolte e uso attuale dei suoli</b> .....	<b>73</b>
4.2.1	<i>AZIENDA AGRICOLA "TANCA DE IS PIRAS SOCIETA' SEMPLICE AGRICOLA"</i> .....	73
4.2.2	<i>AZIENDA AGRICOLA "PIRAS ATTILIO"</i> .....	78
4.2.2.1	<i>Calcolo della produzione standard ante operam</i> .....	80
<b>4.3</b>	<b>Progettazione dell'Agrivoltaico avanzato "Prangili"</b> .....	<b>88</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Piano di coltivazione</b> .....	<b>88</b>
4.3.1.1	<i>Oliveto</i> .....	88
4.3.1.2	<i>Fasce produttive a mirto</i> .....	92
4.3.1.3	<i>Prati pascolo permanenti per gli ovini</i> .....	92
4.3.1.4	<i>Erbai temporanei misti</i> .....	94
<b>4.3.2</b>	<b>Attività zootecniche</b> .....	<b>94</b>
4.3.2.1	<i>Apicoltura</i> .....	94
4.3.3	<i>Calcolo della produzione standard post operam</i> .....	99
<b>5</b>	<b>MONITORAGGI</b> .....	<b>104</b>
<b>5.1</b>	<b>Monitoraggio pedologico</b> .....	<b>104</b>
5.1.1	<i>Piano di monitoraggio</i> .....	105
5.1.2	<i>Fase ante operam</i> .....	106
5.1.3	<i>Fase in operam</i> .....	106
5.1.4	<i>Fase post operam</i> .....	106
5.1.5	<i>Fase di dismissione</i> .....	107
<b>5.2</b>	<b>Monitoraggio delle attività agricole</b> .....	<b>107</b>
5.2.1	<i>Monitoraggio della continuità dell'attività agricola</i> .....	107

<b>6</b>	<b>VERIFICA REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO</b>	
	<b>"PRANGILI" .....</b>	<b>109</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>112</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....</b>	<b>115</b>
	<b>GLOSSARIO .....</b>	<b>117</b>
	<b>APPENDICE A.....</b>	<b>135</b>
	<b>APPENDICE B.....</b>	<b>137</b>
	<b>APPENDICE C.....</b>	<b>142</b>

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento riporta le risultanze dell'analisi agro-pedologica e della pianificazione colturale nell'ambito del progetto di realizzazione *ex novo* dell'impianto agrivoltaico in territorio di Uta (CA) denominato "*Prangili*" dalla potenza nominale di 33,61 MW DC proposto dalla società Iberdrola s.r.l.

L'area oggetto di studio ricade nella regione storica-geografica del Campidano in un contesto geomorfologico contraddistinto dal graben tettonico del Campidano che rappresenta la più vasta pianura della Sardegna.

In questo contesto morfologico i suoli presenti sono il risultato dell'alterazioni dei depositi clastici provenienti dallo smantellamento delle litologie metamorfiche e vulcaniche dell'alto strutturale occidentale, che hanno colmato durante il plio-pleistocene e l'olocene la fossa tettonica attraverso sistemi di conoide e piana alluvionale.

I suoli sono da profondi a molto profondi caratterizzati da quantitativi di scheletro lungo il profilo che possono essere anche elevati. La permeabilità è da bassa a normale, a cui comunemente si può associare un drenaggio lento a molto lento in profondità.

Il paesaggio è tipicamente subpianeggiante influenzato dalle caratteristiche geomorfologiche e pedologiche dell'area nonché dalle profonde trasformazioni agricole avvenute nel corso del tempo. Il territorio è vocato all' agricoltura e alla zootecnia, la destinazione d'uso è indirizzata pertanto alla produzione di colture erbacee cerealicole e foraggere, colture permanenti e pascoli. Frequenti sono gli eucalitteti che adornano i poderi agricoli con la funzione di frangivento o che si sviluppano in vaste piantagioni utilizzate per la produzione di legname e rimboschimento.

La presente relazione rappresenta la sintesi della fase dei rilevamenti pedologici effettuati in data 10/02/2024 a cui seguono le valutazioni tecniche relative alla capacità d'uso dei suoli. In queste pagine, si cercherà di approfondire le tematiche pedologiche concentrando l'attenzione sulle aree in cui è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici e si pianificheranno le attività agro-pastorali da avvicinare agli inseguitori solari, in coerenza con la legittimazione normativa dei cosiddetti sistemi "agro-voltaici", aventi caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia rinnovabile. In riferimento alla tipologia di impianto proposto la società propone un sistema agrivoltaico non avanzato pertanto si ritiene necessario il rispetto dei soli requisiti A, B e D.2., cui definizioni verranno ampiamente trattate all'interno del documento.

L'obiettivo del progetto, è quello di combinare la produzione energetica con la produzione agricola e l'attività zootecnica.

Quanto segue è stato redatto sotto il coordinamento della BIA S.r.l. nella persona del Agr. Dott. Nat. Nicola Manis, iscritto all'ordine degli Agrotecnici e degli Agrotecnici laureati, al collegio interprovinciale di OR-CA-CI-VS, n 557.

## **2 IL CONTESTO TECNICO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

### **2.1 Premessa**

Come riconosciuto da autorevoli Enti di ricerca e da importanti associazioni agricole di categoria, la tecnologia dell'agro-fotovoltaico (anche indicata come agrivoltaico o agrovoltaico) rappresenta un approccio strategico e innovativo per combinare il solare fotovoltaico (FV) con la produzione agricola e/o l'allevamento zootecnico e per la rivitalizzazione delle aree agricole marginali. La sinergia tra modelli di agricoltura 4.0 e l'installazione di sistemi fotovoltaici di ultima generazione è in grado di garantire una serie di vantaggi a partire dall'ottimizzazione del raccolto e della produzione zootecnica, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, con auspicabile aumento della redditività e dell'occupazione.

In questo contesto la Missione 2 del PNRR (Rivoluzione verde e transizione ecologica) ha tra i suoi obiettivi l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non pregiudichino l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura ma, di contro, possano contribuire alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende agricole coinvolte.

### **2.2 La definizione normativa di "agro-voltaico"**

La categoria degli impianti agro-fotovoltaici ha trovato una recente definizione normativa in una fonte di livello primario che ne riconosce la diversità e le peculiarità rispetto ad altre tipologie di impianti. Infatti, l'articolo 31 del D.L. 77/2021 (Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure), come convertito con la recente L. 108/2021, ha introdotto, al comma 5, una definizione di impianto agro-fotovoltaico che, per le sue caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia rinnovabile, è ammesso a beneficiare delle premialità statali. Nel dettaglio, gli impianti agro-fotovoltaici sono impianti che "adottino soluzioni integrative innovative con montaggio di moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione".

Inoltre, sempre ai sensi della su citata legge, gli impianti devono essere dotati di "sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate."

Tale definizione imprime al settore un preciso indirizzo programmatico e innesca il processo di diffusione del modello agro-fotovoltaico con moduli elevati da terra che consenta la coltivazione delle superfici interessate dall'impianto.

Il recente D.L. 77/2021, riconosce agli impianti agro-fotovoltaici i benefici del supporto statale, differenziandoli, dai semplici impianti a terra e fornisce i riferimenti normativi e programmatici al fine accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, definendo diversi livelli possibili

di realizzazione di impianti fotovoltaici in aree agricole e dei requisiti necessari tecnici che li qualificano che verranno riportati nelle seguenti pagine.

Al fine di garantire in questo documento una maggiore chiarezza su quelle che sono i recenti riferimenti normativi appare doveroso riportare alcune definizioni citate all' art. 2 del decreto legislativo n.199 del 2021.

a) Impianto fotovoltaico: insieme di componenti che producono e forniscono elettricità ottenuta per mezzo dell'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche in corrente alternata o in corrente continua e/o di immetterla nella rete distribuzione o di trasmissione.

b) Impianto agrivoltaico (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;

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

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

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

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

### **2.3 Parametri tecnici e requisiti dell'impianto agrivoltaico avanzato secondo il D.L. 199/2021**

I sistemi agrivoltaici possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali (più o meno dense) e gradi di integrazione ed innovazione differenti, al fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (fotovoltaico e colturale).

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, essendo allo stesso tempo un sistema energetico ed agronomico. In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata

alle attività agricole risultano in opposizione, poiché le soluzioni ottimizzate per la massima captazione solare da parte del fotovoltaico possono generare condizioni meno favorevoli per l'agricoltura e viceversa. È dunque importante fissare dei parametri e definire requisiti volti a conseguire prestazioni ottimizzate sul sistema complessivo, considerando sia la dimensione energetica sia quella agronomica.

Affinché un sistema agrivoltaico avanzato possa essere definito tale differenziandosi così da un "semplice" impianto agrivoltaico, deve pertanto rispettare dei delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici predefiniti al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono stati realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo in materia di incentivi.

Possono in particolare essere definiti i seguenti requisiti:

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

Si ritiene dunque che:

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

- Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità (cfr. Capitolo 4).

### 2.3.1 **REQUISITO A:** *l'impianto rientra nella definizione di "agrivoltaico"*

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di creare le condizioni necessarie per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, sono identificati i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

#### A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola. Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021). Pertanto si dovrebbe garantire sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

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

#### A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Come già detto, un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità".

Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Nella prima fase di sviluppo del fotovoltaico in Italia (dal 2010 al 2013) la densità di potenza

media delle installazioni a terra risultava pari a circa 0,6 MW/ha, relativa a moduli fotovoltaici aventi densità di circa 8 m<sup>2</sup>/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m<sup>2</sup>). Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50%.

L'evoluzione tecnologica ha reso disponibili moduli fino a 350-380 W (a parità di dimensioni), che consentirebbero, a parità di percentuale di occupazione del suolo (circa 50%), una densità di potenza di circa 1 MW/ha. Tuttavia, una ricognizione di un campione di impianti installati a terra (non agrivoltaici) in Italia nel 2019-2020 non ha evidenziato valori di densità di potenza significativamente superiori ai valori medi relativi al Conto Energia.

Una certa variabilità nella densità di potenza, unitamente al fatto che la definizione di una soglia per tale indicatore potrebbe limitare soluzioni tecnologicamente innovative in termini di efficienza dei moduli, suggerisce di optare per la percentuale di superficie occupata dai moduli di un impianto agrivoltaico.

Al fine di non limitare l'adizione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$LAOR \leq 40\%$$

**2.3.2 REQUISITO B:** *Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli*

Nel corso della vita tecnica utile devono essere rispettate le condizioni di reale integrazione fra attività agricola e produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate:

B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;

B.2) la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa.

Per verificare il rispetto del requisito B.1, l'impianto dovrà inoltre dotarsi di un sistema per il monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte, le specifiche indicate al requisito D.

#### B.1 Continuità dell'attività agricola

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

a) L'esistenza e la resa della coltivazione

Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della

produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione.

In alternativa è possibile monitorare il dato prevedendo la presenza di una zona di controllo che permetterebbe di produrre una stima della produzione sul terreno sotteso all'impianto.

#### b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo

Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate. A titolo di esempio, un eventuale riconversione dell'attività agricola da un indirizzo intensivo (es. ortofloricoltura) ad uno molto più estensivo (es. seminativi o prati pascoli), o l'abbandono di attività caratterizzate da marchi DOP o DOCG, non soddisfano il criterio di mantenimento dell'indirizzo produttivo.

#### B.2 Producibilità elettrica minima

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico ( $FV_{agri}$  in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ( $FV_{standard}$  in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

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

#### 2.3.3 **REQUISITO C:** *l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra*

La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici. Nel caso delle colture agricole, l'altezza minima dei moduli da terra condiziona la dimensione delle colture che possono essere impiegate (in termini di altezza), la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l'ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto. Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall'altezza dei moduli da terra (connettività).

In sintesi, l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico.

Nelle considerazioni a seguire si fa riferimento, per semplicità, al caso delle colture ma analoghe considerazioni possono essere condotte nel caso dell'uso della superficie del sistema agrivoltaico a fini zootecnici.

Si possono esemplificare i seguenti casi:

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

TIPO 2) l'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l'impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna funzione sinergica alla coltura).

TIPO 3) i moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale. L'altezza minima dei moduli da terra non incide significativamente sulle possibilità di coltivazione (se non per l'ombreggiamento in determinate ore del giorno), ma può influenzare il grado di connessione dell'area, e cioè il possibile passaggio degli animali, con implicazioni sull'uso dell'area per attività legate alla zootecnia. Per contro, l'integrazione tra l'impianto agrivoltaico e la coltura si può esplicitare nella protezione della coltura compiuta dai moduli fotovoltaici che operano come barriere frangivento.

In via teorica, determinare una soglia minima in termini di altezza dei moduli da terra permette infatti di assicurare che vi sia lo spazio sufficiente per lo svolgimento dell'attività agricola al di sotto dei moduli, e di limitare il consumo di suolo. Tuttavia, come già analizzato, vi possono essere configurazioni tridimensionali, nonché tecnologie e attività agricole adatte anche a impianti con moduli installati a distanze variabili da terra.

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel tipo 1) e 3):

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);

- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Si può concludere che:

- Gli impianti di tipo 1) e 3) sono identificabili come impianti agrivoltaici avanzati che rispondo al REQUISITO C.

- Gli impianti agrivoltaici di tipo 2), invece, non comportano alcuna integrazione fra la produzione energetica ed agricola, ma esclusivamente un uso combinato della porzione di suolo interessata.

### **2.3.4 REQUISITI D ed E: i sistemi di monitoraggio**

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi citate in premessa, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

Nel seguito si riportano i parametri che dovrebbero essere oggetto di monitoraggio a tali fini.

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, è importante la misurazione della produzione di energia elettrica.

Di seguito una breve disamina di ciascuno dei predetti parametri e delle modalità con cui

possono essere monitorati.

#### D.1 Monitoraggio del risparmio idrico

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo. L'impianto agrivoltaico, inoltre, può costituire un efficace infrastruttura di recupero delle acque meteoriche che, se opportunamente dotato di sistemi di raccolta, possono essere riutilizzate immediatamente o successivamente a scopo irriguo, anche ad integrazione del sistema presente. È pertanto importante tenere in considerazione se il sistema agrivoltaico prevede specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento).

Il fabbisogno irriguo per l'attività agricola può essere soddisfatto attraverso:

- auto-provvigionamento: l'utilizzo di acqua può essere misurato dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo o tramite misuratori posti su pozzi aziendali o punti di prelievo da corsi di acqua o bacini idrici, o tramite la conoscenza della portata concessa (l/s) presente sull'atto della concessione a derivare unitamente al tempo di funzionamento della pompa;
- servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola e sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema agrivoltaico, o anche tramite i dati presenti nel SIGRIAN;
- misto: il cui consumo di acqua può essere misurato attraverso la disposizione di entrambi i sistemi di misurazione suddetti

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui sarebbe, inoltre, necessario conoscere la situazione ex ante relativa ad aree limitrofe coltivate con la medesima coltura, in condizioni ordinarie di coltivazione e nel medesimo periodo, in modo da poter confrontare valori di fabbisogno irriguo di riferimento con quelli attuali e valutarne l'ottimizzazione e la valorizzazione, tramite l'utilizzo congiunto delle banche dati SIGRIAN e del database RICA. Le aziende agricole del campione RICA che ricadono nei distretti irrigui SIGRIAN possono considerarsi potenzialmente irrigate con acque consortile in quanto raggiungibili dalle infrastrutture irrigue consortili, quelle al di fuori irrigate in autoapprovvigionamento. Le miste sono individuate con un ulteriore livello di analisi dei dati RICA-SIGRIAN.

Nel caso in cui questi dati non fossero disponibili, si potrebbe effettuare nelle aziende irrigue (in presenza di impianto irriguo funzionante, in cui si ha un utilizzo di acqua potenzialmente misurabile tramite l'inserimento di contatori lungo la linea di adduzione) un confronto con gli utilizzi ottenuti in un'area adiacente priva del sistema agrivoltaico nel tempo, a parità di coltura, considerando però le difficoltà di valutazione relative alla variabile climatica (esposizione solare).

Nelle aziende con colture in asciutta, invece, il tema riguarderebbe solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici. Nelle aziende non irrigue il monitoraggio di questo elemento dovrebbe essere escluso.

Gli utilizzi idrici a fini irrigui sono quindi funzione del tipo di coltura, della tecnica colturale, degli apporti idrici naturali e dall'evapotraspirazione così come dalla tecnica di irrigazione, per cui per monitorare l'uso di questa risorsa bisogna tener conto che le variabili in gioco sono molteplici e non sempre prevedibili.

In generale le imprese agricole non misurano l'utilizzo irriguo nel caso di disponibilità di pozzi aziendali o di punti di prelievo da corsi d'acqua o bacini idrici (auto-provvigionamento), ma hanno determinate portate concesse dalla Regione o dalla Provincia a derivare sul corpo idrico a cui si aggiungono i costi energetici per il sollevamento dai pozzi o dai punti di prelievo.

Negli ultimi anni, in relazione alle politiche sulla condizionalità, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali ha emanato, con Decreto Ministeriale del 31/07/2015, le "Linee Guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo", contenenti indicazioni tecniche per la quantificazione dei volumi prelevati/utilizzati a scopo irriguo. Queste includono delle norme tecniche contenenti metodologie di stima dei volumi irrigui sia in auto-provvigionamento che per il servizio idrico di irrigazione laddove la misurazione non fosse tecnicamente ed economicamente possibile.

Nel citato decreto è indicato che riguardo l'obbligo di misurazione dell'auto-provvigionamento, le Regioni dovranno prevedere, in aggiunta a quanto già previsto dalle disposizioni regionali, anche in attuazione degli impegni previsti dalla eco-condizionalità (autorizzazione obbligatoria al prelievo), l'impostazione di banche dati apposite e individuare, insieme con il CREA, le modalità di registrazione e trasmissione di tali dati alla banca dati SIGRIAN.

Si ritiene quindi possibile fare riferimento a tale normativa per il monitoraggio del risparmio idrico, prevedendo aree dove sia effettuata la medesima coltura in assenza di un sistema agrivoltaico, al fine di poter effettuare una comparazione. Tali valutazioni possono essere svolte, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

## D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Come riportato nei precedenti paragrafi, gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani

annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

Ai fini della concessione degli incentivi previsti per tali interventi, potrebbe essere redatto allo scopo una opportuna guida (o disciplinare), al fine di fornire puntuali indicazioni delle informazioni da asseverare. Fondamentali allo scopo sono comunque le caratteristiche di terzietà del soggetto in questione rispetto al titolare del progetto agrivoltaico.

Parte delle informazioni sopra richiamate sono già comprese nell'ambito del "fascicolo aziendale", previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il Piano di coltivazione, che deve contenere la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola. Il "Piano colturale aziendale o Piano di coltivazione", è stato introdotto con il DM 12 gennaio 2015 n. 162.

Inoltre, allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, con la conseguente costruzione di strumenti di benchmark, le aziende agricole che realizzano impianti agrivoltaici dovrebbero aderire alla rilevazione con metodologia RICA, dando la loro disponibilità alla rilevazione dei dati sulla base della metodologia comunitaria consolidata. Le elaborazioni e le analisi dei dati potrebbero essere svolte dal CREA, in qualità di Agenzia di collegamento dell'Indagine comunitaria RICA.

#### E.1 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Importante aspetto riguarda il recupero dei terreni non coltivati, che potrebbero essere restituiti all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dai sistemi agrivoltaici. È pertanto importante monitorare i casi in cui sia ripresa l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi 5 anni.

Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente.

La definizione di pascolo permanente prevista dall'art. 2 (2) (c) del reg. 1120/2009, interpreta come terreno agricolo un terreno che è, da almeno 5 anni, usato per la produzione di erba e altre piante erbacee da foraggio, anche se quel terreno è stato arato e seminato con un'altra varietà di pianta erbacea da foraggio diversa da quella precedente.

#### E.2 Monitoraggio del microclima

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Tali aspetti possono essere monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio potrebbe riguardare:

- la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio possono essere registrati, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

### E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.

Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante " Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)", dovrà essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, neviccate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea. Dunque:

- in fase di progettazione: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- in fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale

### **3 ANALISI PEDOLOGICA PROPEDEUTICA ALLA DEFINIZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO**

#### **3.1 Inquadramento geologico**

Le superfici in cui si prospetta la realizzazione dell'impianto agrivoltaico sono comprese all'interno del Foglio geologico 556 di "Assemini" in scala 1:50.000. Geomorfologicamente l'area in progetto ricade nel settore sud orientale della vasta pianura del Campidano cui formazione è associata a fenomeni tettonici e successivamente deposizionali plio-pleistocenici ed olocenici. E sono per l'appunto i depositi quaternari a caratterizzate dal punto di vista geologico l'area progettuale.

Nel pliocene-pleistocene, infatti, a seguito dell'apertura del Bacino sud-tirrenico, nuovi movimenti distensivi furono responsabili della formazione del Graben del Campidano, una fossa tettonica impostasi sulla parte meridionale della pre-esistente "Fossa Sarda" Auct. Burdigaliana. Il picco di subsidenza in questa depressione è marcato, nel Pliocene Medio-Superiore, dai potenti clastici continentali risultanti prevalentemente dall'erosione dei rilievi paleozoici e terziari e dei sedimenti miocenici che si sono raccolti all'interno del semi-graben per uno spessore di oltre 500m.

I caratteri salienti di questa area sono pertanto contraddistinti dai depositi alluvionali, appartenenti a due grandi cicli morfogenetici, il più antico riferibile al Pleistocene superiore ed il più recente all'Olocene. Dai versanti che delimitavano il Campidano, durante il Pleistocene superiore, si sono originate estese conoidi alluvionali coalescenti. La loro morfologia era caratterizzata da una più elevata acclività nei pressi del versante a da una progressiva diminuzione della stessa nella parte distale fino a generare conoidi con profilo concavo. Sulla loro superficie le irregolarità topografiche dovute alla presenza di canali distributori sono state in genere livellate dai processi erosivi. Tutte queste conoidi sono state interessate da importanti processi di incisione che hanno condotto al loro terrazzamento.

Lo loro morfologia è caratterizzata da una più elevata acclività nei pressi del versante a da una progressiva diminuzione della stessa nella parte distale fino a generare conoidi con profilo concavo. Si tratta in prevalenza di ghiaie grossolane, talora blocchi, con spigoli da subangolosi a subarrotondati; subordinate sabbie grossolane che si intercalano ai livelli ghiaiosi. Nelle parti apicali delle conoidi sono frequenti ghiaie grossolane fango-sostenute con blocchi di diametro fino a un metro indicanti modalità di trasporto di massa. Nella parte intermedia delle conoidi il riempimento dei canali presenta granulometrie più variabili, con ghiaie più raramente sabbie, a stratificazione incrociata concava e a basso angolo.

I depositi olocenici comprendono sia i sedimenti attuali (b) che quelli derivati dall'evoluzione dell'ambiente fisico durante l'Olocene (bn). Tra questi ultimi sono compresi anche i depositi alluvionali terrazzati ubicati a quote inferiori rispetto ai terrazzi pleistocenici. Le facies più rappresentate sono riferibili al sistema deposizionale di conoide-piana alluvionale, depositi, che affiorano estesamente in tutta l'area ricoprendo i sedimenti ghiaiosi pleistocenici del sistema di Portovesme e a loro volta ricoperti dai depositi alluvionali attuali e sub attuali. Anche questi depositi sono riconducibili ad un sistema di conoide e di piana alluvionale.

Ai depositi alluvionali recenti si associano invece sedimenti ghiaiosi e grossolani o localmente intercalazioni di lenti e livelli di sabbie.

In sintesi, le Unità che caratterizzano l'area in esame e i territori limitrofi sono:

ARENARIE DI SAN VITO (SVI). Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie medio-fini, metasiltiti con laminazioni piano-parallele, ondulate ed incrociate, e metasiltiti micacee di colore grigio. Intercalazioni di metamicroconglomerati poligenici a prevalenti clasti subarrotondati di quarzo e di subordinate quarziti. **CAMBRIANO MEDIO - ORDOVICIANO INF.**

Litofacies nelle DACITI E ANDESITI DI MONTE SA PIBIONADA (PBNb). Andesiti porfiriche per fenocristalli di Pl, Am e Cpx; in giacitura subvulcanica (Astia). (27,2 - 29,3 Ma). **OLIGOCENE SUP**

Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME) (PVM2a). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. **PLEISTOCENE SUP.**

Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie (bna). **OLOCENE**

Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie (ba). **OLOCENE**

Le superfici interessate nel progetto ricadono nelle Litofacies nel Subsistema di Portoscuso, (PVM2a) e nei depositi alluvionali (ba) e terrazzati (bna) olocenici.

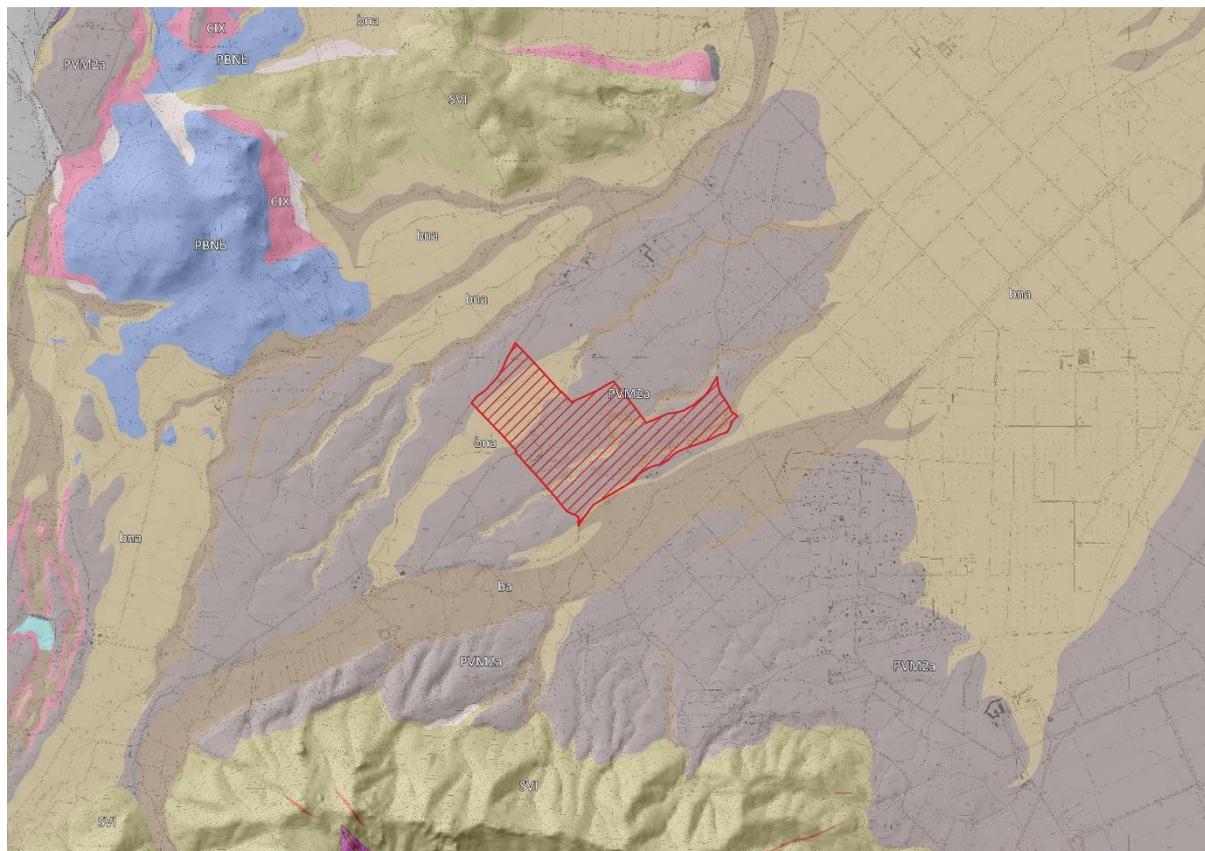


Figura 1 - Stralcio dalla Carta Geologica in scala 1:25.000 con l'ubicazione delle superfici in cui si prospetta la realizzazione del sistema agrivoltaico.

## **3.2 Inquadramento pedologico**

### *3.2.1 Introduzione*

La caratterizzazione e la successiva descrizione dei suoli di una regione è sempre complicata da realizzare in quanto la componente oggetto di analisi è caratterizzata da una notevole variabilità spaziale. Il suolo è considerato, già da parecchio tempo, come un corpo quadridimensionale (tempo e spazio) “*naturale indipendente, con una sua propria morfologia di profilo risultante da un'unica combinazione di clima, forme biologiche, materiale derivante dalla roccia madre, dalla topografia e dal tempo*” (Dokuchaev, 1885). Per sintetizzare ciò possiamo fare riferimento alla ben nota, e sempre valida, equazione di Jenny del 1941,  $S = f$  (cl, o, r, p, t), in cui il suolo viene espresso come funzione del clima, degli organismi viventi, del rilievo, della roccia madre e del tempo.

Il clima, come ben noto, influisce sulla pedogenesi in quanto agisce sui costituenti del sistema suolo attraverso l'alterazione della roccia madre, lo sviluppo della vegetazione e la modificazione della forma del paesaggio.

La vegetazione è strettamente influenzata dal clima e condiziona i processi di formazione del suolo. Ad esempio, la presenza di una densa copertura boschiva garantisce un continuo apporto di sostanza organica e svolge un ruolo di protezione dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento.

Il rilievo influisce, invece, dapprima in modo indiretto, in quanto attraverso l'esposizione può ad esempio condizionare l'intensità delle precipitazioni e dei venti, e poi in modo diretto, in quanto l'elevata pendenza può innescare processi gravitativi e fenomeni di ruscellamento.

La roccia madre fornisce la materia prima ai processi pedogenetici. Infatti, l'alterazione della roccia fornisce la frazione minerale che rappresenta l'input per i successivi processi di sviluppo del suolo. In presenza di rocce tenere, o comunque facilmente alterabili, i suoli possono assumere forme ben sviluppate in assenza di particolari processi erosivi, mentre la presenza di rocce fortemente massive e litoidi ostacola i processi pedogenetici determinando talvolta la presenza di suoli sottili, talora limitati a semplici coperture di spessore centimetrico.

Infine, il fattore tempo è decisivo per lo svolgersi delle azioni determinate dai fattori precedenti. Quindi, nello studio dei suoli e nella determinazione della sua variabilità spaziale non si può certamente prescindere da tutti questi fattori che influiscono, in maniera differente, sui processi pedogenetici.

Le teorie pedologiche tradizionali dimostrano che, dove le condizioni ambientali generali sono simili ed in assenza di disturbi maggiori, come possono essere ad esempio particolari eventi deposizionali o erosivi, i suoli dovrebbero seguire un'evoluzione ed uno sviluppo che converge verso un ben determinato tipo pedologico caratteristico di quella precisa area. In questo senso, la pedogenesi più lunga avviene sotto condizioni ambientali favorevoli e, soprattutto, costanti in cui le caratteristiche fisiche, biologiche e chimiche imprimono la loro impronta sulla

pedogenesi stessa. Ma questo sviluppo, o meglio questa progressione verso uno stadio di maturità dei suoli, non è sempre evidente, proprio perché i fattori precedentemente descritti possono interromperla in qualsiasi momento (Phillips, 2000). La realtà, infatti, si discosta spesso in modo marcato dalle teorie pedologiche, proprio come avviene ogni volta che si cerca di modellizzare l'ambiente ed i processi che si instaurano, in quanto difficilmente vi è la contemporanea continuità dei suddetti fattori. Questo è valido a tutte le scale di osservazione, sia alla mesoscala che alla microscala, in quanto anche dall'analisi di un piccolo versante è possibile osservare variazioni litologiche e micromorfologiche che influiscono in modo determinante sulla formazione e sul comportamento del suolo.

A complicare quanto descritto fino a questo momento, non si possono certamente trascurare le variazioni indotte da una qualsiasi gestione antropica. Quest'ultima determina una sintomatica variazione dello sviluppo dei suoli. Infine, a ciò si aggiunge il fatto che le informazioni ottenute da una zona non possono essere estese ad altre aree simili senza una verifica completa, rendendo il rilievo pedologico lungo nel tempo e con costi elevati.

Nel corso degli anni lo studio della variazione spaziale dei suoli si è continuamente evoluto, passando dall'analisi dei singoli fattori che concorrono ai processi precedentemente descritti al rapporto suolo-paesaggio, fino ad arrivare agli anni 90' del secolo scorso, quando parte dello studio è stato concentrato sulla caratterizzazione del concetto di variabilità e sulla determinazione della frequenza con la quale variavano i diversi fattori. Burrough (1983), ad esempio, ha osservato come alcuni fattori variano con una certa costanza, potendo quindi essere inseriti all'interno di una variabilità definita sistematica, mentre altri fattori non possono che essere ricondotti ad una variabilità casuale. Sono proprio questi i concetti su cui si è concentrata l'attenzione dei ricercatori del settore, con diverse interpretazioni in funzione delle variabili di volta in volta analizzate. In particolare, secondo Saldana et al. (1998) la variazione sistematica è un cambiamento graduale o marcato nelle proprietà dei suoli ed è espressa in funzione della geologia, della geomorfologia, dei fattori predisponenti la formazione dei suoli e/o delle pratiche di gestione dei suoli stessi. Anche per Perrier e Wilding (1986) queste variazioni sistematiche possono essere espresse in funzione di:

1. morfologia (es. rilievi montani, plateaux, pianure, terrazzi, valli, morene, etc.);
2. elementi fisiografici (es. le vette e le spalle dei versanti);
3. fattori pedogenetici (es. cronosequenze, litosequenze, toposequenze, biosequenze e climosequenze).

Secondo Couto et al. (1997), le variazioni sistematiche potrebbero essere osservate in generale già durante le prime fasi dei rilievi di campo.

Le altre variazioni, ovvero quelle casuali, non possono essere spiegate in termini di fattori predisponenti la formazione ma, sono riconducibili: alla densità di campionamento, agli errori di misura e alla scala di studio adottata (Saldana et al., 1998). È contenuto in questi schemi di campionamento il presupposto dell'identità per i campioni adiacenti, anche se ciò raramente è stato riscontrato (Sierra, 1996). In generale, la variabilità sistematica dovrebbe essere

maggiore della variabilità casuale (Couto et al., 1997), in quanto il rapporto con il paesaggio è più stretto.

Più volte si è fatto riferimento alla variabilità dei suoli alle diverse scale di osservazione. In generale, la variazione spaziale tende a seguire un modello in cui la variabilità diminuisce al diminuire della distanza fra due punti nello spazio (Youden e Mehlich, 1937; Warrick e Nielsen, 1980). La dipendenza spaziale è stata osservata per una vasta gamma di proprietà fisiche, chimiche e biologiche, nonché nei processi pedogenetici.

Come già ampiamente descritto nelle pagine precedenti, le variazioni spaziali dei suoli sono giustificate attraverso un'analisi dei 5 principali fattori responsabili della formazione del suolo: clima, litologia, topografia, tempo e organismi viventi. Ma la base della variabilità è la scala del rilievo, in quanto ciascuno di questi fattori esercita un proprio peso che differisce anche, e soprattutto, a seconda della scala. È quindi molto importante individuare una scala di lavoro che permetta di sintetizzare il ruolo svolto dai singoli fattori.

Alcuni esempi esplicativi possono essere ricondotti alle variazioni climatiche, che esercitano un ruolo importante sulla variabilità dei suoli, particolarmente alle scale regionali. Ma quando nel territorio subentrano anche sensibili variazioni morfologiche e topografiche, allora le temperature e le precipitazioni possono differire sensibilmente anche per distanze di 1 km. Inoltre, variazioni climatiche possono essere determinate dall'esposizione, come il microclima sui versanti esposti a nord che, alle nostre latitudini, differisce in maniera consistente rispetto ai versanti esposti a sud.

Allo stesso modo, anche la roccia madre varia spesso alla scala regionale, ma vi sono sensibili differenze anche alla grande scala, o di dettaglio. Molti esempi suggeriscono che le variazioni dei suoli alla scala di dettaglio avvengono soprattutto con i cambiamenti nella topografia, ma è molto difficile accorgersi delle variazioni dei suoli e di quali proprietà possano mutare lungo uno stesso versante (Brady e Wiel, 2002).

È necessario quindi poter distinguere quello che avviene alle differenti scale di osservazione; alle grandi scale, ad esempio, i cambiamenti avvengono all'interno di pochi ettari coltivati o di aree incolte. La variabilità a questa scala di osservazione può essere difficile da misurare, a meno di possedere un numero elevatissimo di osservazioni e con una densità di campionamento improponibile per i normali rilevamenti pedologici.

In molti casi alcune considerazioni, ma si tratta sempre di considerazioni effettuate dopo aver analizzato i primi dati pedologici, possono essere estrapolate anche osservando l'altezza o la densità di vegetazione che può riflettere una determinata variabilità dei suoli, come pure una variabilità nelle forme del paesaggio o la presenza di differenti substrati geologici. Laddove lo studio richiede una valenza scientifica o una precisa caratterizzazione dei suoli è sempre necessario che i cambiamenti delle proprietà dei suoli siano determinati attraverso l'analisi dei campioni di suolo prelevati.

Alla media scala, invece, si osserva come la variabilità sia in stretta relazione con alcuni fattori

pedogenetici. Comprendendo le influenze di uno di questi sul rapporto suolo-paesaggio, è spesso possibile definire un set di singoli suoli che volgono insieme in una sequenza attraverso il paesaggio stesso. Frequentemente è possibile, identificando un membro di una serie, predire le proprietà dei suoli che occupano una determinata posizione nel paesaggio da altri membri di una serie (Brady e Wiel, 2002). Tali serie di suoli includono litosequenze (considerando sequenze di rocce madri), cronosequenze (considerando rocce madri simili ma tempi pedogenetici diversi) e toposequenze (con suoli disposti secondo cambiamenti nella posizione fisiografica). La toposequenza viene anche indicata col termine catena. Le associazioni di suoli raggruppano suoli diversi, presenti nello stesso paesaggio, non cartografabili singolarmente alla scala utilizzata, ma distinguibili a scale di maggior dettaglio. L'identificazione delle associazioni di suoli è importante, in quanto queste consentono di caratterizzare il paesaggio attraverso la zonizzazione di grandi aree e possono essere utilizzate come strumento di programmazione urbanistica e del territorio.

### 3.2.2 *Unità di terre*

#### 3.2.3 Introduzione

L'uso di carte tematiche specifiche, ed in questo caso della carta delle Unità di Terre, costituisce uno dei metodi migliori per la rappresentazione e visualizzazione della variabilità spaziale delle diverse tipologie di suolo, della loro ubicazione e della loro estensione.

Il significato delle Unità di Terre concerne l'individuazione di aree in cui avvengono, in modo omogeneo, determinati processi di pedogenesi che si riflettono nella formazione di suoli con caratteri simili anche in aree distanti tra loro. Il principio cardine su cui si basa il lavoro è il noto paradigma suolo e paesaggio ovvero il legame stretto che permette, attraverso l'osservazione delle singole componenti di quest'ultimo, l'individuazione di aree omogenee caratterizzate da classi di suoli di origine analoga e la loro distribuzione spaziale.

I suoli, come descritto precedentemente, si formano attraverso un'interazione composta tradizionalmente da cinque fattori: substrato pedogenetico, topografia, tempo, clima ed organismi viventi (Jenny, 1941). Le complesse interazioni tra questi fattori avvengono seguendo modelli ripetitivi che possono essere osservati a scale differenti, conducendo alla formazione di combinazioni pedologiche assimilabili. Questa è la base per la definizione, identificazione e mappatura dei suoli (Soil Survey Division Staff, 1993).

In questi termini, i modelli locali di topografia o rilievo, substrato pedogenetico e tempo, insieme alle loro relazioni con la vegetazione ed il microclima, possono essere utilizzati per predire le tipologie pedologiche in aree ristrette (Soil Survey Division Staff, 1993)

In sintesi, si tratta di uno strumento importante ai fini pedologici, proprio perché per ciascuna unità viene stabilita la storia evolutiva del suolo in relazione all'ambiente di formazione, e se ne definiscono, in questo modo, gli aspetti e i comportamenti specifici. Inoltre, dalla carta delle Unità di Terre è possibile inquadrare le dinamiche delle acque superficiali e profonde, l'evoluzione dei diversi microclimi, i temi sulla pianificazione ecologica e la conservazione del paesaggio, le ricerche sulla dispersione degli elementi inquinanti, ma anche fenomeni

urbanistici ed infrastrutturali (Rasio e Vianello, 1990).

Seppur il lavoro svolto ha avuto come riferimento bibliografico la Carta delle Unità di Terre realizzata nel 2014 nell'ambito del progetto CUT 1 dalle agenzie regionali Agris e Laore e dalle Università di Cagliari (Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche) e Sassari (Dipartimento di Agraria, sezione Ingegneria del Territorio), le valutazioni fatte nella definizione delle unità sono strettamente legate agli obiettivi dello studio nonché alla scala di rilevamento e restituzione del dato.

Seguirà una breve descrizione delle unità presenti nell'area di studio.

### 3.2.4 Unità di terre nell'area di studio

Unità DAP: suoli sviluppatisi su depositi alluvionali pleistocenici sottounità fisiografica (-1,0, +1)

<b>DESCRIZIONE UNITA' DI TERRE</b>	
Morfologia e fisiografica	Uso del suolo e copertura e copertura vegetale prevalente
Aree pianeggianti e subpianeggianti con pendenze inferiori a 2,5% (DAP 0). Alternanza di forma concave e convesse, rilievi semplici, impluvi e displuvi con pendenza compresa tra 2,5% e 15% (DAP -1; DAP 1)	Ampia presenza di terreni ad utilizzazione agricola e zootecnica, a prevalenza di seminativi asciutti e localmente irrigui, subordinatamente, presenza di sistemi colturali e particellari complessi, oliveti, vigneti e frutteti, puntuali le colture in serra. Localmente terreni a riposo, aree a ricolonizzazione naturale pascolati e limitate estensioni di macchia e gariga. Vaste superfici occupate da piantagioni di eucalitto indirizzate ad attività selvicolturali, riscontrabili anche linearmente in filari come frangivento ai margini degli appezzamenti agricoli e perimetralmente alle aziende agricole.
<b>DESCRIZIONE DEL SUOLO</b>	
Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli	
Complesso di: suoli a profilo Ap-Btg-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS nell'orizzonte superficiale e da FS a A nel Btg.; scheletro dell'orizzonte superficiale da comune a frequente, reazione generalmente da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da bassa a alta, da ben drenati a piuttosto mal drenati nell'orizzonte superficiale e da piuttosto mal drenati a molto mal drenati nel Btg	

I suoli evolutisi sui questi sedimenti hanno subito l'influenza di processi di lisciviazione ed illuviazione più o meno intensi, che hanno generato un orizzonte illuviale, con conseguenti ristagni periodici d'acqua. Hanno profilo A-B2t-C, con elevata presenza di scheletro superficiale, specie nei terrazzi più alti.

Sono classificabili come Typic Palexeralf e Aquic Palexeralf; i primi presentano tessitura franca e sabbioso-franca negli orizzonti superficiali ed argillo-sabbiosa ed argillosa in quelli profondi. Ne consegue che la permeabilità varia con la profondità, passando da normale a lenta o molto lenta.

Dovei suoli hanno subito fenomeni di lisciviazione più intensi, Palexeralf acquici, presentano minore permeabilità ed un conseguente drenaggio da lento ad impedito. In generale i Palexeralf presentano suscettività per l'agricoltura da media a scarsa e talvolta sono necessari interventi per migliorarne il drenaggio; da cui la necessità di opere di bonifica idraulica per evitare inutili e dannosi ristagni idrici.

#### **CAPACITA' D'USO**

Principali limitazioni d'uso	Indirizzi per la tutela e la conservazione del suolo
Pietrosità superficiale da frequente a comune. Eccesso di scheletro nell'orizzonte superficiale. A tratti, drenaggio interno molto lento.	Suoli da marginalmente a moderatamente arabili. I primi necessitano di interventi di sistemazione idraulico agraria finalizzata al miglioramento del drenaggio interno e l'adozione di misure di miglioramento della fertilità. I secondi necessitano l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità e di contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Inclusione di suoli ad elevata attitudine agricola e di suoli non arabili.

#### **UNITA CARTOGRAFICA**

**DAP -1, DAP 0, DAP 1**

Unità ATG: suoli sviluppatasi su alluvionali terrazzate ghiaiose sottounità fisiografica (-1,0, +1)

DESCRIZIONE UNITA' DI TERRE	
Morfologia e fisiografica	Uso del suolo e copertura e copertura vegetale prevalente
Terrazzi fluviali di 1° ordine, aree pianeggianti e subpianeggianti con pendenze inferiori a 2,5% (ATG 0). Alternanza di forma concave e convesse, rilievi semplici, impluvi e displuvi con pendenza compresa tra 2,5% e 15% (ATG-1; ATG1)	<p>Ampia presenza di terreni ad utilizzazione agricola non specializzata e zootecnica, a prevalenza di seminativi e, subordinatamente, colture legnose (olivi, vigneti); localmente terreni a riposo, talvolta pascolati.</p> <p>Aree incolte o con vegetazione naturale a garighe di degradazione vegetazionale e macchia mediterranea; localmente terreni arbustati o arborati utilizzati a pascolo</p>
DESCRIZIONE DEL SUOLO	
Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli	
<p>Associazione di: suoli a profilo Ap-Bw-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da FS a FAS, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a abbondante, reazione da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da media a alta, da ben drenati a moderatamente ben drenati.</p> <p>Si tratta di sedimenti piuttosto giovani, con profilo poco sviluppato ma talvolta approfondito. Hanno caratteristiche variabili in funzione della granulometria dei depositi dai quali derivano: sui sedimenti ghiaiosi o ghiaiosi sabbiosi, i suoli hanno elevato tenore in scheletro ed una permeabilità generalmente elevata: si tratta dei Typic Xerofluvents con profilo A-C e profondi circa 1m. Si adattano generalmente a tutte le colture che necessitano di suoli ben drenati.</p> <p>Sui sedimenti più fini, invece i suoli sono piuttosto profondi e contengono un elevato contenuto in argilla che nei periodi estivi, determina la formazione di fessure, profonde anche 20cm. Sono più idonei a colture erbacee piuttosto che per quelle arboree. (riscontrati nell'area di studio)</p>	
CAPACITA' D'USO	
Principali limitazioni d'uso	Indirizzi per la tutela e la conservazione del suolo
A tratti: erosione idrica laminare debole, pietrosità superficiale da fre-	Suoli generalmente arabili, con limitazioni localmente molto severe e a moderata o bassa attitudine agricola. Necessaria l'adozione di misure

quente, scheletro nell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, drenaggio interno da ben drenato a mal drenato.

agronomiche di miglioramento della fertilità, contenimento del consumo di suolo, soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali. Nei settori prossimi o adiacenti ai corsi d'acqua, possono essere necessari interventi di manutenzione della copertura vegetale autoctona. Localmente, interventi di bonifica ambientale, rimozione di materiali inerti e discariche di rifiuti. Evitare l'attività di cava. Evitare la cementificazione dei suoli.

**UNITA CARTOGRAFICA**

**ATG -1, ATG 0, ATG 1**

Unità AGO: suoli sviluppatasi su alluvioni ghiaiose recenti (sottounità fisiografica -1, +1)

<b>DESCRIZIONE UNITA' DI TERRE</b>	
Morfologia e fisiografica	Uso del suolo e copertura e copertura vegetale prevalente
Alternanza di forma concave e convesse, rilievi semplici, impluvi e displuvi con pendenza compresa tra 2,5% e 15%	Ampia presenza di terreni ad utilizzazione agricola e zootecnica, a prevalenza di seminativi asciutti e localmente irrigui, subordinatamente, colture arboree (oliveti, agrumi); localmente terreni a riposo, pascolati. Vaste superfici occupate da piantagioni di eucalitto indirizzate ad attività selvicolturali, disposte anche linearmente in filari come frangivento. Sono inclusi gli alvei attuali, aree incolte o con vegetazione naturale a macchia mediterranea e garighe in zone ripariali, talvolta pascolati.
<b>DESCRIZIONE DEL SUOLO</b>	
Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli	
<p>Associazione di: suoli a profilo Ap-C o A-C, profondità da elevata a molto elevata, tessitura da S a F, scheletro dell'orizzonte superficiale comune, reazione da moderatamente acida a neutra, saturazione in basi da molto bassa a media, da moderatamente ben drenati a eccessivamente drenati</p> <p>Si tratta di sedimenti piuttosto giovani, con profilo poco sviluppato ma talvolta approfondito. Hanno caratteristiche variabili in funzione della granulometria dei depositi dai quali derivano: sui sedimenti ghiaiosi o ghiaiosi sabbiosi, i suoli hanno elevato tenore in scheletro ed una permeabilità generalmente elevata: si tratta dei Typic Xerofluvents con profilo A-C e profondi circa 1m. Si adattano generalmente a tutte le colture che necessitano di suoli ben drenati.</p> <p>Sui sedimenti più fini i suoli sono piuttosto profondi e contengono un elevato contenuto in argilla che nei periodi estivi, determina la formazione di fessure, profonde anche 20cm. Sono più idonei a colture erbacee piuttosto che per quelle arboree.</p>	
<b>CAPACITA' D'USO</b>	
Principali limitazioni d'uso	Indirizzi per la tutela e la conservazione del suolo

Pietrosità superficiale da comune ad elevata. Scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente a abbondante, drenaggio interno da eccessivo a lento a seconda della natura dei sedimenti. A tratti, erosione di sponda. Rischio di inondazione da raro a occasionale con inclusione di aree ripariali a rischio di inondazione comune.

Suoli arabili con severe limitazioni a moderata attitudine agricola. Adozione di misure per il controllo del drenaggio e contenimento del consumo di suolo. Limitazione della profondità di aratura attuando pratiche di minima lavorazione.

Necessaria l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità, contenimento del consumo di suolo soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali.

Inclusioni di: suoli non arabili. Conservazione, manutenzione e normale evoluzione naturale della copertura vegetale autoctona; favorire l'incremento della naturalità delle aree ripariali. Localmente, bonifica ambientale, rimozione di materiali inerti e discariche di rifiuti, interventi di rinaturalizzazione o di eradicazione di specie vegetali alloctone. Evitare la cementificazione e la realizzazione di opere che ostacolano il naturale deflusso delle acque. Evitare l'attività di cava in alveo.

**UNITA CARTOGRAFICA**

**AGO -1, AGO 1**

### 3.2.5 Descrizione dei suoli

L'analisi agro-pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 10/02/2024, che hanno consentito allo scrivente di analizzare e verificare le effettive caratteristiche dei suoli dell'area su cui verranno ubicati i pannelli fotovoltaici e costruite le opere accessorie connesse. I rilevamenti riportati di seguito, sono stati fatti in accordo con le linee guide sviluppate dall'Ente AGRIS in merito alle metodiche di campionamento. La descrizione, è stata fatta considerando i substrati pedogenetici delle superfici interessate impostatisi su depositi alluvionali terrazzati pleistocenici ed olocenici.

#### 3.2.5.1 Piano di campionamento

Per raccogliere informazioni dettagliate si è provveduto ad effettuare dei minipit a cui sono state aggiunte delle trivellate e delle osservazioni superficiali necessarie ad incrementare la densità di rilevamento. Le informazioni ottenute saranno utili per redigere una Land Capability che prenda in considerazione le varie forme di paesaggio, interessate nel progetto, all'interno delle varie superfici catastali funzionali alla pianificazione degli indirizzi agro-pastorali.

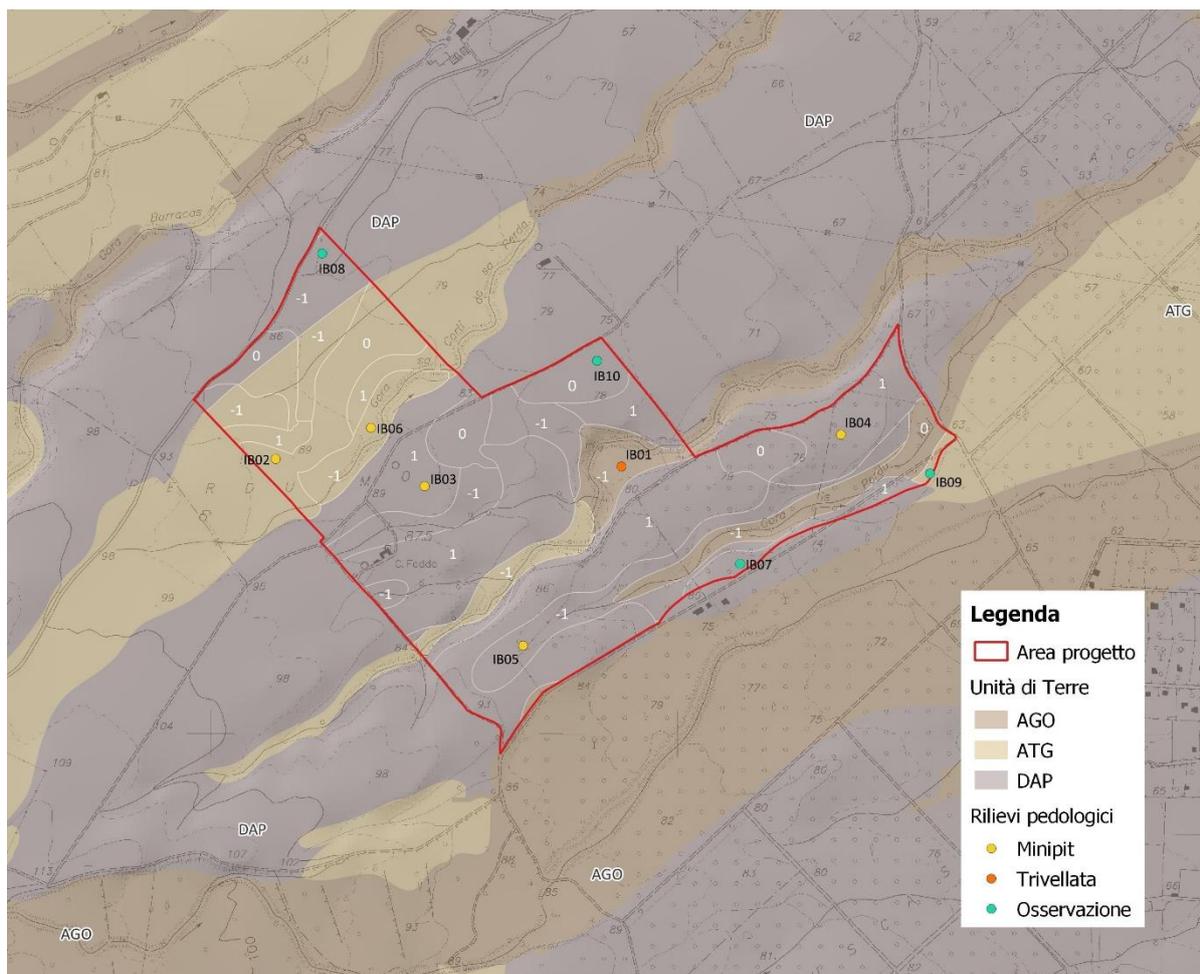


Figura 2 - Carta delle Unitè di Terre con l'ubicazione delle superfici interessate e i relativi punti campionati

### 3.2.5.2 Rilievo IB01



*Figura 3 - Stazione IB01*

#### **CARATTERI STAZIONALI**

**Quota s.l.m.** 70m

**Pendenza** 8%

**Substrato geologico:** Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie (ba). OLOCENE

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante: semplice

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: lineare

Curvatura del versante – orizzontale: convesso

**Unità di Terra:** AGO -1

**Pietrosità superficiale:** Totale 28% di ciottoli piccoli 8%, ghiaia 20%

**Rocciosità affiorante:** assente

**Fessurazioni superficiali:** assenti

**Erosione:** assente

**Uso del suolo:** seminativo, pascolo

**Copertura vegetale:**

**Coltura in atto:** erbaio

**Catasto:** Mappale 41; Particella 161

TRIVELLATA	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0 – 32cm</p>	<p>umido; colore 10YR 4/4; franco argilloso, leggermente adesivo, plastico; 15% di scheletro fresco e alterato di cui 5% di ghiaia grossolana e da 10% di ghiaia fine e media, non calcareo. Radici fine medie molte, andamento subverticale; attività biologica comune; ben drenato; limite lineare abrupto</p>
	<p>Bw 32-60cm e oltre</p>	<p>umido; colore 10YR 5/8; argilloso, adesivo, plastico; 10% di scheletro fresco e alterato di cui 4% di ghiaia grossolana e 6% ghiaia fine e media; 25% di screziature, distinte, colore 2.5 YR 5/8; non calcareo; radici assenti mal drenato; limite sconosciuto</p>
<p><b>CLASSIFICAZIONE USD</b></p> <p>I suoli più comuni in questo contesto sono:</p>		<p>Typic Haploxerepts, Typic Dystraxepts con inclusioni di Fluventic Haploxerepts</p>

### 3.2.5.3 Rilievo IB02



Figura 4 - Stazione IB02

#### CARATTERI STAZIONALI

**Quota s.l.m.** 88m

**Pendenza:** 1%

**Substrato geologico:** Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie (bna). OLOCENE

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: lineare

Curvatura del versante – orizzontale: lineare

**Unità di Terra:** ATG 0

**Pietrosità superficiale:** compresa tra il 5% e il 10% da ghiaia, difficile stima, ridotta visibilità data dalla coltura in atto.

<b>Rocciosità affiorante:</b> assente
<b>Fessurazioni superficiali:</b> assenti
<b>Erosione:</b> assente
<b>Uso del suolo:</b> seminativo, pascolo
<b>Copertura vegetale:</b> prati-pascolo, erbai e relative comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura dell'Artemisietea vulgaris
<b>Coltura in atto:</b> erbaio
<b>Catasto:</b> Mappale 41; Particella 176

MINIPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-27 cm</p>	<p>secco; colore della matrice 7.5YR 4/6; 10% di scheletro composto dal 5% di ghiaia grossolana 2cm-7,5cm) e dal 5% di ghiaia fine e media (0.2cm-2cm); franco argilloso sabbioso; duro, leggermente adesivo da umido, plastico da umido, non calcareo. Radici fini/medie comuni, subverticali; attività biologica scarsa; ben drenato. Limite abrupto lineare</p>
	<p>Bw 27-45cm e oltre</p>	<p>secco; colore della matrice 5YR 4/6; 15% di scheletro composto dal 7% di ghiaia grossolana 2cm-7,5cm) e dal 8% di ghiaia fine e media (0.2cm-2cm); argilloso sabbioso; struttura poliedrica subangolare media-grossolana, molto duro, adesivo da umido, molto plastico da umido, 10% di screziature, distinte medie, colore 5YR 5/8; non calcareo. Radici</p>

		fini/medie poche, subverticali; piuttosto mal drenato; attività bio- logica assente, limite sconosciuto
<b>CLASSIFICAZIONE USD</b>  I suoli più comuni in questo contesto sono:		Typic Haploxerepts, Typic Dys- troxerepts con inclusioni di Fluventic Haploxerepts



Figure 1 – A sinistra valutazione scheletro e setacciatura della frazione fine. A destra test della tessitura

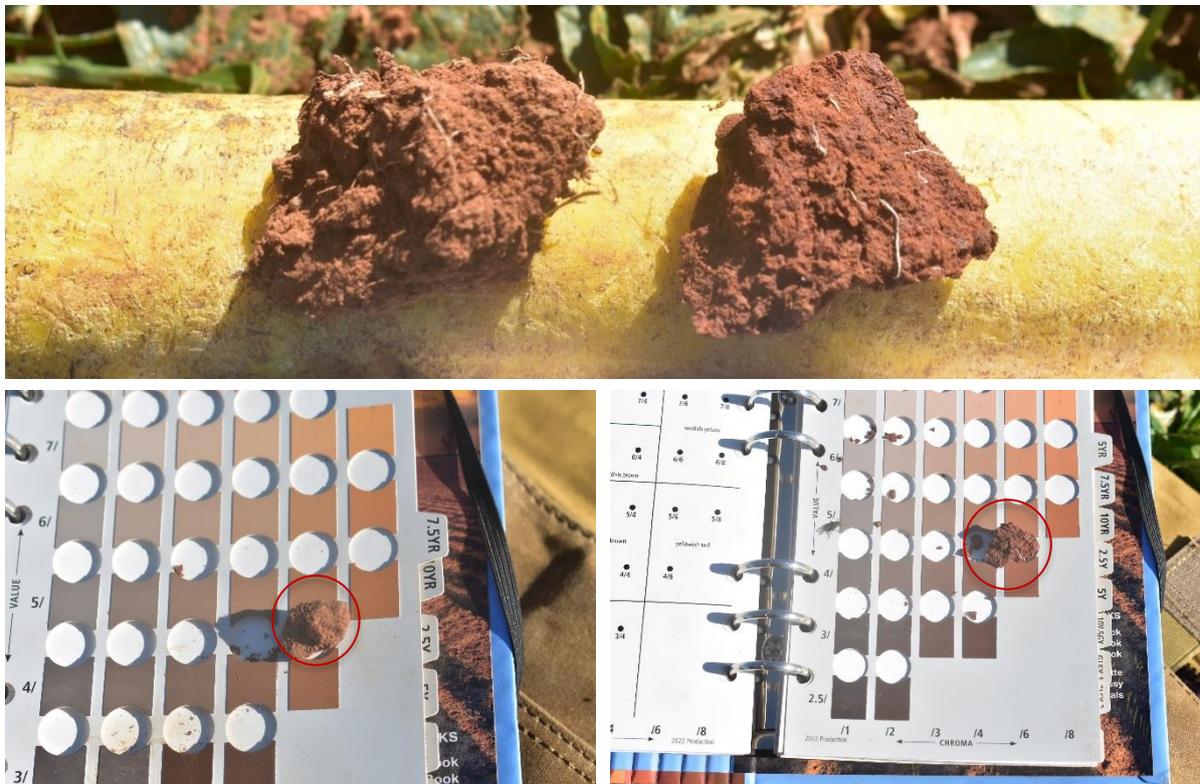


Figure 2 In alto confronto tra aggregati degli orizzonti rilevati. A destra stima del colore con le tavole Munsell



*Figure 3 Vista delle superfici progettuali in direzione sud -est dal punto rilevato*



*Figure 4 Vista delle superfici progettuali in direzione sud ovest dal punto rilevato*

### 3.2.5.4 Rilievo IB03



Figura 5 - Stazione IB03

#### CARATTERI STAZIONALI

**Quota s.l.m.** 85m

**Pendenza:** 2,5%

**Substrato geologico:** Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVE-SME) (PVM2a). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante: semplice

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: lineare

Curvatura del versante – orizzontale: convesso

**Unità di Terra:** DAP 1

<b>Pietrosità superficiale:</b> compresa tra il 10% e il 15% da ghiaia, difficile stima, ridotta visibilità data dalla coltura in atto
<b>Rocciosità affiorante:</b> assente
<b>Fessurazioni superficiali:</b> assenti
<b>Erosione:</b> assente
<b>Uso del suolo:</b> seminativo, pascolo
<b>Copertura vegetale:</b> prati-pascolo, erbai e relative comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura dell'Artemisietea vulgaris
<b>Coltura in atto:</b> erbaio
<b>Catasto:</b> Mappale 41; Particella 69

MINIPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-26 cm</p>	<p>umido; colore della matrice 10YR 5/4; 10% di scheletro composto da 5% di ghiaia grossolana, 5% di ghiaia fine e media; franco argilloso; struttura granulare, leggermente duro, leggermente adesivo da umido, plastico da umido, non calcareo. Radici fini medie abbondanti, subverticali, attività biologica comune; ben drenato. Limite abrupto lineare</p>
	<p>Bw 26cm – 35cm e oltre</p>	<p>secco; colore della matrice 10YR 5/6; 40% di scheletro composto da ghiaia fine e media per il 15%, ghiaia grossolana per il 25%, ciottoli piccoli per il 5%; argilloso limoso; struttura poliedrica subangolare media-grossolana, molto duro, adesivo da umido, molto</p>

		<p>plastico da umido, 15% di screziature, distinte piccole, colore 10YR 6/8; presenza di facce di pressione nelle facce degli aggregati a contatto con i clasti; non calcareo. Radici fini/medie scarse, sub orizzontali nella parte alta dell'orizzonte, attività biologica assente; piuttosto mal drenato; limite sconosciuto.</p>
<p align="center"><b>CLASSIFICAZIONE USD</b></p> <p>I suoli più comuni in questo contesto sono:</p>		<p>Ultic, Aquic e Typic Palexeralf ; Aquic Haploxeralfs</p>



Figure 5 - Stima del colore dell'orizzonti riscontrati con le tavole Munsell



*Figure 6- Test della tessitura*



*Figure 7 - Vista della particella catastale 178*

### 3.2.5.5 Rilievo IB05



*Figura 6 - Stazione IB05*

#### **CARATTERI STAZIONALI**

**Quota s.l.m.** 85m

**Pendenza** 4%

**Substrato geologico:** Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVE-SME) (PVM2a). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante: semplice

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: lineare

Curvatura del versante – orizzontale: convesso

**Unità di Terra:** DAP -1

<b>Pietrosità superficiale:</b> Totale 15% di cui pietre 1%, ciottoli piccoli 3%, ghiaia 11%
<b>Rocciosità affiorante:</b> assente
<b>Fessurazioni superficiali:</b> assenti
<b>Erosione:</b> assente
<b>Uso del suolo:</b> seminativo, pascolo
<b>Copertura vegetale:</b> prati-pascolo, erbai e relative comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura dell'Artemisietea vulgaris
<b>Coltura in atto:</b> erbaio
<b>Catasto:</b> Mappale 41; Particella 72

MINIPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-20 cm</p>	<p>umido; colore della matrice 10YR 4/3; 35% di scheletro composto da, ciottoli piccoli 10% ghiaia grossolana 15, ghiaia fine e media 10%; franco argilloso; resistente, leggermente adesivo da umido, plastico da umido, non calcareo, 3% screziature piccole colore 10YR 6/8. Radici fini medie abbondanti, subverticali, attività biologica scarsa; da ben drenato a moderatamente ben drenato; limite abrupto lineare</p>
	<p>A1 21 -36cm e oltre</p>	<p>umido; colore della matrice 10YR 4/3; 35% di scheletro composto da ciottoli piccoli per il 10%, ghiaia grossolana per il 15%, ghiaia fine e media per il 10%; franco argilloso; leggermente duro, leggermente adesivo da umido, plastico</p>

		da umido, non calcareo, 5% screziature piccole colore 10YR 6/8. Radici fini medie poche, sub orizzontali; da ben drenato a moderatamente ben drenato attività biologica assente, limite sconosciuto
<b>CLASSIFICAZIONE USD</b> I suoli più comuni in questo contesto sono:		Ultic, Aquic e Typic Palexeralf ; Aquic Haploxeralfs



Figure 8 – Vista in direzione nord est delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker



Figure 9 – Bovini al pascolo



*Figure 10 - Vista in direzione sud est delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker*



*Figure 11 - Vista in direzione nord ovest delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker*

### 3.2.5.6 Rilievo IB06



*Figura 7 - Stazione IB06*

#### CARATTERI STAZIONALI

**Quota s.l.m.** 84m

**Pendenza** 3%

**Substrato geologico:** Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie (bna). OLOCENE

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante: semplice

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: lineare

Curvatura del versante – orizzontale: concavo

**Unità di Terra:** ATG -1

**Pietrosità superficiale:** Totale 15% di cui pietre 1%, ciottoli piccoli 3%, ghiaia 11%

<b>Rocciosità affiorante:</b> assente
<b>Fessurazioni superficiali:</b> assenti
<b>Erosione:</b> assente
<b>Uso del suolo:</b> seminativo, pascolo
<b>Copertura vegetale:</b> prati-pascolo, erbai e relative comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura dell'Artemisietea vulgaris.
<b>Coltura in atto:</b> erbaio
<b>Catasto:</b> Mappale 41; Particella 123

MINIPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-21 cm</p>	<p>secco; colore della matrice 7.5YR 4/6; 25% di scheletro composto da ghiaia grossolana per il 15%, ghiaia fine e media per l'8%, ciottoli piccoli per il 2%; franco argilloso sabbioso; duro, leggermente adesivo da umido, plastico da umido, non calcareo. Radici fini scarse, subverticali, attività biologica comune da formiche; ben drenato; limite abrupto lineare</p>
	<p>Bw 21-52 cm e oltre</p>	<p>secco; colore della matrice 5YR 4/6; 70% di scheletro composto da ghiaia fine e media 12%, ghiaia grossolana 30%, ciottoli piccoli 21, ciottoli grandi 2; argilloso sabbioso; struttura poliedrica subangolare media-grossolana, molto duro, adesivo da umido, molto plastico da umido, 3% di</p>

		screziature, distinte piccole, colore 5YR 5/8; presenza di facce di pressione nelle facce degli aggregati a contatto con i clasti; non calcareo. Radici fini/medie poche, subverticali, attività biologica scarsa; limite sconosciuto
<b>CLASSIFICAZIONE USD</b> I suoli più comuni in questo contesto sono:		Typic Haploxerepts, Typic Dystraxepts con inclusioni di Fluventic Haploxerepts



Figure 12 - A. A destra dettaglio della petrosità superficiale presente



Figure 13 - sinistra dettaglio dello scheletro rilevato nell'orizzonte superficiale



*Figure 14 - Vista in direzione nord ovest delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker*



*Figure 15 – Sezione di un piccolo corso d'acqua a carattere torrentizio che attraversa il prospettato agrivoltaico*

### 3.2.5.7 Rilievo IB07



*Figura 8 - Stazione IB07*

#### **CARATTERI STAZIONALI**

**Quota s.l.m.** 76m

**Pendenza** 4%

**Substrato geologico:** Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVE-SME) (PVM2a). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante: semplice

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: convesso

Curvatura del versante – orizzontale: convesso

**Unità di Terra:** DAP 1

**Pietrosità superficiale:** Totale 37% di cui ciottoli piccoli 4%, ghiaia 33%

**Rocciosità affiorante:** assente

**Fessurazioni superficiali:** assenti

**Erosione:** assente

**Uso del suolo:** seminativo, pascolo

**Copertura vegetale:** prati-pascolo, erbai e relative comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura dell'Artemisietea vulgaris

**Coltura in atto:** erbaio

**Catasto:** Mappale 41; Particella 7

**Note:**

## OSSERVAZIONE



### CLASSIFICAZIONE USD

I suoli più comuni in questo contesto sono:

Ultic, Aquic e Typic Palexeralf ; Aquic Haploxeralfs,



*Figure 16 – Ceppaie di olivo nella particella catastale 7 cui fondo è attualmente usato come erbaio*



*Figure 17-Altra immagine delle ceppaie di olivo di in vecchio impianto in primo piano, in secondo piano, in lontananza, si apprezza l'oliveto attualmente presente*

### 3.2.5.8 Rilievo IB08



*Figura 9 - Stazione IB08*

#### CARATTERI STAZIONALI

**Quota s.l.m.** 79m

**Pendenza** 3%

**Substrato geologico:** Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVE-SME) (PVM2a). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante: semplice

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: lineare

Curvatura del versante – orizzontale: convesso

**Unità di Terra:** DAP -1

**Pietrosità superficiale:** compresa tra il 5% e il 10% da ghiaia, difficile stima, ridotta visibilità data dalla coltura in atto

**Rocciosità affiorante:** assente

**Fessurazioni superficiali:** assenti

**Erosione:** assente

**Uso del suolo:** seminativo, pascolo

**Copertura vegetale:** prati-pascolo, erbai e relative comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura dell'Artemisietea vulgaris

**Coltura in atto:** erbaio

**Catasto:** Mappale 41; Particella 153

## OSSERVAZIONE



### CLASSIFICAZIONE USD

I suoli più comuni in questo contesto sono:

Ultic, Aquic e Typic Palexeralf ; Aquic Haploxeralfs,



*Figure 18 – In alto vista panoramica in direzione nord delle superfici progettuali. In basso dettaglio dei pascoli dell'attività ovina.*

### 3.2.5.9 Rilievo IB10



*Figura 10 - Stazione IB10*

#### **CARATTERI STAZIONALI**

**Quota s.l.m.** 75m

**Pendenza** 1%

**Substrato geologico:** Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVE-SME) (PVM2a). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP

#### **Morfologia:**

Fisiografia: subpianeggiante

Elementi morfologici: sistema di conoide e piana alluvionale

Complessità del versante: semplice

Posizione:

Curvatura del versante – verticale: lineare

Curvatura del versante – orizzontale: lineare

**Unità di Terra:** DAP 0

**Pietrosità superficiale:** compresa tra il 10% e il 15% da ghiaia, difficile stima, ridotta visibilità data dalla coltura in atto

**Rocciosità affiorante:** assente

**Fessurazioni superficiali:** assenti

**Erosione:** assente

**Uso del suolo:** seminativo, pascolo

**Copertura vegetale:** prati-pascolo, erbai e relative comunità erbacee nitrofile e subnitrofile di post coltura dell'*Artemisietea vulgaris*

**Coltura in atto:** erbaio

**Catasto:** Mappale 41; Particella 67

## OSSERVAZIONE



### CLASSIFICAZIONE USD

I suoli più comuni in questo contesto sono:

Ultic Haploxeralfs, Ultic Palexeralfs e Aquic Palexeralfs con inclusioni di Inceptic Haploxeralfs

### **3.3 Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation**

#### *3.3.1 Introduzione*

Il cambiamento d'uso di un territorio richiede delle attente valutazioni attraverso le quali prevenire gli eventuali benefici e/o conseguenze che esso può recare sia in termini socioeconomici che in termini qualitativi dell'ambiente stesso. A tal proposito, in fase di pianificazione, la "Land Evaluation" aiuta a valutare le limitazioni e le capacità d'uso di un territorio. Questo tipo di analisi richiede l'utilizzo di uno dei modelli noti: la Land Capability. Ai fini del progetto sono stati presi in esame i fattori che forniscono importanti indicazioni sullo stato di salute attuale della risorsa suolo (nei siti indicati) per la realizzazione del progetto e di conseguenza, l'uso più appropriato affinché lo stesso venga preservato.

#### *3.3.2 Descrizione della Land Capability Evaluation*

È un modello di valutazione di una determinata area all'uso agricolo e non solo, dove parti di territorio vengono suddivisi in aree omogenee, ovvero classi, di intensità d'uso.

Nella capacità d'uso il territorio che viene classificato nel livello più alto risulta essere il più versatile e di conseguenza permette una più ampia scelta di colture e usi.

Via via che si scende di classe si trovano delle limitazioni crescenti che riducono gradualmente la scelta delle possibili colture, dei sistemi di irrigazione, della meccanizzazione delle operazioni colturali.

Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto e si suddividono in due raggruppamenti principali. Il primo comprende le classi I, II, III, IV ed è rappresentato dai suoli adatti alla coltivazione e ad altri usi. Il secondo comprende le classi V, VI, VII ed VIII, ovvero suoli che sono diffusi in aree non adatte alla coltivazione; fa eccezione in parte la classe V dove, in determinate condizioni e non per tutti gli anni, sono possibili alcuni utilizzi agrari.

Un secondo livello gerarchico di suddivisione è dato dalle sottoclassi, indicate da lettere minuscole e aventi le seguenti limitazioni:

- e- limitazioni dovute a gravi rischi di processi erosivi;
- w- limitazioni dovute a eccessi di ristagno idrico nel suolo;
- s- limitazioni nel suolo nello strato esplorato dalle radici;
- c- limitazioni di natura climatica

#### *3.3.3 Descrizione delle classi*

La descrizione delle classi è derivata dai più recenti documenti realizzati dalla Regione Sardegna nell'ambito del Progetto "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto (2014)" e rivisitata per l'area oggetto di studio.

Suoli in classe I: non hanno particolari limitazioni per il loro uso, consentendo diverse possibili destinazioni d'uso per le colture agrarie, per il pascolo sia migliorato che naturale, per il rimboschimento destinato alla produzione, ad attività naturalistiche e ricreative, ecc. Le forme del paesaggio variano da pianeggianti a subpianeggianti, i suoli sono profondi e ben drenati.

Suoli in classe I: non sono soggetti a dannose inondazioni. Sono produttivi e soggetti a usi agricoli intensivi. I suoli profondi ma umidi, che presentano orizzonti profondi con una bassa permeabilità, non sono ascrivibili alla classe I.

Possono essere in alcuni casi iscritti alla classe I se l'intervento di drenaggio è finalizzato ad incrementare la produttività o facilitare le operazioni colturali. Suoli in classe I destinati alle colture agrarie richiedono condizioni normali di gestione per mantenerne la produttività, sia come fertilità, sia come struttura. Queste pratiche possono includere somministrazioni di fertilizzanti, calcinazioni, sovesci, conservazione delle stoppie, letamazioni e rotazioni colturali.

Suoli in classe II: mostrano alcune limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture o richiedono moderate pratiche di conservazione. I suoli presenti in questa classe richiedono particolari attenzioni nelle pratiche gestionali, tra cui quelle di conservazione della fertilità, per prevenire i processi di degrado o per migliorare i rapporti suolo-acqua-aria qualora questi siano coltivati. Le limitazioni sono poche e le pratiche conservative sono facili da applicare.

I suoli possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alla raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative.

Le limitazioni dei suoli in questa classe possono essere, singolarmente o in combinazione tra loro, pendenze moderate, moderata suscettività all'erosione idrica ed eolica, moderate conseguenze di precedenti processi erosivi, profondità del suolo inferiore a quella ritenuta ideale, in alcuni casi struttura e lavorabilità non favorevoli, salinità e sodicità da scarsa a moderata ma facilmente irrigabili.

Occasionalmente possono esserci danni alle colture per inondazione. La permanenza eccessiva di umidità del suolo, comunque facilmente correggibile con interventi di drenaggio, è considerata una limitazione moderata.

I suoli in classe II presentano all'operatore agricolo una scelta delle possibili colture e pratiche gestionali minori rispetto a quelle della classe I. Questi suoli possono richiedere speciali sistemi di gestione per la protezione del suolo, pratiche di controllo delle acque o metodi di lavorazione specifici per le colture possibili.

Suoli in classe III: presentano delle rigide limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e, per essere utilizzati, si devono realizzare speciali pratiche di conservazione. Hanno restrizioni maggiori rispetto a quelle della classe II, possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi.

Le limitazioni di questi suoli ne restringono significativamente sia la scelta delle colture che il periodo di semina o impianto, le lavorazioni e la successiva raccolta. Le limitazioni possono essere ricondotte a: pendenze moderate, elevata suscettività alla erosione idrica ed eolica,

effetti di una precedente erosione, inondazioni frequenti ed accompagnate da danni alle colture, ridotta permeabilità degli orizzonti profondi, elevata umidità del suolo e continua presenza di ristagni, ed altro ancora.

Suoli in classe IV: mostrano limitazioni molto severe che restringono la scelta delle possibili colture e/o richiedono tecniche di gestione migliorative. I suoli presenti in questa classe possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, possono essere adatti solo ad un numero limitato delle colture più comuni.

Le limitazioni sono dovute a: pendenze elevate, suscettibilità elevata alla erosione idrica ed eolica, gravi effetti di precedenti processi erosivi, ridotta profondità del suolo, ridotta capacità di ritenzione idrica, inondazioni frequenti accompagnate da gravi danni alle colture, umidità eccessiva dei suoli con rischio continuo di ristagno idrico anche dopo interventi di drenaggio, severi rischi di salinità e sodicità, moderate avversità climatiche.

In morfologie pianeggianti o quasi pianeggianti alcuni suoli ascritti alla classe IV, dal ridotto drenaggio e non soggetti a rischi di erosione, risultano poco adatti alle colture agrarie in interlinea a causa del lungo tempo necessario per ridurre la loro umidità, inoltre la loro produttività risulta molto ridotta.

Suoli in classe V: presentano molte limitazioni, oltre a limitati rischi di erosione, non rimovibili, che limitano il loro uso al pascolo naturale o migliorato, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, mostrano limitazioni che restringono il genere delle specie vegetali che possono crescere o che impediscono le normali lavorazioni colturali.

Questi suoli sono ubicati su aree depresse soggette a frequenti inondazioni che riducono la normale produzione delle colture, su superfici pianeggianti ma interessate da elevata pietrosità e rocciosità affiorante, aree eccessivamente umide dove il drenaggio non è fattibile, ma dove i suoli sono adatti al pascolo e agli alberi.

A causa di queste limitazioni, non è possibile la coltivazione delle colture più comuni, ma è possibile il pascolo, anche migliorato.

Suoli in classe VI: presentano forti limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Inoltre, hanno limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera, Alcuni suoli

ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni.

Suoli in classe VII: questi suoli presentano delle limitazioni molto rigide che li rendono inadatti alle colture agrarie e che limitano il loro uso al pascolo, rimboschimento, raccolta dei frutti spontanei e agli usi naturalistici e ricreativi. Inoltre, sono inadatti anche all'infittimento delle cotiche o a interventi di miglioramento quali lavorazioni, calcinazioni, apporti di fertilizzanti, e controllo delle acque tramite solchi, canali, deviazione di corpi idrici, ecc.

Le limitazioni di questa classe sono permanenti e non possono essere eliminate o corrette quali, pendenze elevate, erosione, suoli poco profondi, pietrosità superficiale elevata, umidità del suolo, contenuto in sali e in sodio, condizioni climatiche non favorevoli o eventuali altre limitazioni, i territori in classe VII risultano non adatti alle colture più comuni. Possono essere destinati al pascolo naturale, al rimboschimento finalizzato alla protezione del suolo, alla raccolta dei frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. Infine, possono essere da adatti a poco adatti al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname. Essi non sono adatti, invece, a nessuna delle normali colture agrarie.

Suoli in classe VIII: i suoli di questa classe hanno limitazioni che precludono la loro destinazione a coltivazioni economicamente produttive e che restringono il loro uso alle attività ricreative, naturalistiche, realizzazione di invasi o a scopi paesaggistici.

Di conseguenza, non è possibile attendersi significativi benefici da colture agrarie, pascoli e colture forestali. Benefici possono essere ottenibili dagli usi naturalistici, protezioni dei bacini e attività ricreative.

Limitazioni che non possono essere corrette o eliminate possono risultare dagli effetti dell'erosione in atto o pregresse, elevati rischi di erosione idrica ed eolica, condizioni climatiche avverse, eccessiva umidità del suolo, pietrosità superficiale elevata, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità elevata. In questa classe, inoltre, sono state racchiuse tutte le aree marginali, quelle con rocciosità affiorante, le spiagge sabbiose, le aree di esondazione, gli scavi e le discariche. Infine, nelle aree in classe VIII possono essere necessari interventi per favorire l'impianto e lo sviluppo della vegetazione per proteggere aree adiacenti di maggiore valore, per controllare i processi idrogeologici, per attività naturalistici e per scopi paesaggistici.

#### *3.3.4 Descrizione delle sottoclassi*

Come già riportato nelle pagine precedenti, le sottoclassi sono in numero di 4 e indicate con delle lettere minuscole suffisse al simbolo della classe. Per definizione la Classe I non ammette sottoclassi.

Sottoclasse e (erosione), in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l'elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione



Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>Parametri</b>	<b>Suoli adatti agli usi agricoli</b>				<b>Suoli adatti al pascolo e alla forestazione</b>			<b>Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali</b>
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 - ≤ 8	> 8 - ≤ 15	> 15 - ≤ 25	≤ 2,5	> 25 - ≤ 35	> 25 - ≤ 35	> 35
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	>600 - ≤ 900	>600 - ≤ 900	>900 - ≤ 1300	>900 - ≤ 1300	>1.300
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A >2 - ≤ 5	A >5 - ≤ 15	A>15 - ≤ 25 B= 1 - ≤ 3	A>25 - ≤ 40 B >3 - ≤ 10	A>40 - ≤ 80 B>10 - ≤ 40	A>80 B>40
Roccosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	>2 - ≤ 5	>5 - ≤ 10	>10 - ≤ 25	>25 - ≤ 50	>50
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a Rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 - 10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10- 25%	Erosione idrica, laminare e/o a Rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, severa Area 10 - 50%	Erosione idrica Laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area >50%
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	>100	>100	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 10 - ≤ 25	≤ 10
Tessitura orizzonte superficiale <sup>1</sup>	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale <sup>2</sup> (%)	<5	≥ 5 - ≤ 15	>15 - ≤ 35	>35 - ≤ 70	>70 Pendenza ≤ 2,5%	>70	>70	>70
Salinità (mS cm-1)	≤ 2 nei primi 100 cm	>2 - ≤ 4 nei primi 40 cm e/o >4 - ≤ 8 tra 50 e 100 cm	>4 - ≤ 8 nei primi 40 cm e/o >8 tra 50 e 100 cm	>8 nei primi 100 cm	Qualsiasi			
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile <sup>3</sup> (mm)	>100		> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderata mente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o Eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio		

1 - Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon

2 - Idem.

3 - Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m

### 3.3.5 Classificazione Land capability dell'area in esame

Lo scopo principale della valutazione della capacità d'uso è la pianificazione agricola sebbene possa trovare applicazione in altri settori. In studi di questo tipo, è particolarmente utile per capire i diversi tipi di usi potenziali di determinati territori, evitando contrasti con i diversi indirizzi produttivi e, di conseguenza, danni all'economia locale.

La valutazione delle classi di capacità d'uso caratterizzanti i suoli dell'area indagata è stata condotta sulla base delle Unità di Terre. Come precedentemente scritto le unità caratterizzanti l'area del territorio amministrativo di Uta in cui si prospetta la realizzazione dell'Agrivoltaico avanzato *Prangifi* sono tre: DAP, ATG e AGO.

Sotto l'aspetto geologico l'areale progettuale interessato ricade nelle ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie delle Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Unità DAP) e nei depositi alluvionali terrazzati olocenici (Unità ATG e AGO)

I rilievi effettuati hanno permesso di valutare le caratteristiche fisiche dei suoli nell'area in progetto; tramite le stesse è stato possibile classificare i suoli secondo il modello di Land Capability Classification. Sulla base del modello appare evidente che più bassa sarà la classe di capacità d'uso maggiore sarà la predisposizione all'uso oggetto di valutazione di impatto. È pur vero che i suoli che ricadono in tali classi devono essere conservati e tutelati con un maggior attenzione al fine di evitare l'alterazione dei fragili equilibri pedologici, con la conseguente compromissione della risorsa o l'innescio di processi degradativi.

Viceversa più alta sarà la classe, maggiore sarà la versatilità da un punto di vista agro-silvo-pastorale e quindi meno suscettibile ad un cambio d'uso che non appartenga a quest'ultimi.

Dalla valutazione della LAND CAPABILITY emergono le seguenti considerazioni.

Postazione	IB01	IB02	IB03	IB04	IB05	IB06
<b>LCC</b>	III	III	III	III	III	IV

<b>Suoli Classe VIII:</b>
Nessuna stazione ricade in questa classe di capacità d'uso
<b>Suoli Classe VII:</b>
Nessuna stazione ricade in questa classe di capacità d'uso
<b>Suoli Classe VI:</b>
Nessuna stazione ricade in questa classe di capacità d'uso
<b>Suoli Classe V:</b>
Nessuna stazione ricade in questa classe di capacità d'uso
<b>Suoli Classe IV: IB06</b>

Le superfici che vengono collocate in questa classe presentano limitazioni severe riconducibili allo scheletro dell'orizzonte superficiale compreso tra 35% e 70% e il drenaggio interno lento. Alla classe viene associato il suffisso "s" ad indicare limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo e il suffisso "w" a cui si ascrivono tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo.

I suoli presenti in questa classe possono essere destinati alle colture agrarie più comuni, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera.

**Suoli Classe III: IB02, IB03, IB04; IB05**

I suoli che ricadono in questa classe, presentano valori di scheletro nell'orizzonte superficiale (primi 40cm) sensibilmente inferiori compresi tra 15% e 35%. Alla classe viene associato il suffisso "s" ad indicare limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo. Una seconda limitazione che concorre all'attribuzione della classe è data dal drenaggio interno definito come piuttosto mal drenato a cui si può attribuire anche in questo caso il suffisso "w" alla classe

I suoli presenti in questa classe possono essere destinati ad un più spettro di colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale,

**Suoli Classe II:**

Nessuna stazione ricade in questa classe di capacità d'uso

**Suoli Classe I**

Nessuna stazione ricade in questa classe di capacità d'uso

### **3.4 Interferenze tra il progetto Iberdrola e la componente suolo**

Gli aspetti ambientali maggiormente significativi che si originano dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico con strutture installate sul terreno sono dovuti all'occupazione del suolo, in considerazione, soprattutto, della lunga durata della fase di esercizio.

L'installazione delle strutture di sostegno dei pannelli FV è potenzialmente suscettibile, infatti, di innescare o accentuare processi di degrado riconducibili alla compattazione, alla diminuzione della fertilità e alla perdita di biodiversità.

Un punto fondamentale da considerare è che la formazione del suolo è un processo estremamente lento. Infatti, laddove dovesse essere impermeabilizzato le sue funzioni sarebbero praticamente perdute del tutto o in gran parte (Siebielec et al., 2010).

Queste funzioni riconosciute come servizi ecosistemici sono riconducibili a: produzione alimentare; assorbimento idrico; capacità di filtraggio e tamponamento del suolo; stoccaggio di carbonio; riserva di biodiversità. È perciò importante considerare che il suolo oltre alla sua funzione produttiva (agricola) presenta funzioni ambientali altrettanto importanti che vanno tutelate e salvaguardate.

Le relazioni fra il campo fotovoltaico ed il suolo agrario che lo ospita sono da indagare con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell'impianto, il suolo funge da substrato per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo "meccanico" non deve porre in secondo piano le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali. Nel caso specifico, il progetto prevede l'alterazione dei suoli e/o della loro impermeabilizzazione, in corrispondenza delle aree adibite alla realizzazione delle cabine elettriche e nella messa in posa del cavidotto da 36kv all'interno del campo agrivoltaico. L'analisi dei potenziali effetti sulla risorsa suolo richiede una valutazione ponderata in rapporto al conseguimento di obiettivi strategici orientati alla progressiva riduzione dell'utilizzo dei combustibili fossili a vantaggio di energie rinnovabili.

Ci si trova, pertanto, in una fase del progresso tecnologico in cui appare opportuno individuare delle soluzioni che possano garantire il giusto equilibrio tra esigenze di conservazione ambientale e produzione agricola con le necessità di produzione energetica attraverso sistemi agro fotovoltaici. Per questa ragione il suolo riveste un ruolo chiave in questo nuovo riassetto socioeconomico. Infatti, emerge sempre più una maggior sensibilità per la salute del suolo, come dimostra il crescente aumento negli ultimi anni delle colture biologiche, integrate, conservative, reso possibile anche dagli incentivi di una politica comunitaria attenta a queste problematiche.

Secondo queste logiche la Commissione Europea ha indicato delle buone pratiche allo scopo di limitare, mitigare o compensare tutti quegli interventi che possono provocare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo (Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, 2012). Sulla base di ciò verranno proposte delle

misure mitigative e compensative che meglio si adattano al caso specifico finalizzate a raggiungere tale obiettivo ovvero quello di limitare al minimo gli impatti sulla risorsa pedologica. Analizzare le caratteristiche costruttive dell'impianto fotovoltaico permette di individuare quali possano essere i potenziali impatti agro-pedologici che si possono manifestare nel sito di progetto.

### **3.5 Effetti in fase di cantiere**

Durante le fasi di cantiere le attività di movimentazione del terreno comportano l'alterazione delle proprietà fisico-chimiche del suolo per effetto della variazione stratigrafica dovuta alla manomissione degli orizzonti pedologici. Gli effetti descritti a carico della risorsa suolo si riferiscono, in particolare, alle superfici predisposte alla realizzazione delle cabine elettriche (inverter di campo e cabina di raccolta), presso cui si dovrà prevedere necessariamente la sistemazione morfologica dei piazzali e l'indispensabile rivestimento e impermeabilizzazione delle superfici interessate e della messa in posa dei cavidotti da 36kV interni al campo solare. Gli interventi previsti per quanto riguarda le aree delle cabine, limitate ad una superficie complessiva di 0.0645 Ha, determineranno inevitabilmente effetti diretti e irreversibili sulla risorsa, misurabili in termini sottrazione di suolo e perdita locale delle funzioni ecosistemiche descritte precedentemente. In merito agli scavi per la posa dei cavidotti (cui estensione è pari a circa 4386m) si prevede un'ampiezza variabile tra 35 e 80 cm e una profondità di circa 140 cm. I materiali derivanti dagli scavi a sezione ristretta, saranno temporaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o dove non possibile, in altra posizione del sito individuati nel cantiere. In generale lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro, quelli in eccedenza per la realizzazione delle fondazioni delle cabine e degli scavi per i cavidotti potranno essere utilizzati per il livellamento dell'area di installazione. Sulla base delle indicazioni progettuali si prevede il potenziale coinvolgimento di suolo stimato per un volume di circa 6268 m<sup>3</sup> (comprensivo di cavidotto interno 36 kV e elettrodotto di connessione alla RTN 36kV).

L'utilizzo di tracker che non prevedono dei pali di sostegno ancorati a fondazioni in calcestruzzo concorre a conseguire, il pieno recupero ambientale del sito al termine della fase di esercizio. La realizzazione delle piste di servizio necessarie per le attività all'interno dell'impianto determinano una sottrazione di suolo pari a circa 1,5664 Ha. L'effetto diretto riconducibile a tali interventi riguarderebbe il grado di compattazione, originabile dal passaggio dei mezzi di servizio nell'arco della durata dell'impianto. L'impatto sarebbe potenzialmente avvertibile nelle superfici che hanno mostrato una buona propensione ad essere utilizzate come seminativi a seguito del cambio d'uso. Tuttavia, l'effetto previsto benché riduca buona parte delle funzioni del suolo nelle superfici interessate, non può essere considerato come irreversibile in quanto le piste non saranno impermeabilizzate. Nelle fasi di installazione l'effetto della compattazione sulle superfici restanti, conseguente al transito dei mezzi, è valutabile come non significativo.

Gli impatti associati alla produzione di rifiuti durante le lavorazioni si ritengono scarsamente significativi ed efficacemente controllabili a seguito della rigorosa adozione delle procedure di gestione previste dalla normativa applicabile.

Dal punto di vista agronomico all'interno della superficie catastali insistono degli oliveti che non

interferiscono con la produzione energetica ma si ritiene necessario sottoporre le piante a cure colturali attraverso potature di riforma. All'interno della stessa parcella sono presenti circa 200 ceppaie di olivo, attualmente pascolate dai bovini, appartenenti ad un vecchio impianto che a seguito di un incendio è stato ceduto nel 2004. Poiché le ceppaie presenti risultano deboli e danneggiate si esclude la possibilità di un espianto e di un nuovo trapianto, pertanto verranno eliminate.

### **3.6 Effetti in fase di esercizio**

In fase di esercizio gli unici effetti ravvisabili sulla risorsa suolo sono riconducibili all'occupazione di superfici e alla variazione dell'irraggiamento solare rispetto allo stato ex ante. Per quanto riguarda l'aspetto relativo all'occupazione di suolo la presenza degli inseguitori solari non preclude il proseguimento delle pratiche agro-pastorali. Nel caso specifico la superficie complessiva che potrebbe essere utilizzata a fini agricoli (SAU) ammonterebbe a circa 63,83 ha. Le variazioni diurne e stagionali del microclima associate alle differenti condizioni di irraggiamento solare sulle superfici, ancorché più contenute rispetto alle tradizionali soluzioni con strutture di sostegno fisse, sarebbero comunque avvertibili. I parametri e gli aspetti potenzialmente soggetti a variazione, oltre alla temperatura, si riferiscono all'umidità, ai processi fotosintetici, al tasso di crescita delle piante delle colture previste, alla tipologia delle essenze selvatiche che si insidieranno, al tasso di degradazione della sostanza organica e alle attività della micropedofauna. Tale effetto perturbativo, che andrà indagato durante le previste attività di monitoraggio ambientale, potrebbe potenzialmente incidere sulle caratteristiche pedologiche delle superfici. All'atto della dismissione dell'impianto, infatti, a seguito della rimozione dei pannelli si ristabilirà la condizione originaria determinando un nuovo riassetto dei parametri. L'effetto viene comunque valutato reversibile e di breve-medio termine. Peraltro, è comunque verosimile che una minore esposizione complessiva all'irraggiamento solare riduca i livelli di evapotraspirazione e dunque contribuisca alla conservazione di ottimali livelli di umidità del suolo, con effetti potenzialmente positivi sul contenuto di sostanza organica. D'altro canto, l'azione di copertura operata dai pannelli può incidere positivamente sui fattori di degrado riscontrati sulla risorsa suolo, inducendo un'attenuazione delle piogge durante le precipitazioni. Infine, gli eventuali interventi manutentivi e di pulizia che verranno svolti durante la fase di esercizio hanno un impatto irrilevante sul suolo.

In riferimento agli Insetti pronubi, fondamentali all'interno dell'agroecosistema, è riportato per i sistemi di pannelli fotovoltaici un certo impatto in termini di "polarized light pollution - PLP", ossia una modifica importante del pattern di polarizzazione della luce ambiente a causa della riflessione (Horváth et al., 2009). La PLP concorre al "disorientamento" comportamentale di alcuni insetti "polarotattici" come, per esempio, le api (*Apis mellifera* L.) che grazie ad un array di sistemi, tra i quali la polarotassi sono in grado di fare ritorno al proprio alveare (homing) con le scorte di nettare, polline, acque e propoli per le esigenze dell'intera colonia. Ogni fattore in grado di incidere sulla navigazione delle api operarie può rappresentare di per sé una criticità in grado di ridurre il potenziale di approvvigionamento alimentare delle colonie con effetti negativi nella performance di sviluppo, tolleranza a parassiti e patogeni e infine sulla produzione. È pertanto opportuno attuare delle soluzioni che consentano di integrare i rapporti tra i sistemi produttivi energetici e le api.

### **3.7 Effetti in fase di dismissione**

In fase di dismissione gli effetti dell'impianto sul suolo sono di carattere transitorio e reversibile potendosi riferire principalmente al transito dei mezzi d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazione.

Anche in questo caso gli effetti associati alla produzione di rifiuti si ritengono efficacemente controllabili a fronte dell'adozione di appropriate misure di gestione e, dunque, scarsamente significativi.

### **3.8 Misure di mitigazione proposte**

Al fine di contenere i potenziali impatti negativi, le buone pratiche pubblicate dalla Commissione Europea per mitigare gli effetti del consumo di suolo suggeriscono di adottare misure di mitigazione che prevedano l'utilizzo di materiali o metodi di costruzione ecosostenibili. Ciò al fine di favorire la permeabilità del terreno e limitare la perdita completa delle funzioni del suolo nello specifico sito.

La realizzazione del campo solare in progetto, inoltre, configura l'opportunità di individuare mirate misure di compensazione in grado di incidere positivamente sulle limitazioni d'uso riscontrate, come più oltre evidenziato.

#### **3.8.1 Area delle cabine elettriche**

Nel caso in esame in riferimento alle aree in cui verranno realizzate le cabine elettriche interne al campo, non può evitarsi l'impermeabilizzazione del suolo. La potenziale perdita di suolo che origina dalle attività preparatorie del terreno pertinenti alle fondazioni delle cabine, potrà essere efficacemente mitigata avendo cura di accantonare gli strati superficiali di suolo (primi 30 cm) al fine di risistemarli integralmente nelle superfici limitrofe a scavi terminati. Attraverso questa misura di compensazione è possibile migliorare la qualità di suoli con scarsa o ridotta potenzialità d'uso riscontrati localmente all'interno delle superfici d'interesse. Nelle fasi di dismissione dovrà essere prevista la rimozione dello strato impermeabilizzato. La procedura prevede il dissodamento del terreno sottostante, la **rimozione del materiale estraneo e la ristrutturazione del profilo pedologico**. Per completare l'opera di ripristino potrebbe essere necessario l'aggiunta di terreno vegetale scavato nel sito. Questa misura se adeguatamente pianificata e gestita permette di recuperare una parte considerevole delle funzioni del suolo.

#### **3.8.2 Area del campo solare e attività agro-pastorali.**

Il campo solare permette la piena compatibilità con le attività di pascolo ovino e di prosecuzione delle attività agricole conciliando contemporaneamente in questo modo l'utilizzo agro-zootecnico con la produzione energetica. In tal senso si prevedono dei prati pascoli permanenti e la coltivazione degli erbai temporanei. Gli animali potranno pascolare liberamente tra i pannelli solari e disporre di strutture utili a proteggerli dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare nel periodo estivo.

Per quanto riguarda la viabilità, il materiale inerte di cava che verrà utilizzato per la realizzazione delle piste di esercizio dovrà essere rimosso completamente nelle fasi di dismissione. In merito ai cavidotti interni dovrà essere previsto la completa **rimozione e la successiva ristrutturazione del**

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 69 di 152
--	---	----------------------------

**profilo pedologico.** Per completare l'opera di ripristino potrebbe essere necessario l'aggiunta di terreno vegetale scavato nel sito. Questa misura se adeguatamente pianificata e gestita permette di recuperare una parte considerevole delle funzioni del suolo.

### *3.8.3 Soluzione per gli insetti pronubi*

Una soluzione in grado di ridurre il potenziale impatto del fotovoltaico sulle specie della fauna polarotattica sembra essere insita nella finitura della superficie dei moduli fotovoltaici (Fritz et al., 2020) hanno dimostrato che grazie ad un finitura superficiale di tipo microtexturizzata (varie tipologie) i moduli FV diventavano quasi inattrattivi per due specie d'insetti polarotattici, suggerendo un possibile sviluppo per i moduli FV basato sulla finitura delle superfici volta all'incremento dell'efficienza di conversione e alla riduzione dell'interferenza con le specie animali polarotattiche. Le soluzioni individuate sono in grado di ridurre l'interferenza con effetti positivi anche sulle api e altri insetti pronubi. Le teorie degli effetti dei pannelli sugli insetti, ed in particolare sulle api, sono state verificate in fattorie solari sperimentali che utilizzano l'agro-fotovoltaico in abbinamento con l'apicoltura. Infatti, ci sono esperienze agricoltura-fotovoltaico-apicoltura in Europa e negli U.S.A. (Jacob and Davis, 2019) che testimoniano un buon livello d'integrazione dei sistemi produttivi circa le relazioni tra api e pannelli fotovoltaici. In via indiretta, possibili benefici per le api e gli altri pronubi possono derivare da uno specifico assetto delle aree investite ad agrivoltaico in relazione ad alcuni aspetti: creazione di microhabitat idonei per le fioriture anche nei periodi tipicamente poveri di risorse trofiche per le api (piena-tarda estate nell'area mediterranea) grazie al parziale ombreggiamento delle strutture FV; semine e piantumazioni ad hoc da includere nel planning degli impianti agro-fotovoltaici con relativa verifica delle condizioni "migliorative".

## 4 ANALISI DEGLI USI AGRICOLI ATTALI E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

### 4.1 Agroecosistemi e sistemi Agro-voltaici

Un agroecosistema si configura come un sistema aperto cui dinamiche pur svolgendosi secondo le leggi dell'ecologia sono artificialmente controllate dall'uomo attraverso l'apporto di energia sussidiaria. I flussi in ingresso sono fondamentali per ottenere una produzione di biomassa ed energia, ma servono anche ad evitare o rallentare il progressivo depauperamento del suolo. Questo fa sì che i cicli biogeochimici siano più complessi e comprendono una fase che si svolge all'esterno dell'agrosistema.

Il flusso energetico si riferisce alla fissazione iniziale dell'energia nell'agroecosistema attraverso la fotosintesi, al trasferimento di energia nel sistema lungo la catena alimentare e alla dissipazione finale per la respirazione. I cicli biogeochimici si riferiscono al continuo ricircolo degli elementi nutritivi della forma inorganica (geo) e quella organica (bio) e viceversa.

L'esistenza di continui scambi di materia con l'esterno si configurano con l'asportazione sistemica di una parte della biomassa prodotta. È evidente che il mantenimento di un basso livello di entropia comporti un continuo investimento energetico per mantenere lo stato di squilibrio necessario a ottenere una produzione economica. Produzione che altrimenti si esaurirebbe all'interno dello stesso sistema.

Pertanto, dal punto di vista ecologico è un ecosistema mantenuto forzatamente al primo stadio di evoluzione che porta all'insediamento di nuove cenosi che hanno co-evoluto tra loro meccanismi di "specializzazione" in grado di ottimizzare il loro adattamento ad un determinato ambiente pedoclimatico. La principale unità funzionale dell'agroecosistema è la popolazione della coltura. Essa occupa una nicchia nel sistema poiché gioca un ruolo del tutto particolare nel flusso energetico e nel riciclo delle sostanze nutritive; tuttavia anche la biodiversità associata gioca ruoli funzionali di primaria importanza nell'agroecosistema.

La biodiversità di un determinato agroecosistema è rappresentata dalla varietà del patrimonio genetico delle intere fitocenosi e zoocenosi presenti. Essa è il risultato di una vasta gamma di interazioni agronomiche ed ecologiche e pertanto energetiche tra organismi animali e vegetali fondamentali dal punto di vista ambientale.

L'agricoltura risulta quindi costituita da un complesso sistema di organizzazione di risorse naturali e antropiche dove la sostenibilità dell'agroecosistema dipende da fattori di tipo biofisico e socioeconomico. La gestione sostenibile degli agroecosistemi pone tra i suoi obiettivi principali anche il mantenimento della biodiversità tramite la realizzazione e gestione di ambienti eterogenei sia dentro che fuori dai campi.

La biodiversità ha un valore intrinseco, cioè è un bene di per sé indipendente dalla fruizione umana e rappresenta la base operativa del funzionamento degli ecosistemi garantendone i servizi. Dato che gli agroecosistemi (aree coltivate) rappresentano circa il 25% delle superficie terrestri (MEA 2005) è fondamentale che qualsiasi decisione in materia di biodiversità o di servizi degli ecosistemi

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 71 di 152
--	---	----------------------------

sia indirizzata anche al mantenimento della biodiversità in questi sistemi antropizzati.

Ciascuna regione ha un insieme unico di agroecosistemi che deriva dalle variazioni locali nel clima, nel suolo, nelle relazioni economiche, nella struttura sociale e nella storia. Quindi una rassegna degli agroecosistemi di una regione comprenderà agricolture sia di mercato che di sussistenza, caratterizzate da utilizzo di alti o bassi livelli di tecnologia in relazione alla disponibilità di terra, capitale e lavoro.

Anche se ogni azienda è diversa molte hanno una struttura di tipo familiare e possono essere raggruppate insieme come un tipo di agricoltura o agroecosistema. Un' area con tipi di agroecosistemi simili può essere quindi definita una regione agricola. Whittlesay (1936) riconosce cinque criteri per classificare gli agroecosistemi in una regione:

- L'associazione tra colture e allevamenti
- I metodi di coltivazione e allevamento
- L'intensità di impiego lavoro, capitale, organizzazione, nonché il prodotto che ne consegue
- La destinazione dei prodotti (se utilizzati per la sussistenza all'interno dell'azienda o venduti/scambiati)
- L'insieme di strutture usate per ospitare e facilitare le operazioni aziendali

Basandosi su questi criteri è possibile riconoscere sette tipi principali di sistemi agricoli (Grigg, 1974; Noorm, 1979).

1. Sistemi caratterizzati da agricoltura itinerante
2. Sistemi colturali semipermanenti in asciutto
3. Sistemi colturali permanenti in asciutto
4. Colture irrigue
5. Colture perenni
6. Pascolo
7. Sistemi con pascoli temporanei (seminativi e pascoli in alternanza)

Questi sistemi sono in continuo mutamento, dovuto a migrazioni di popolazione, disponibilità delle risorse, degrado ambientale, crescita o stasi economica, mutamenti politici, ecc. Questi cambiamenti si possono spiegare con le risposte dei coltivatori alle variazioni dell'ambiente fisico, dei prezzi dei fattori di produzione e dei prodotti, dell'innovazione tecnologica e della crescita della popolazione.

La realizzazione di un impianto fotovoltaico all'interno di un contesto agricolo, rappresenta di fatto un ulteriore mutamento di questi sistemi poiché introduce delle variabili del tutto nuove tali da generare un riassetto strutturale nelle dinamiche dell'agroecosistema rispetto alla condizione originale. Tali variazioni sono dovute principalmente a:

- riduzione della radiazione diretta a disposizione delle colture;
- limitazioni al movimento delle macchine agricole per l'ingombro delle strutture di sostegno.

Tale condizione, comunque, è già ampiamente conosciuta nella scienza delle coltivazioni, in quanto tipica delle consociazioni colturali tra specie erbacee e arboree, molto frequenti nel passato e dei sistemi agro-forestali che, per ragioni differenti, stanno diffondendosi in molti areali produttivi.

La copertura totale o parziale di una coltura con pannelli fotovoltaici determina una modificazione della radiazione diretta a disposizione delle colture e, in minor misura, le altre condizioni microclimatiche (Marrou et al., 2013a). Tale modificazione, strettamente correlata dalla densità di copertura, influenzerà la produzione delle differenti colture a seconda di una serie di aspetti, quali:

- fabbisogno di luce della coltura;
- tolleranza all'ombreggiamento;
- altezza della coltura;
- distribuzione spaziale della "canopy" della coltura;
- stagionalità dell'attività fotosintetica della coltura.

La densità di copertura, quindi, dovrà essere determinata al fine di garantire un corretto equilibrio tra efficiente produzione di energia elettrica e redditività dell'utilizzazione agricola.

Anche la struttura di sostegno della copertura fotovoltaica andrà ad interagire con le pratiche di coltivazione, risultando più o meno impattante a secondo del "layout" di disposizione della coltura in campo. Una specie seminata ad elevata densità colturale (foraggere, cereali, oleaginose, leguminose da granella, piante da fibra, ecc.) risentirà maggiormente degli ostacoli dovuti dalla struttura rispetto ad una specie caratterizzata da bassa densità colturale, disposta a filari (fruttiferi, vite, ortive coltivate con tutori), che frequentemente si giova di strutture di sostegno per se stessa o per l'impianti di irrigazione (irrigazione localizzata, irrigazione antibrina) o di protezione (reti antigrandine).

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

Da considerare inoltre che un'opportuna regolazione della pendenza dei pannelli durante la stagione colturale potrebbe garantire l'ottimizzazione della coesistenza del pannello solare sopra la coltura agraria (Dupraz et al., 2011). La copertura fotovoltaica potrebbe anche proteggere le colture da fenomeni climatici avversi (grandine, gelo, forti piogge) e, nei periodi di maggiore radiazione, una protezione data dal pannello può anche ridurre il verificarsi dello stress idrico, per la riduzione della evapotraspirazione delle colture.

## 4.2 Descrizione dell'azienda agricole coinvolte e uso attuale dei suoli

### 4.2.1 AZIENDA AGRICOLA "TANCA DE IS PIRAS SOCIETA' SEMPLICE AGRICOLA"

#### Dati anagrafici aziendali

<b>Denominazione</b>	TANCA DE IS PIRAS SOCIETA' SEMPLICE AGRICOLA
<b>Forma giuridica</b>	SOCIETA' SEMPLICI, IRREGOLARI O DI FATTO
<b>Codice ATECO</b>	01-50-00 Coltivazioni agricole associati all' allevamento di animali: attività mista

#### Orientamento Tecnico – Economico – OTE

<b>OTE 482</b>	Aziende con ovini e bovini combinati
<b>Dimensione</b>	191.407,69 €
<b>Ettari complessivi dell'azienda (Ha,Aa,Ca)</b>	186.34.48
<b>N Particelle</b>	48
<b>COLTURE/SPECIE</b>	
Pascoli magri	
Erbai temporanei	
Altre piante foraggiere	
Oliveti per la produzione di olive da olio	
Altri caprini	
Altre vacche	
Altri ovini	

#### Elenco particelle catastali incluse all'interno del sistema agrivoltaico

Foglio	Particella	Qualità	Classe	Superficie catastale (ha.a.ca)	Superficie condotta (ha.a.ca)	R.D	R.A
41	00047			04.23.60	04.17.44		
41	00067			05.43.30	05.51.02		
41	00069			09.52.20	09.34.82		
41	00070			01.84.50	01.75.35		

				<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 74 di 152			
--	--	--	--	---	----------------------------	--	--	--

41	00080			00.08.30	00.07.26		
41	00093			01.83.00	01.81.16		
41	00122			02.76.90	02.77.56		
41	00123			03.30.40	03.30.33		
41	00134			00.32.65	00.33.81		
41	00153			00.49.90	00.50.91		
41	00155			00.89.80	00.86.16		
41	00157			00.13.25	00.12.87		
41	00159			00.28.12	00.20.00		
41	00163			00.25.45	00.21.76		
41	00176			04.68.32	04.60.46		
41	00178			08.27.84	08.34.82		

Composizione zootecnica

Specie allevata	Modalità allevamento	Tipo di produzione	Tipo di allevamento	Numero capi per tipologia, età		
				Capi medio	Maschi adulti	Femmine adulte
Bovini	Estensivo	Misto	Bufali e bufalini	50		
Ovini	Estensivo	Misto	Ovini e caprini	376	8	303
Caprini	Estensivo	Misto	Ovini e caprini	12	1	11

Legami associativi

Denominazione	Tipologia di Organismo e adesione	Attività dell'organismo collettivo

Piano di coltivazione particelle catastali coinvolte nel progetto agrivoltaico

Foglio	Particella	Destinazione d'uso	Superficie agricola (Ha.Aa. Ca)	Semina: Epoca Tipo		Potenzialità irrigua
				Colt. Princ.	Rotaz. Colt.	Tipologia impianto di irrigazione
41	00047	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale – non permanente 044 = misto	04.08.65	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
41	00067	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale – non permanente 044 = misto	05.01.51	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
		218= pascolo con roccia affiorante tara 20% 002 = da foraggio 009 = pascolo magro non avvicendato per almeno 5 anni – permanente	00.44.35			
NO	N.D.					
615= coltivazioni arboree specializzate	00.05.15					
			NO	N.D.		
41	00069	218= pascolo con roccia affiorante tara 20% 002 = da foraggio 009 = pascolo magro non avvicendato per almeno 5 anni – permanente	00.38.59			
				NO	N.D.	
		800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale – non permanente 044 = misto	09.21.43	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
615= margini dei campi	00.07.11					
			NO	N.D.		

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 76 di 152
--	---	----------------------------

41	00070	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	01.28.59	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
		NO		Seminativo		
41	00072	218= pascolo con roccia affiorante tara 20% 002 = da foraggio 009 = pascolo magro non avvicendato per almeno 5 anni - permanente	00.46.74			
		NO		N.D.		
41	00072	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	03.84.41	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
		NO		Seminativo		
		218= pascolo con roccia affiorante tara 20% 002 = da foraggio 009 = pascolo magro non avvicendato per almeno 5 anni - permanente	00.05.04			NO
		NO		N.D.		
780= uso non agricolo - tare	00.06.16					
NO	N. D.					
41	00080	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	00.05.62	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
		NO		Seminativo		
41	00093	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	01.77.19	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
		NO		Seminativo		
		788= siepi e fasce alberate	00.03.97			
NO	N.D.					
41	00122	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	02.66.09	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
		NO		Seminativo		
			00.11.30			

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 77 di 152
--	---	----------------------------

		615= margini dei campi		NO	N. D.	
41	00123	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	03.16.46	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
		788= siepi e fasce alberate	00.10.14			
				NO	N. D.	
41	00134	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	00.27.25	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
41	00153	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	00.49.63	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
41	00155	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	00.86.16	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
41	00157	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	00.12.87	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
41	00159	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	00.19.32	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
41	00163	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	00.21.75	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
41	00176	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = misto	04.43.03	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	Seminativo	
		615= margini dei campi	00.07.47			
				NO	N.D.	

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 78 di 152
--	---	----------------------------

<b>41</b>	<b>00178</b>	800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale – non permanente 044 = misto	07.62.63	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		NO
				NO	N.D.	
		218= pascolo con roccia affiorante tara 20% 002 = da foraggio 009 = pascolo magro non avvicendato per almeno 5 anni – permanente	00.15.45			
				NO	N.D.	
		788= siepi e fasce alberate	00.07.06			
				NO	N.D.	
<b>Superficie agricola utilizzata S.A.U</b>		43.69.64				
<b>Superficie Improduttiva e Tare Ha</b>		00.47.05				
<b>Superficie Totale</b>		44.16.69				

#### 4.2.2 AZIENDA AGRICOLA "PIRAS ATTILIO"

##### Dati anagrafici aziendali

<b>Denominazione</b>	PIRAS ATTILIO
<b>Forma giuridica</b>	DITTA INDIVIDUALE
<b>Codice ATECO</b>	01-21-00 Allevamento di bovini e bufalini produzione di latte crudo

##### Orientamento Tecnico – Economico – OTE

<b>OTE 166</b>	Aziende con diverse colture di seminativi combinate
<b>Dimensione</b>	40.594,53 €
<b>Ettari complessivi dell'azienda (Ha,Aa,Ca)</b>	59.32.64
<b>N Particelle</b>	13
<b>COLTURE/SPECIE</b>	
Pascoli magri	
Erba temporanei	
Altre piante foraggiere	
Oliveti per la produzione di olive da olio	

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 79 di 152
--	---	----------------------------

Altre vacche

Elenco particelle catastali incluse all'interno del sistema agrivoltaico

Foglio	Particella	Qualità	Classe	Superficie catastale (ha.a.ca)	Superficie condotta (ha.a.ca)	R.D	R.A
41	00007			23.72.90	23.53.73		
41	00161			02.04.60	02.00.19		

Composizione zootecnica

Specie allevata	Modalità allevamento	Tipo di produzione	Tipo di allevamento	Numero capi per tipologia, età		
				Capi medio	Maschi adulti	Femmine adulte
Bovini		Carne	Bovini e bufalini	25		
Suini	Intensivo	Produzione da ingrasso	Siudi			

Legami associativi

Denominazione	Tipologia di Organismo e adesione	Attività dell'organismo collettivo

Foglio	Particella	Destinazione d'uso	Superficie agricola (Ha.Aa. Ca)	Semina: Epoca Tipo		Potenzialità irrigua
				Colt. Princ.	Rotaz. Colt.	Tipologia impianto di irrigazione
41	00007	420= olivo 0002= da olio 053 = olianedda	00.98.54			NO
				NO	N.D.	

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 80 di 152
--	---	----------------------------

		899= prato pascolo 0002= da foraggio 009 = avvicendato non- permanente 043= di leguminose	07.00.53	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE	NO	
				NO	Seminativo	
		800= erbaio 002 = da foraggio 050 = annuale - non permanente 044 = di leguminose	15..34.05	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE	NO	
				NO	Seminativo	
<b>41</b>	<b>00161</b>	899= prato pascolo 0002= da foraggio 009 = avvicendato non- permanente 043= di leguminose	01.68.00	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE	NO	
				NO	Seminativo	Non irriguo
		218= pascolo con roccia affiorante tara 20% 002 = da foraggio 009 = pascolo magro non avvicendato per almeno 5 anni - permanente	00.32.19			NO
				NO	N.D.	
<b>Superficie agricola utilizzata S.A.U</b>			25.33.31			
<b>Superficie Improduttiva e Tare Ha</b>			00.00.00			
<b>Superficie Totale</b>			25.33.31			

Elenco particelle catastali incluse all'interno del sistema agrivoltaico ma riportate all'interno dei fascicoli aziendali. L' estensione è stata ottenuta dalla perimetrazione, in ambiente GIS, dello strato informativo catastale.

Foglio	Particella	Qualità	Classe	Superficie catastale (ha.a.ca)	Superficie condotta (ha.a.ca)	R.D	R.A
41	00081			00.28.75			
41	00082			00.02.49			

#### 4.2.2.1 Calcolo della produzione standard ante operam

Il calcolo della produzione standard sia nella fase di ante operam che di quella post operam si basa sui dati forniti dal RICA per la regione Sardegna.

La Rete di Informazione Contabile Agricola (R.I.C.A.) è una indagine campionaria annuale istituita dalla Commissione Economica Europea nel 1965, con il Regolamento CEE 79/56 e aggiornata con

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 81 di 152
--	---	----------------------------

il Reg. CE 1217/2009 e s.m.i. Essa viene svolta, in Italia a partire dal 1968, con un'impostazione analoga in tutti i Paesi Membri dell'Unione Europea e rappresenta l'unica fonte armonizzata di dati microeconomici sull'evoluzione dei redditi e sulle dinamiche economico-strutturali delle aziende agricole. L'indagine RICA non rappresenta tutto l'universo delle aziende agricole censite in un determinato territorio, ma solo quelle che, per la loro dimensione economica, possono essere considerate professionali ed orientate al mercato. La disponibilità di dati attendibili a livello aziendale in tutta l'UE è essenziale per fornire ai responsabili politici una base solida su cui prendere decisioni consapevoli. La tipologia comunitaria è fondata sulla dimensione economica e sull'orientamento tecnico-economico, che devono essere determinati sulla base di un criterio economico. Fino all'anno 2009 questo criterio è stato identificato nel Reddito Lordo Standard (RLS), mentre a partire dal 2010 è coinciso con la Produzione Standard (PS)

Il calcolo della produzione standard si basa sui gli ultimi dati a disposizione del 2017, riportati in tabella 2 e consultabili al seguente link <https://rica.crea.gov.it/redditi-lordi-standard-rls-e-produzioni-standard-ps-210.php>

*Tabella 2 - PS 2017 Regione Sardegna*

Rubrica_RICA	Descrizione Rubrica	SOC_EUR	UM
D01	Frumento tenero e spelta	632	EUR_per_ha
D02	Frumento duro	935	EUR_per_ha
D03	Segale	550	EUR_per_ha
D04	Orzo	698	EUR_per_ha
D05	Avena	460	EUR_per_ha
D06	Mais	1.508	EUR_per_ha
D07	Riso	1.608	EUR_per_ha
D08	Altri cereali da granella (sorgo, miglio, panico, farro, ecc.)	1.020	EUR_per_ha
D09	Leguminose da granella - totale	1.307	EUR_per_ha
D09A	Leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	1.026	EUR_per_ha
D10	Patate (comprese le patate primaticce e da semina)	10.085	EUR_per_ha
D11	Barbabietola da zucchero	2.386	EUR_per_ha
D12	Piante sarchiate foraggere	3.827	EUR_per_ha
D14	Orticole - all'aperto	15.191	EUR_per_ha
D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	11.594	EUR_per_ha
D14B	Orticole - all'aperto - in orto industriale	19.233	EUR_per_ha
D15	Orticole - in serra	33.459	EUR_per_ha
D16	Fiori e piante ornamentali - all'aperto	98.670	EUR_per_ha
D17	Fiori e piante ornamentali - in serra	187.154	EUR_per_ha
D18	Piante raccolte verdi	892	EUR_per_ha
D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.) (erbai)	751	EUR_per_ha
D18B	Altre foraggere avvicendate	222	EUR_per_ha
D18C	Altre foraggere: Mais verde	1.344	EUR_per_ha
D18D	Altre foraggere: Leguminose	418	EUR_per_ha

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 82 di 152
--	---	----------------------------

D19	Semi e piantine seminativi	5.363	EUR_per_ha
D20	Altre colture per seminativi	1.145	EUR_per_ha
D21	Terreni a riposto o a set-aside senza aiuto	-	EUR_per_ha
D23	Tabacco	8.882	EUR_per_ha
D24	Luppolo	10.175	EUR_per_ha
D25	Cotone	1.400	EUR_per_ha
D26	Colza e ravizzone	326	EUR_per_ha
D27	Girasole	570	EUR_per_ha
D28	Soia	872	EUR_per_ha
D29	Lino da olio	1.819	EUR_per_ha
D30	Altre oleaginose erbacee	2.310	EUR_per_ha
D31	Lino da fibra	1.195	EUR_per_ha
D32	Canapa	1.169	EUR_per_ha
D33	Altre colture tessili	1.152	EUR_per_ha
D34	Piante aromatiche, medicinali e da condimento	28.890	EUR_per_ha
D35	Altre piante industriali	1.760	EUR_per_ha
F01	Prati permanenti e pascoli	360	EUR_per_ha
F02	Pascoli magri	132	EUR_per_ha
F03	Prati e pascoli permanenti non in uso	-	EUR_per_ha
F04	Orti familiari	-	EUR_per_ha
G01A	Frutteti - di origine temperata	5.808	EUR_per_ha
G01B	Frutteti - di origine sub-tropicale	11.364	EUR_per_ha
G01C	Frutteti - frutta a guscio	5.171	EUR_per_ha
G01D	Bacche (piccoli frutti)	11.550	EUR_per_ha
G01E	Pomacee	7.047	EUR_per_ha
G01F	Drupacee	5.122	EUR_per_ha
G02	Agrumeti	5.909	EUR_per_ha
G03A	Oliveti - per olive da tavola	1.790	EUR_per_ha
G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548	EUR_per_ha
G04A	Vigneti - per uva da vino di qualità DOP	9.487	EUR_per_ha
G04B	Vigneti - per uva da vino comune	6.613	EUR_per_ha
G04C	Vigneti - per uva da tavola	4.695	EUR_per_ha
G04D	Vigneti per uva passa	12.250	EUR_per_ha
G04E	Vigneti - per uva da vino di qualità IGP	9.487	EUR_per_ha
G04F	Vigneti da vino	8.474	EUR_per_ha
G05	Vivai	48.181	EUR_per_ha
G06	Altre colture permanenti - Alberi di Natale	1.860	EUR_per_ha
G06	Altre colture permanenti	1.860	EUR_per_ha
G07	Colture permanenti in serra (Frutteti - di or.temp.)	26.594	EUR_per_ha

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 83 di 152
--	---	----------------------------

J02	Funghi coltivati sotto copertura (100 mq) - 7,2 raccolti	38.556	EUR_per_100_m2
J01	Equini	-	EUR_per_capo
J02	Bovini maschi e femmine meno di 1 anno	1.131	EUR_per_capo
J03	Bovini maschi da 1 a meno di 2 anni	485	EUR_per_capo
J04	Bovini femmine da 1 a meno di 2 anni	372	EUR_per_capo
J05	Bovini maschii d 2 anni e più	848	EUR_per_capo
J06	Giovenche di 2 anni e più anni	399	EUR_per_capo
J07	Vacche da latte	2.468	EUR_per_capo
J08	Altre vacche (vacche nutrici, vacche da riforma)	838	EUR_per_capo
J09A	Pecore	316	EUR_per_capo
J09B	Ovini - altri (arieti e agnelli)	164	EUR_per_capo
J10A	Capre	388	EUR_per_capo
J10B	Caprini - altri	83	EUR_per_capo
J11	Suini - lattonzoli < 20 Kg	441	EUR_per_capo
J12	Suini - scrofe da riproduzione > 50 Kg	1.834	EUR_per_capo
J13	Suini - altri (verri e suini da ingrasso > 20 Kg)	712	EUR_per_capo
J14	Polli da carne (broilers)	2.068	EUR_per_100_capi
J15	Galline ovaiole	3.058	EUR_per_100_capi
J16A	Tacchini	5.420	EUR_per_100_capi
J16B	Oche	2.893	EUR_per_100_capi
J16B	Anatre	3.156	EUR_per_100_capi
J16C	Struzzi	52.500	EUR_per_100_capi
J16D	Altro pollame (faraone, ecc.)	1.110	EUR_per_100_capi
J17	Conigli - fattrici	65	EUR_per_capo
J18	Api (alveare)	190	EUR_per_alveare
J19	Vacche	1.680	EUR_per_capo
J20	Bufale	2.468	EUR_per_capo

Segue il calcolo della produzione standard (PS) per le superfici catastali coinvolte in progetto sulla base degli indirizzi produttivi riportati nei fascicoli aziendali per l'anno 2023 delle informazioni ottenute dagli imprenditori agricoli.

<b>Particella 00007</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
00.98.54	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	1.525,40 €
07.00.53	Prati pascoli permanenti	360,00 €	2.521,91 €
15.34.05	Erbai *	751,00 €	11.520,72 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 84 di 152
--	---	----------------------------

<b>Particella 00047</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
04.08.65	Erbai *	751,00 €	3.068,96 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.

<b>Particella 00067</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.05.15	Coltivazioni arboree	1.860,00 €	95,79 €
00.44.35	Pascoli magri	132,00 €	58,54 €
05.01.51	Erbai *	751,00 €	3.766,34 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.

<b>Particella 00069</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
09.21.43	Erbai *	751,00 €	6.919,94 €
00.38.59	Pascoli magri	132,00 €	50,94 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.

<b>Particella 00070</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.28.59	Erbai *	751,00 €	965,71 €
00.46.74	Pascoli magri	132,00 €	61,70 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.

<b>Particella 00072</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.28.59	Erbai *	751,00 €	2.886,92 €
00.46.74	Pascoli magri	132,00 €	6,65 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.

<b>Particella 00079</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.38.20	Erbai *	751,00 €	286,88 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 85 di 152
--	---	----------------------------

<b>Particella 00080</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.05.62	Erbai *	751,00 €	42,21 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00081</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.28.75	Erbai *	751,00 €	210,95 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00082</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.01.30	Erbai *	751,00 €	9,76 €
00.01.19	Siepi e fasce alberate	00,00 €	00,00 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00093</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.77.19	Erbai *	751,00 €	1.330,70 €
00.03.97	Siepi e fasce alberate	00,00 €	00,00 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00122</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.66.09	Erbai *	751,00 €	1.998,34 €
00.11.30	Margini dei campi	00,00 €	00,00 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00123</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
03.16.46	Erbai *	751,00 €	2.376,61 €
00.10.14	Siepi e fasce alberate	00,00 €	00,00 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 86 di 152
--	---	----------------------------

<b>Particella 00134</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.27.25	Erbai *	751,00 €	204,65 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00153</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.49.63	Erbai *	751,00 €	372,72 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00155</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.86.16	Erbai *	751,00 €	647,06 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00157</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.12.87	Erbai *	751,00 €	96,65 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00159</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.19.32	Erbai *	751,00 €	145,09 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00161</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.32.19	Pascoli magri	132,00 €	42,49 €
01.68.00	Prati pascoli	360,00 €	604,80 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

<b>Particella 00163</b>			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.21.75	Erbai *	751,00 €	163,34 €
* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.			

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 87 di 152
--	---	----------------------------

<b>Particella 00176</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
04.43.03	Erbai *	751,00 €	3.327,16 €
00.07.47	Margine dei campi	00,00 €	00,00 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato.

<b>Particella 00178</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
00.15.45	Pascoli magri	132,00 €	20,39 €
07.62.63	Erbai *	751,00 €	5.727,35 €
00.07.06	Siepi e fasce alberate	00,00 €	00,00 €

\* Nella stagione autunno vernina la coltura viene utilizzata come foraggio verde direttamente pascolata dagli ovini. Nella stagione primaverile la coltura può essere sottoposta a sfalcio per la produzione di foraggio stagionato

<b>Produzione Standard (PS) ante operam</b>				
<b>Particella</b>	<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
7	00.98.54	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	1.525,40 €
	07.00.53	Prati pascoli	360,00 €	2.521,91 €
	15.34.05	Erbai	751,00 €	11.520,72 €
47	04.08.65	Erbai	751,00 €	3.068,96 €
67	00.05.15	Coltivazioni arboree	1.860,00 €	95,79 €
	00.44.35	Pascoli magri	132,00 €	58,54 €
	05.01.51	Erbai	751,00 €	3.766,34 €
69	09.21.43	Erbai	751,00 €	6.919,94 €
	00.38.59	Pascoli magri	132,00 €	50,94 €
70	01.28.59	Erbai	751,00 €	965,71 €
	00.46.74	Pascoli magri	132,00 €	61,70 €
72	01.28.59	Erbai	751,00 €	2.886,92 €
	00.46.74	Pascoli magri	132,00 €	6,65 €
79	00.38.20	Erbai	751,00 €	286,88 €
80	00.05.62	Erbai	751,00 €	42,21 €
81	00.28.75	Erbai	751,00 €	210,95 €
82	00.01.30	Erbai	751,00 €	9,76 €

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 88 di 152
--	---	----------------------------

93	01.77.19	Erbai	751,00 €	1.330,70 €
122	02.66.09	Erbai	751,00 €	1.998,34 €
123	03.16.46	Erbai	751,00 €	2.376,61 €
134	00.27.25	Erbai	751,00 €	204,65 €
153	00.49.63	Erbai	751,00 €	372,72 €
155	00.86.16	Erbai	751,00 €	647,06 €
157	00.12.87	Erbai	751,00 €	96,65 €
159	00.19.32	Erbai	751,00 €	145,09 €
161	00.32.19	Pascoli magri	132,00 €	42,49 €
	01.68.00	Prati pascoli	360,00 €	604,80 €
163	00.21.75	Erbai	751,00 €	163,34 €
176	04.43.03	Erbai	751,00 €	3.327,16 €
178	00.15.45	Pascoli magri	132,00 €	20,39 €
	07.62.63	Erbai	751,00 €	5.727,35 €
<b>TOTALE</b>	<b>72.89.47</b>			<b>51.656,44 €</b>

In totale si stima che per l'annata 2023 la produzione standard delle superfici coinvolte nel progetto sia stata pari a 51.656,44 € su una superficie agricola corrispondente a circa 72.89.47 Ha.

### **4.3 Progettazione dell'Agrivoltaico "Prangili"**

Il modello che si propone si basa su di una integrazione equilibrata sostenibile tra agricoltura, ambiente ed energia che sarà trattato di seguito nei prossimi paragrafi. Nello specifico verranno descritte le colture e le attività zootecniche che si intende sviluppare all'interno del sistema agrivoltaico indicando le aree predisposte ad ospitarle.

#### **4.3.1 Piano di coltivazione**

##### 4.3.1.1 Oliveto

L'olivicoltura riveste in Sardegna un'importanza rilevante non solo sotto il profilo economico ma anche per alcuni aspetti legati alla storia, alle tradizioni, al paesaggio e alla complessiva salvaguardia del territorio.

In linea col trend nazionale, l'olivo rappresenta l'unica coltura arborea con tendenza espansiva, coprendo l'1,-1,8% della superficie regionale.

La coltivazione è presente in quasi tutti i comuni dell'Isola, con una diffusione "a macchie di leopardo" e con aree di concentrazione consolidate nel tempo come l'area vasta del Sassarese, il Parteolla, la zona di Oliena, il Montiferru, il Linas e altre ancora. L'olivo predilige i climi temperato-caldi con precipitazioni non abbondanti ma elevata illuminazione; mal sopporta gli abbassamenti di

temperatura invernali, specie se duraturi, ed anche eccessiva siccità. Si adatta a tutti i tipi di terreno anche se fortemente calcarei, resiste fino al 20% di calcare attivo, purché senza ristagni idrici nelle zone esplorate dalle radici.

La gran parte degli oliveti sardi (85 % e oltre) rientra in una tipologia “tradizionale”: ampie distanze di piantagione, presenza in coltura di varietà locali, gestione del suolo minimale con assenza di apporti irrigui estivi, forma di allevamento riconducibile ad un vaso più o meno espanso che, spesso, diventa un globo a causa dei mancati interventi di potatura. Il sesto di impianto pertanto varia da 8x8 a 10x10 metri e di conseguenza il numero di piante per ettaro risulta compreso tra 100 e 130 unità.

Negli impianti intensivi dell'olivicoltura più recente (quella sviluppatasi negli ultimi venti anni) il numero di piante per ettaro è più elevato (da 200 a oltre 400) e le forme di allevamento diverse; tra tutte quella che ha dato i migliori risultati in termini economici e gestionali è senza dubbio il vaso policonico.

In un contesto agricolo tradizionale la progettazione di un oliveto dipende solitamente dallo schema colturale che si intende adottare, influenzata a sua volta dalle disponibilità irrigue e dai caratteri pedo ambientali delle superfici agricole.

In un sistema ibrido come l'agro-voltaico entrano in gioco altre variabili da tenere in considerazione nelle fasi di pianificazione quali l'ingombro degli inseguitori solari e le esigenze di esposizione luminosa per la produzione energetica.

Nel seguente progetto la realizzazione della coltura arborea non verrà avvicinata agli inseguitori, ma sviluppata nelle superfici adiacenti dall'impianto incluse comunque all'interno del sistema agrivoltaico avanzato.

Il modello colturale verrà impostato su bassi input sarà ecosostenibile e caratterizzato da soluzioni pratiche e semplici che possono essere soggette a modifiche in corso d'opera a seconda delle esigenze.

Per quanto riguarda gli impianti di nuova formazione in considerazione delle caratteristiche pedo-morfologiche delle superfici, della cultivar e della forma di allevamento adottata si ritiene opportuno sviluppare un sesto di impianto di 6x6, pertanto con una distanza di 6 metri tra le fila e una distanza tra le piante di 6 metri. Nel complesso la superficie totale in cui potrà realizzarsi l'oliveto avrà una estensione pari a circa 2,97 ha con un investimento totale di piante compreso tra 770/800 unità circa 260/270 piante ad ettaro. In questa fase non si tiene conto della configurazione geometrica delle superfici interessate ma si prende in considerazione l'estensione delle superfici disponibili da indirizzare alla coltura. Pertanto, il numero di giovani esemplari da piantumare è ritenuto una stima approssimativa soggetta a variazioni. La forma di allevamento adottata dovrà essere il vaso policonico, la più adatta in base al contesto vigente, che consenta di tenere una forma bassa al fine di favorire la raccolta manuale o semimeccanizzata.

Come portainnesti possono essere utilizzati gli oleastri (da olivo selvatico, usati nel tempo) e gli olivastri (provenienti da cultivar rustiche e vigorose).

Nella scelta delle varietà si propende l'utilizzo della Nera di Oliena conosciuta anche come Tonda di Villacidro, Ogliastrina o oliva Terza in continuità con la linea variatale presente nei fondi agricoli e le tipicità territoriali. La Nera di Oliena è una delle cultivar minori di maggiore diffusione: oltre al territorio

di Oliena è presente in Ogliastro, nell'Oristanese, nel Medio Campidano (Guspinese-Villacidrese), in varie zone della Provincia di Cagliari, in particolare nel Parteolla.

È una cultivar di media vigoria, a portamento espanso, con foglie ellittiche, piane, di medio sviluppo, colore verde intenso e scuro. Le olive sono di pezzatura medio grande (4,5- 5g), forma leggermente sferica, e simmetrica. L'apice della drupa è arrotondato con la presenza di un umbone. La superficie è cosparsa di numerose lenticelle di grandi dimensioni. L'invasatura (colorazione della buccia del frutto) procede uniformemente su tutta la drupa che a maturità è nera. È una cultivar tardiva. Tradizionalmente usata per l'estrazione dell'olio, in grado di dare buone rese e ottime caratteristiche dell'olio, ricco di polifenoli. Le drupe di maggiore pezzatura sono spesso destinate alla trasformazione come olive da mensa, sia verdi sia nere. La sua caratteristica più interessante è la resistenza al freddo. Non presenta particolari caratteri di resistenza o sensibilità alle principali avversità.

Per quanto riguarda la gestione dell'irrigazione l'impianto sarà sviluppato in irriguo, questo potrà garantire alle piante un adeguato supporto anche nelle prime fasi di avviamento, le più critiche per quanto riguarda lo stress idrico. Sebbene l'olivo possa produrre anche in assenza di apporto idrico, la specie si giova enormemente di questa pratica agronomica che consente di incrementare in maniera importante le produzioni delle piante. L'olivo è particolarmente sensibile alla carenza idrica in fase di accrescimento dei nuovi rami al risveglio vegetativo, fioritura allegazione e accrescimento dei frutti. Nella progettazione del sistema agro-voltaico si prevede l'autoapprovvigionamento.

Il sistema di irrigazione più adatto è quello a goccia con ala singola gocciolante, superficiale, auto compensante in PE su unica linea disposta sopra il piano di campagna, al centro del filare produttivo. La portata dell'ala sarà adeguata alla tessitura del terreno così come il numero e la distanza dei gocciolatoi con portata nominale da 0,7/3,5 litri/ora.

L'ala singola superficiale è una soluzione pratica poiché permette l'ispezione periodica del tubo e la tempestiva risoluzione di rotture accidentali o malfunzionamenti. Inoltre, la posizione centrale del tubo nella parete non disturba la macchina nelle operazioni colturali. Di contro si avrà una riduzione dell'efficienza irrigua rispetto ai sistemi di subirrigazione a seguito dell'evaporazione dell'acqua che non partecipa all'idratazione del terreno.

I volumi irrigui dipendono da un insieme di fattori quali le caratteristiche del terreno, il portinnesto, la cultivar, il microclima dell'areale di coltivazione, la fase fenologica della coltura, andamento climatico, presenza o meno dell'inerbimento, qualità dell'acqua, efficienza impiantistica e capacità gestionale, densità dell'impianto.

In linea generale possono essere raggiunti volumi irrigui compresi tra 700 e 2000 m<sup>3</sup>/ha per stagione irrigua. Il fabbisogno idrico dell'impianto arboreo potrà essere monitorato e calibrato su misura attraverso l'integrazione dei modelli di Agricoltura 4.0.

In fase di preimpianto, è richiesto un miglioramento fondiario una ripuntatura allo scopo di fessurare il terreno e facilitare l'eventuale sgrondo delle acque in caso di pioggia, con apposito attrezzo(ripper). Successivamente si prevede una prima aratura, una concimazione di fondo (concime NPK e letame maturo) e un passaggio di affinamento funzionale per rendere il terreno uniforme, libero da infestanti

e per completare l'interramento della concimazione di fondo preimpianto.

Nella messa a dimora l'epoca di impianto deve permettere alla pianta il perfetto attecchimento e la lignificazione degli organi epigei, la certezza della immediata e continua disponibilità idrica per facilitare la colonizzazione delle radici del terreno, il corretto allineamento e l'adeguata profondità di piantagione.

Il periodo migliore per la messa a dimora è compreso tra marzo ed aprile onde evitare i freddi intensi. È importante che ogni pianta sia provvista di un protettore in policarbonato (shelter) e munita di un tutore di sostegno in bambù da 80cm fondamentali nei primi due anni durante la lignificazione del fusto. Lo shelter crea le condizioni ideali per lo sviluppo della pianta e la protegge da parassiti, roditori, trattamenti erbicidi e danneggiamenti meccanici. La messa a dimora potrà avvenire già dalle prime fasi di realizzazione dell'impianto agrivoltaico. Nelle fasi di post impianto si prevedono ispezioni periodiche finalizzate alla sostituzione delle fallanze, rinalzature e al ripristino di tutori e shelter.

Per quanto riguarda la gestione del suolo si prevede l'inerbimento artificiale. L'inerbimento è una tecnica colturale a basso impatto ambientale priva di lavorazioni meccaniche e prevede la crescita del cotico erboso a seguito di una semina con diverse specie auto riseminanti, che viene sottoposto a sfalcio periodico. La gestione del cotico erboso può essere effettuata con macchina trinciatrice nei primi anni di avviamento dell'impianto, successivamente potranno anche essere pascolati dalle greggi. Gli sfalci possono assolvere alla funzione di pacciamante o utilizzati come foraggi per gli ovini.

Questa pratica porta molteplici vantaggi in ottica di miglioramento degli ecosistemi agricoli e di protezione del suolo poiché: migliora la struttura del suolo e la penetrazione dell'acqua perché l'aggiunta di materia organica e di radici aumenta l'aereazione e la percentuale di aggregati idrostabili; previene l'erosione del suolo, diffondendo e rallentando il movimento dell'acqua in superficie; migliora la fertilità del suolo, aggiungendo materia organica al terreno durante la decomposizione e rendendo i nutrienti più disponibili attraverso la fissazione dell'azoto; aiuta il controllo degli insetti dannosi, fornendo habitat a predatori e parassitoidi; modifica microclima e temperatura, mediante la riflessione della luce solare e calore, ed incrementando l'umidità nella stagione estiva; diminuisce la competizione tra coltura principale e malerbe; riduce la temperatura del suolo. La scelta del potenziale miscuglio delle sementi da adoperare è il medesimo di quello che verrà utilizzato per la realizzazione dei prati pascolo permanenti

Nella gestione del cotico si può attendere che le specie erbacee presenti giungano a fioritura in modo tale che questi spazi possono rappresentare dell'aree di interesse apistico e di miglioramento ecologico. Nella gestione della nutrizione le analisi chimiche del terreno e i monitoraggi pedologici previsti saranno necessari per sviluppare all'occorrenza piani di concimazioni naturali adeguati l'uso di ed evitando di intervenire nei periodi di massimo sviluppo della flora spontanea che caratterizza il cotico erboso.

La raccolta delle olive potrà essere manuale o semimeccanizzata attraverso l'ausilio di ganci o pettini oscillanti che, azionati da compressori permettono di raddoppiare la resa oraria.

#### 4.3.1.2 Fasce produttive a mirto

Al fine di mitigare l'impatto visivo dei pannelli solari si prevede la realizzazione di una fascia arbustiva lungo il perimetro del sistema agrivoltaico composto da olivastro, lentisco, fillirea e mirto. La siepe avrà la funzione di dare conformità al paesaggio agricolo, rafforzare la connettività ecologica ma al tempo stesso consentirà di aumentare la produttiva del sistema agrivoltaico attraverso la commercializzazione delle bacche di mirto.

Il mirto (*Myrtus communis* L.) appartiene alla famiglia delle Myrtaceae di cui fanno parte circa 100 generi e 3000 specie diffuse nelle regioni temperate, tropicali e subtropicali (Camarda e Valsecchi, 1983). Il mirto è un arbusto sempreverde tipico della macchia mediterranea caratteristica per la sua fioritura estiva, per il colore verde intenso delle foglie, il tipico aroma sprigionato e l'utilizzo dei suoi frutti adoperati per il noto liquore di mirto. L'altezza media della pianta varia tra i 0,5 e 3 m. Il portamento è generalmente assurgente. La fioritura avviene tra maggio e giugno. I frutti sono bacche carnose globose, ovoidali, ellissoidali o piriformi di colore variabile dal nero al blu che giungono a maturazione tra novembre e dicembre ed i frutti possono permanere sulle piante fino a marzo a seconda delle varietà.

Poiché la funziona principale della siepe sarà quella mitigativa lo schema colturale prevede una monofila con una distanza tra le piante di un metro. Per i dettagli strutturali si rimanda alla relazione botanica. Considerando la qualità del materiale vivaistico utilizzato, l'evoluzione ecologica che la fascia avrà nel tempo, eventuali fallanze e il numero di piante stimato in circa 4000 unità, facendo una stima prudenziale si prevede una produzione di un 1kg per pianta per un totale di circa 40 quintali che commercializzata ad un costo compreso tra 2.50 €/Kg - 3.50 €/kg potrebbe generare una rendita lorda stimata tra 10.000,00 € e 14.000,00 annui. Il valore commerciale della produzione è definito da valutazione tecniche pertanto decorrelato dalle stime RICA

#### 4.3.1.3 Prati pascolo permanenti per gli ovini

Nelle superfici attualmente coltivate e in alcune aree marginali prossime adiacenti alla vegetazione arbustive esistente che verrà mantenuta all'interno dell'impianto si prevede la realizzazione di prati pascolo permanenti per una superficie complessiva pari a circa 1,82 Ha. Il sistema agrivoltaico permette infatti la piena compatibilità con le attività di pascolo ovino conciliando contemporaneamente in questo modo l'utilizzo agro-zootecnico con la produzione energetica, mentre per quanto riguarda il pascolo bovino non potrà proseguire in quanto strutturalmente incompatibile.

Gli ovini potranno pascolare liberamente tra i pannelli solari e disporre di strutture utili a proteggerli dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare nel periodo estivo.

L'ombreggiamento dei pannelli facilita il mantenimento di valori di umidità maggiori, agevolando la crescita delle essenze erbacee, inoltre le attività di pascolo promuoveranno la concimazione naturale favorendo il mantenimento di un buon grado di fertilità dei suoli nel tempo. Tutte le piante hanno le stesse molecole ma quello che varia è il loro contenuto, quindi, ogni giorno, l'animale può formare la sua dieta scegliendo e selezionando le piante in base alla stagione. Le erbe dei pascoli sono infatti in continua evoluzione. Con l'accrescimento, cambiano colore, i profumi si attenuano, la pianta

diventa più legnosa e secca. Ogni erba ha un corredo polifenolico diverso e, quindi, più specie di erbe ci sono nel pascolo e nei fieni e più polifenoli ritroveremo nel latte e nella carne. L'animale avrà in tal modo una alimentazione meglio bilanciata.

L'inerbimento è una tecnica colturale a basso impatto ambientale priva di lavorazioni meccaniche e prevede la crescita spontanea e/o controllata del cotico erboso che viene consumato dal bestiame o sottoposto saltuariamente a sfalcio. La gestione del cotico erboso può essere effettuata con macchina trinciatrice. Gli sfalci periodici così ottenuti potranno essere utilizzati come foraggio fresco o stagionato per gli ovini.

Questa pratica porta molteplici vantaggi in ottica di miglioramento degli ecosistemi agricoli e di protezione del suolo. Infatti, consente di mantenere o incrementare il livello di sostanza organica del terreno, riduce la perdita di elementi nutritivi migliorandone la distribuzione e disponibilità e favorisce una maggiore e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana. Il cotico erboso rappresenta una protezione contro l'erosione, riduce il compattamento causato dalla circolazione dei mezzi meccanici, può facilitare le operazioni di manutenzione degli inseguitori solari. Nei terreni inerbiti la temperatura dell'aria in prossimità della superficie del suolo tende ad abbassarsi rispetto ai terreni lavorati. L'inerbimento realizzato dalla consociazione delle specie erbacee diverse influisce positivamente sull'equilibrio tra insetti nocivi e i loro nemici naturali, crea degli habitat ideali per gli insetti pronubi con un aumento dei livelli di biodiversità favorisce il controllo naturale delle specie infestanti pertanto non è previsto l'utilizzo di fitofarmaci.

Per la realizzazione del prato pascolo permanente si prevede un miscuglio di graminacee, leguminose selezionate autoriseminanti e compatibili con il contesto agro-ambientale attuale. Tale gestione del suolo permette l'assenza di lavorazioni meccaniche e ha come finalità il miglioramento dei pascoli, della qualità dei suoli e dell'ecosistema agricolo. Il successo di questa pratica dipenderà dal corretto insediamento del cotico erboso e dalla gestione del pascolamento.

La semina dovrà essere fatta all'inizio dell'autunno. La disponibilità di acqua nel letto di semina favorirà la germinazione dei semi e una rapida crescita delle radici. Nelle fasi preparatorie è richiesta una lavorazione minima del terreno con un'aratura leggera (10-20cm) seguita da una fresatura, tuttavia qualora possibile sarebbe preferibile attuare la semina su sodo. Si prevede una concimazione di fondo con stallatico adeguata ai valori chimici del terreno, che potrà essere ripetuta periodicamente in base al fabbisogno nutrizionale del cotico erboso. La quantità raccomandata di semenza è di 10-20 kg/ha ma potrà essere potenziata in base alle esigenze. La profondità di semina dovrà essere di 1,0-2,0 cm, al termine delle operazioni potrebbe essere necessaria una rullatura superficiale. Il miscuglio della semenza sarà così costituito: *Trifolium repens* (trifoglio bianco), *Trifolium pratense* (trifoglio violetto), *Vicia villosa* (Veccia villosa) *Trifolium incarnatum* (trifoglio incarnato), *Trifolium subterraneum* (trifoglio sotterraneo), *Lotus corniculatus* (ginestrino) *Lolium perenne* (loietto perenne), *Festuca arundinacea* (festuca falascona), *Poa pratensis* (erba fienarola) *Dactylis glomerata* (dattile).

Questo miscuglio di erbe consente di ottenere e garantire un foraggio misto di qualità per il pascolamento ed alto potenziale mellifero, che può essere calibrato nelle percentuali in fase di semina a seconda delle esigenze degli agricoltori. Per quanto riguarda l'irrigazione non è prevista pertanto verranno condotti in asciutta. L'obiettivo principale della gestione nell'anno d'insediamento

è di garantire una grande produzione di semi delle specie seminate che dovranno accumularsi nel suolo a costituire una ricca banca di seme. Questa garantirà una lunga persistenza del pascolo e la sua eccellente produttività negli anni successivi. Il carico di bestiame dovrà essere adeguato all'estensione delle superfici coinvolte e questo potrà garantire il ricaccio continuo e la sostenibilità dei pascoli nel lungo periodo evitando in tal modo i danni da calpestio e facilitando una ricrescita più regolare del cotico erboso.

#### 4.3.1.4 Erbai temporanei misti

La rotazione delle colture è il sistema in cui diverse specie vengono coltivate sullo stesso terreno in successione ricorrente e rappresenta il mezzo primario per mantenere la fertilità del terreno, il controllo delle malerbe, dei fitofagi e dei patogeni in sistemi di agricoltura biologica che non prevedono l'utilizzo di fitofarmaci e diserbanti.

Tale sistema deve prevedere l'avvicendamento e il bilanciamento delle colture miglioratrici della fertilità (leguminose) e delle colture sfruttanti (cerealicole), al fine di promuovere sistemi produttivi meno impattanti in termini ambientali.

Allo stesso modo dei prati pascoli permanenti descritti in precedenza gli erbai forniscono foraggi freschi di elevata qualità direttamente pascolabili dagli ovini che si differenziano dai prati pascolo per la durata della coltivazione e della composizione. Si tratta infatti di colture temporanee stagionali solitamente in purezza o anche miscelati che terminato il ciclo colturale vengono riseminati. La coltura prevede pertanto la necessità di lavorazioni del terreno cadenzate annualmente che risultano compatibili con il sistema agrivoltaico in considerazione della distanza prevista tra le fila dei tracker.

La superficie agricola utilizzabile in cui si prevede di indirizzare a tale orientamento colturale è pari a circa 54,12 ha.

### 4.3.2 **Attività zootecniche**

#### 4.3.2.1 Apicoltura

In un'ottica di miglioramento territoriale si intende sviluppare un modello sinergico che possa generare un buon livello di integrazione tra sistemi produttivi e le attività degli insetti pronubi. In tal senso l'inserimento delle api nelle superfici dell'Agrivoltaico porterebbe ad una serie di vantaggi sotto l'aspetto agricolo e ambientale. Le api possono fornire un adeguato servizio di impollinazione in favore della biodiversità floristica locale. La gestione per inerbimento controllato sotto forma di prati pascoli perenni in alcune aree del campo agrivoltaico e nell'oliveto rappresenta un aspetto migliorativo dell'agroecosistema poiché aumenta e crea dei microhabitat idonei per le fioriture ad alto potenziale mellifero. Inoltre, grazie all'ombreggiamento delle strutture FV per un tempo maggiore le fioriture potranno prolungarsi nei periodi tipicamente poveri se correttamente gestite con l'attività di pascolo. La presenza di eucalitti all'interno dell'agrivoltaico e adiacenti alle superfici del medesimo rappresentano un'ulteriore risorsa trofica che le api possono utilizzare durante l'arco dell'anno.

Nella disposizione delle arnie è preferibile un orientamento a sud/est, posizionando gli alveari in aree ben riparate, facilmente accessibili per agevolare le operazioni apistiche, in terreni cui strutture

possano trovare una solida base senza affondare. In tal senso le aree ritenute idonee vengono individuate all'interno della particella catastale 161, nello specifico l'area esclusa dal sottosistema energetico ma incluso all'interno del sottosistema agricolo nella sezione centrale dell'agrivoltaico. Le fasce vegetate naturali presenti nel fondo agiranno da frangivento naturali e le arnie potranno essere posizionate sotto le piante e nei prati.

Si prevedono in totale 30 arnie (due per ettaro circa) ma se ritenuto opportuno il numero potrebbe essere implementato o ridotto durante l'anno in funzione delle fioriture disponibili. Nella conduzione dell'attività si può prevedere la gestione nomade attraverso il posizionamento delle arnie degli apicoltori locali che possono sfruttare le fioriture disponibili con le proprie colonie. In alternativa potranno essere acquistate a date in gestione a contoterzisti attraverso una conduzione stanziale. Le arnie potranno essere dotate di sistemi di monitoraggio con acquisizione di dati da remoto utili per ottimizzare le operazioni e aumentare produttività ed efficienza.

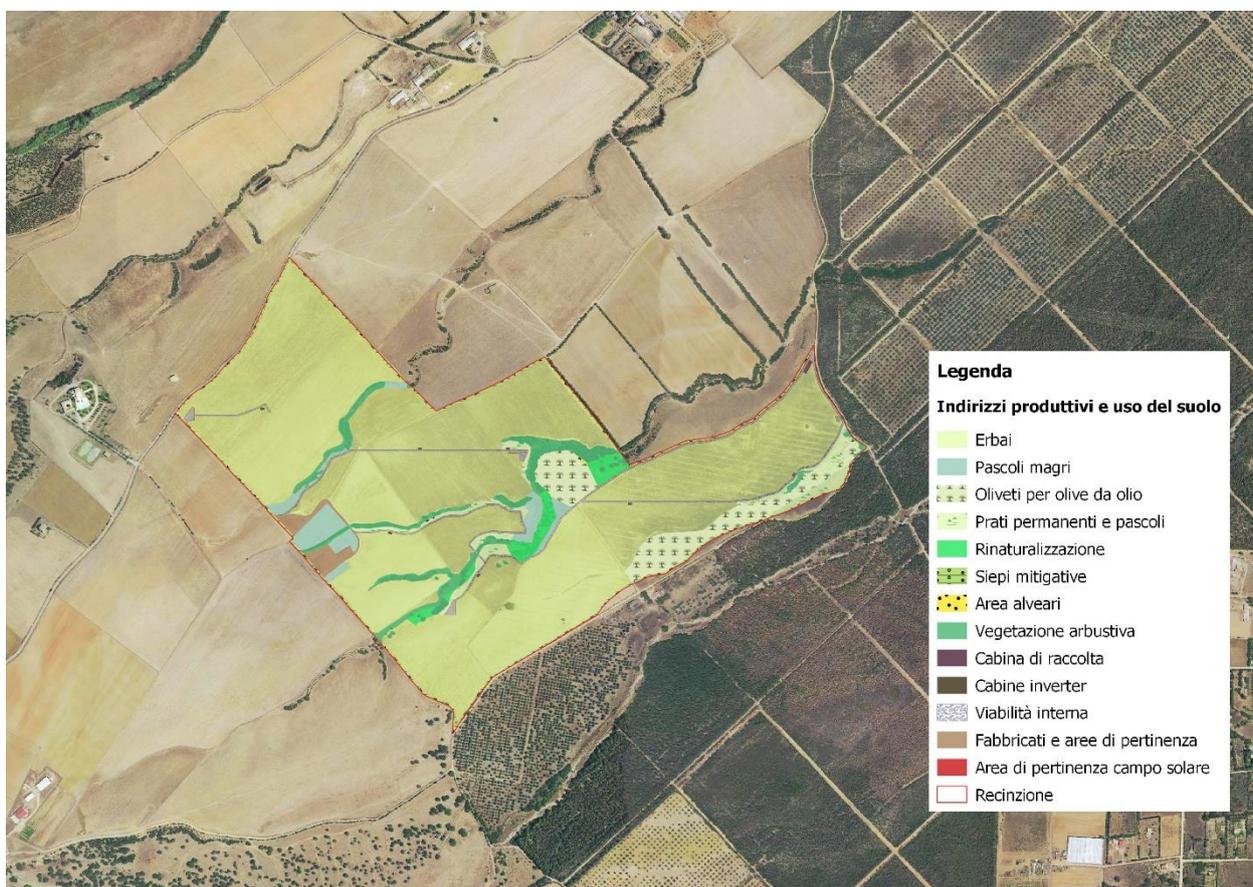


Figura 11 - Carta degli indirizzi d'uso del suolo e produttivi dell'agrivoltaico avanzato "Prangili"

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 96 di 152
--	---	----------------------------

*Tabella 3 - Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione degli oliveti In questa fase non si tiene conto della configurazione geometrica delle superfici interessate ma si prende in considerazione l'estensione delle superfici disponibili da indirizzare alla coltura pari a 2,97 ettari*

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Quantità	Prezzo totale
<b>G</b>	<b>OPERE DI TRASFORMAZIONE AGRARIA</b>				
G.008	Aratura, alla profondità di 30cm, per amminutamento del terreno e per l'interramento dei fertilizzanti utilizzati nella concimazione di fondo prima dell'impianto di fruttiferi in genere	Ha	€ 279,40	2,97	€ 829,82
<b>S</b>	<b>COLTURE ARBOREE DA FRUTTO E OFFICINALI</b>				
Da prezzi correnti	Acquisto di piante di olivo, portainnesto di olivastro, cultivar autofertile tipo: Bosana, Cipressino.	cad.	€ 8,50	820	€ 6.970,00
S.001	Messa a dimora di piante di olivo, per la realizzazione di frutteti in forme libere, fornite in contenitore fitocella o vaso, innestate o autoradicate, varietà da olio o da mensa, compresa squadratura del terreno, distribuzione in campo, scavo buca, messa a dimora della pianta, rinterro, la sostituzione delle falanze nella misura massima del 5% ed ogni altro onere. Escluso il costo di fornitura delle piante.	cad.	€ 7,30	820	€ 5.986,00
S.008	Realizzazione di concimazione ed eventuale intervento ammendante o correttivo, da eseguirsi in preimpianto sia con concimi chimici e/o di sintesi che con concimi organici, comprese le spese di miscelazione e spargimento; escluse le spese di acquisto e fornitura di concimi:				
S.008.001	a- per trasporto e distribuzione concime	Ha	€ 85,50	2,97	€ 253,94
S.008.002	b- Esecuzione di Analisi chimico-fisica di laboratorio del terreno, compreso prelevamento in campo	Ha	€ 201,90	2	€ 403,80
<b>F</b>	<b>CONDOTTE DI ADDUZIONE E DISTRIBUZIONE PER IMPIANTI DI IRRIGAZIONE E PROVVISATA D'ACQUA</b>				
F.016	Tubazioni in PE 40 bassa densità. PN10 a norma UNI 7990 tipo 312 fornito in rotoli da un minimo di 50 a 500 metri a seconda del diametro, stese sul piano di campagna, complete di raccordi per collegamento della tubazione principale, curve, riduzioni, tappi e pezzi speciali, eventualmente predisposte per l'inserimento dei gocciolatoi o nebulizzatori in opera:				
F.016.006	Tubo P.E. 40 B.D. PN10 norma UNI 7990 TIPO 312-diam. Esterno 50mm	m	€8,90	100m/ha	€2.616,60

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 97 di 152
--	---	----------------------------

F.018	Ali gocciolanti, integrale autocompensante antidrenaggio, in PE, con gocciolatore incorporato con portata nominale da 0,7 / 3,5 litri/ora, in rotoli indivisibili, stese sul piano di campagna complete di raccordi per collegamento tubazione principale, curve, riduzioni, tappi e pezzi speciali, in opera del diam. Esterno mm 20:				
F.018.001	Distanza dai gocciolatoi metri 1	m	€1,47	1600m/ha	€6.820,80
<b>ZF.E</b>	<b>OPERE SUSSIDIARIE</b>				
ZF.E.007	Fornitura e posa in opera di Shelter in polycarbonato o P.E., altezza cm 50, diametro cm 9-11, spessore mm. 1,5, completo in tutore in bambù da cm 120 e diametro minimo di mm 12+14, infisso nel terreno, ed eventuale rinalzatura.	cad.	€4,70	820	€ 3.854,00
<b>Totale importo lavori</b>					<b>€ 26.905,14</b>

*Tabella 4 - Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione dell'impianto apiario. Il computo esclude il costo delle attrezzature apistiche, la gestione delle attività potrà essere affidata a contoterzisti.*

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Quantità	Prezzo totale
<b>ZA</b>	<b>APICOLTURA</b>				
ZA.003	Arnia in legno (tipo 1DB. o L.C. o D.B.) per nomadismo a fondo mobile antivarroa				
ZA.003.001	b- per n 10 telaini	cad.	€79,00	30	€2.370,00
<b>ZA.1</b>	<b>FAMIGLIA DI API</b>				
ZA.100	Famiglia composta da 10 telaini, costituita da popolazione diversificata, proveniente da allevamenti razionali e con certificato sanitario rilasciato dalla competente autorità sanitaria	cad.	€120,00	30	€3.600,00
<b>Totale importo lavori</b>					<b>€ 5.970,00</b>

Tabella 7 Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione dei prati pascolo perenni

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Quantità	Prezzo totale
<b>U</b>	<b>MIGLIORAMENTO PASCOLO MONTANI E PRATI NATURALI</b>				
U.008.003	c- esecuzione di Analisi chimico-fisica del terreno, compreso prelievamento di campione in campo	ha	€201,90	2	€ 403,80
U.009	Semina e concimazione eseguita con trattrice di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime:				
U.009.001	a- per trasporto, miscelazione e distribuzione	ha	€137,90	1,82	€ 250,98
U.009.002	b- per acquisto di seme e concimi, misura massima accessibile (la scelta del seme deve essere indirizzata verso specie di origine locale o quanto meno, di ambienti simili sotto l'aspetto pedologico e climatico)	ha	€ 461,20	1,82	€ 839,38
U.011	Costipazione post-semine, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattrice gommata	ha	€ 96,10	1,82	€ 174,90
<b>V</b>	<b>RECINZIONI</b>				
<b>V.001</b>	Chiudenda con rete metallica zincata e/o agropastorale, in rotoli a maglie dell'altezza di mt 1,00 su pali in ferro tondo del diametro minimo mm 18 infissi al suolo, contropalo e controventi ove necessario, posti alla distanza di mt 4.00 e dell'altezza minima fuori terra 1,20/1,30, data in opera con sovrastante filo di ferro spinato o liscio compreso ogni onere:				
<b>V.001._ B.001</b>	a) – in terreni pianeggianti o con minime pendenze	m	€ 9,80	1000	€ 9.800,00
<b>Totale importo lavori</b>					<b>€ 11.469,06</b>

FONTI:

Regione autonoma della Sardegna, Assessorato dell'Agricoltura e riforma agro-pastorale. Prezziario regionale dell'Agricoltura, aggiornamento 2016.

#### 4.3.3 Calcolo della produzione standard post operam

<b>Particella 00007</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
02.67.24	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	4.136,88 €
17.59.96	Erbai	751,00 €	13.217,30 €
00.87.37	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	314,53 €
00.12.47	Pascoli magri	132,00 €	16,46 €

<b>Particella 00047</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
04.00.11	Erbai	751,00 €	3.004,83 €

<b>Particella 00067</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
04.49.84	Erbai *	751,00 €	3.378,30 €
00.18.66	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	67,18 €

<b>Particella 00069</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
07.90.45	Erbai *	751,00 €	5.936,28 €
00.41.07	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	147,86 €
00.33.86	Pascoli magri	132,00 €	44,70 €

<b>Particella 00070</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
00.75.30	Erbai *	751,00 €	565,50 €
00.24.17	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	87,02 €
00.07.73	Pascoli magri	132,00 €	10,21 €

<b>Particella 00072</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
03.26.35	Erbai *	751,00 €	2.450,89 €
00.04.92	Prati permanenti e pascoli	132,00 €	6,49 €

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 100 di 152
--	---	-----------------------------

Particella 00079			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
*00.45.45	Erbai **	751,00 €	341,33 €
* maggiore rispetto all'ante operam perché include anche le superfici identificate dal catasto come acque			

Particella 00080			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
*00.11.54	Erbai	751,00 €	86,67 €
* maggiore rispetto all'ante operam perché include anche le superfici identificate dal catasto come acque			

Particella 00081			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.25.43	Erbai *	751,00 €	190,98 €

Particella 00082			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.01.53	Erbai *	751,00 €	11,49 €

Particella 00093			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.60.83	Erbai *	751,00 €	1.207,84 €
00.02.96	Pascoli magri	132,00 €	3,91 €

Particella 00122			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.59.40	Erbai *	751,00 €	1.948,10 €
00.04.92	Pascoli magri	132,00 €	6,49 €

Particella 00123			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.90.24	Erbai *	751,00 €	2.179,70 €
00.04.47	Pascoli magri	132,00 €	5,90 €

**Particella 00134**

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.22.47	Erbai *	751,00 €	168,75 €

**Particella 00153**

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.39.17	Erbai *	751,00 €	294,17 €

**Particella 00155**

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.75.40	Erbai *	751,00 €	566,25 €

**Particella 00157**

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.10.75	Erbai *	751,00 €	80,73 €

**Particella 00159**

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.19.25	Erbai *	751,00 €	144,57 €
00.01.93	Pascoli magri	132,00 €	2,55 €

**Particella 00161**

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.27.32	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	1.970,91 €
00.07.67	Prati pascoli	132,00 €	10,12 €
30	Api (Alveari)	190,00 €	5.700,00 €

**Particella 00163**

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.15.23	Erbai *	751,00 €	114,38 €
00.03.06	Pascoli magri	132,00 €	4,04 €

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 102 di 152
--	---	-----------------------------

<b>Particella 00176</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
03.73.24	Erbai *	751,00 €	2.803,04 €
00.21.64	Pascoli magri	132,00 €	28,56 €

<b>Particella 00178</b>			
<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
05.86.10	Erbai	751,00 €	4.401,61 €
00.11.02	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	39,67 €
00.87.67	Pascoli magri	132,00 €	115,72 €

Totale della produzione standard calcolata sulla base della nuova pianificazione agronomica

<b>Produzione Standard (PS) post operam</b>				
<b>Particella</b>	<b>S.A.U Ha</b>	<b>Indirizzo produttivo</b>	<b>€/Ha</b>	<b>Produzione standard</b>
7	02.67.24	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	4.136,88 €
	17.59.96	Erbai	751,00 €	13.217,30 €
	00.87.37	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	314,53 €
	00.12.47	Pascoli magri	132,00 €	16,46 €
47	04.00.11	Erbai *	751,00 €	3.004,83 €
67	00.18.66	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	67,18 €
	04.49.84	Erbai *	751,00 €	3.378,30 €
69	07.90.45	Erbai *	751,00 €	5.936,28 €
	00.41.07	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	147,86 €
	00.33.86	Pascoli magri	132,00 €	44,70 €
70	00.75.30	Erbai *	751,00 €	565,50 €
	00.24.17	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	87,02 €
	00.07.73	Pascoli magri	132,00 €	10,21 €
79	00.45.45	Erbai **	751,00 €	341,33 €
80	00.11.54	Erbai **	751,00 €	86,67 €
81	00.25.43	Erbai *	751,00 €	190,98 €
82	00.01.53	Erbai *	751,00 €	11,49 €

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 103 di 152
--	---	-----------------------------

93	01.60.83	Erbai *	751,00 €	1.207,84 €
	00.02.96	Pascoli magri	132,00 €	3,91 €
122	02.59.40	Erbai *	751,00 €	1.948,10 €
	00.04.92	Pascoli magri	132,00 €	6,49 €
123	02.90.24	Erbai *	751,00 €	2.179,70 €
	00.04.47	Pascoli magri	132,00 €	5,90 €
134	00.22.47	Erbai *	751,00 €	168,75 €
153	00.39.17	Erbai *	751,00 €	294,17 €
155	00.75.40	Erbai *	751,00 €	566,25 €
157	00.10.75	Erbai *	751,00 €	80,73 €
159	00.19.25	Erbai *	751,00 €	144,57 €
	00.01.93	Pascoli magri	132,00 €	2,55 €
161	01.27.32	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	1.970,91 €
	00.07.67	Prati pascoli	132,00 €	10,12 €
	30	Api (Alveari)	190,00 €	5.700,00 €
163	00.15.23	Erbai *	751,00 €	114,38 €
	00.03.06	Pascoli magri	132,00 €	4,04 €
176	03.73.24	Erbai *	751,00 €	2.803,04 €
	00.21.64	Pascoli magri	132,00 €	28,56 €
178	05.86.10	Erbai *	751,00 €	4.401,61 €
	00.11.02	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	39,67 €
	00.87.67	Pascoli magri	132,00 €	115,72 €
		Fasce di mirto produttivo*		12.000,00 €
<b>TOTALE</b>	<b>61.76.92</b>			<b>65.354,53 €</b>

In totale si stima una produzione standard pari 65.354,53 € su una superficie agricola utilizzabile pari a circa 61.76.00

## 5 MONITORAGGI

### 5.1 Monitoraggio pedologico

L'attività di monitoraggio pedologico acquisisce un ruolo importante durante la fase di esercizio dell'impianto poiché permette di valutare eventuali modifiche dei caratteri dei suoli nel tempo. La previsione di un piano di monitoraggio, dunque, è finalizzata alla raccolta di informazioni del suolo attraverso il controllo di pochi ma rappresentativi parametri. I dati dovrebbero essere acquisiti in alcune parcelle campione con il fine di comprendere se e quali tipologie di effetti potrebbero manifestarsi ed eventualmente pianificare, alla fine dell'esercizio, dell'azioni per il recupero. Per questo motivo dovranno seguire delle valutazioni del sito al termine delle operazioni di dismissione necessarie per ridefinire le condizioni di fertilità e di capacità d'uso.

In merito agli studi pedologici finalizzati alla realizzazione di impianti fotovoltaici, il numero di parcelle campione andrà determinato in funzione dell'estensione dell'impianto e delle differenti tipologie di suolo presenti.

Per ciascuna parcella deve essere previsto il prelievo di almeno due campioni (preferibilmente attigui ad eventuali punti già campionati nella fase ante operam), uno superficiale (topsoil) e uno sotto superficiale (sub-soil), indicativamente alle due profondità di 0-30 e 30-60 cm. I parametri indicatori più significativi da analizzare sono rappresentati da:

Parametri stazionali: Indice di qualità biologica QBS-ar:

L'indice si basa sull'assunto che i gruppi di microartropodi particolarmente adattati alla vita edafica sono presenti tanto più l'ecosistema del suolo è integro. Le attività antropiche riducono l'abbondanza e la diversità degli organismi edafici che svolgono un ruolo fondamentale nella decomposizione della materia organica. Su questa base il professor Vittorio Parisi, Ecologo del suolo dell'Università di Parma, ideò nel 2001 un indicatore in grado di esprimere la qualità biologica dei suoli sulla base del valore di biodiversità della micropedofauna presente. Questi organismi vivono nei primi centimetri di profondità, dove concentrano maggiormente la loro attività.

Il protocollo prevede il prelievo per ogni punto campionato di 3 zolle di terreno, con dimensioni di 10cm x10cm x 10cm, distanziate circa dieci metri l'una dall'altra. Le zolle vengono poi sottoposte ad una fonte graduale di calore che permette la migrazione dei microartropodi verso il basso. Quando le condizioni di umidità vengono a mancare gli insetti escono dalla zolla cadendo in una trappola. In seguito, vengono riconosciuti e valutati per la determinazione dell'indice. Ogni taxon avrà un punteggio differente. In base al punteggio ottenuto verrà stabilito il valore del QBS-ar. I punteggi che si ottengono nei diversi ambienti sono direttamente relazionati all'uso del suolo e vengono influenzati dalle operazioni di disturbo.

In linea generale la vulnerabilità di un sito è direttamente proporzionata al valore dell'indice, più alto sarà maggiore sarà la vulnerabilità in caso di disturbo.



*Figura 48 - A sinistra fasi di prelievo di una zolla di terra per l'analisi del QBS-ar, a destra fase di essiccazione delle zolle e cattura dei microartropodi.*

Parametri fisico-chimici: stabilità di struttura, densità apparente, porosità, carbonio organico e sostanza organica, microelementi e macroelementi sono alcuni dei parametri che possono essere rilevati. Attraverso gli stessi si potrà riscontrare se le funzioni del suolo sono state in qualche modo alterate. La raccolta dei dati richiede un'analisi e uno studio approfondito in laboratorio.

I campionamenti dovranno essere effettuati in parcelle che permettano il confronto tra i suoli interessati nell'impianto e quelli non disturbati. Gli intervalli temporali dovranno essere prestabiliti in anticipo, prevedendo un controllo a partire dalla fase di avvio dell'attività di produzione energetica sino alla fase di dismissione dell'impianto.

#### 5.1.1 Piano di monitoraggio

Il Piano di monitoraggio dovrà essere articolato in quattro fasi rispettivamente: ante operam (prima del cantiere); in operam (fasi di cantiere), post operam (impianto in esercizio) e fase di dismissione dell'impianto. All'interno di ogni fase si prevedono le attività da mettere in atto riguardo i monitoraggi della risorsa suolo e della sua fertilità con le azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenziasse criticità.

I campionamenti verranno svolti nei punti in cui sono stati effettuati i rilevamenti ispettivi in modo da ottenere delle informazioni coerenti e che siano il più rappresentative possibile considerando l'eterogeneità fisiografica dei suoli. Ci si riserva di valutare in seguito la possibilità di spostare i punti di campionamento qualora fosse necessario.

Il seguente monitoraggio è stato pianificato in accordo con: le indicazioni generali per gli studi pedologici in relazione alle istanze di autorizzazione di verifica di assoggettabilità a V.I.A. per la realizzazione di impianti fotovoltaici sviluppate dall'Agenzia Regionale AGRIS; delle Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" redatte dalla Regione Piemonte, in collaborazione con IPLA; delle recenti linee guida (giugno 2022) in materia di impianti agrivoltaici; il protocollo dell'indice QBS-ar ideato dal professor Vittorio Parisi, Ecologo del

suolo dell'Università di Parma.

#### 5.1.2 *Fase ante operam*

Preventivamente alla realizzazione delle opere dovranno essere raccolte tutte quelle informazioni necessarie alla caratterizzazione dei suoli fondamentali per la determinazione delle proprietà intrinseche dei terreni, finalizzate a stabilire le condizioni di partenza al tempo zero, nonché per pianificare le attività colturali all'interno del campo solare. I parametri stazionali sono stati già raccolti durante i sopralluoghi ispettivi. Il set di parametri fisico chimici ideali per raggiungere tale obiettivo sono: tessitura, stabilità di struttura, densità apparente, porosità, pH in H<sub>2</sub>O, calcare totale e calcare attivo, carbonio organico e sostanza organica, azoto totale, basi di scambio (Ca, Mg, K, Na), capacità di scambio cationico (C.S.C.), microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn), potassio totale e assimilabile, fosforo totale e assimilabile, contenuto idrico al punto di appassimento e alla capacità di campo (da cui dedurre il contenuto di acqua disponibile o AWC), conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione (ECe) e indice di qualità biologica QBS-ar. L'acquisizione dei parametri chimici sarà funzionale inoltre per stabilire il grado di fertilità dei suoli prima dell'impianto all'interno delle superfici progettuali. I monitoraggi preliminari dovranno essere svolti una sola volta nella stagione autunnale, da un esperto pedologo prima dell'avviamento della fase di cantiere, mentre i campioni di suolo dovranno essere analizzati da un laboratorio accreditato. Il tecnico qualificato incaricato del monitoraggio redigerà un'apposita relazione tecnica in cui si riportano tutti i dati acquisiti.

#### 5.1.3 *Fase in operam*

Durante la fase di cantiere dovranno essere messe in atto delle attività di monitoraggio funzionali ad accertare che i movimenti di terra previsti siano effettuati con terreno "in tempera" attraverso l'uso di macchinari idonei, al fine di minimizzare la miscelazione del terreno superficiale con gli strati profondi (dove presenti). Gli orizzonti più fertili e superficiali saranno asportati e accumulati ordinatamente in aree idonee, prestando particolare attenzione alla direzione del vento dominante in modo da ridurre la potenziale dispersione eolica della frazione fine (particelle limo-argillose) del terreno. Tutte le aree di accumulo del suolo vegetale saranno tenute lontane da impluvi e da superfici soggette da eccessivo dilavamento o erosione da parte delle acque di deflusso superficiale. Al termine dei lavori di movimento terra dovrà prevedersi il ricollocamento della terra vegetale precedentemente stoccata, con spandimento regolare ed omogeneo finalizzato alla ricostituzione dell'orizzonte A (orizzonte vegetale) del suolo.

#### 5.1.4 *Fase post operam*

Saranno oggetto di monitoraggio nella fase di esercizio, in operam, i parametri chimici previsti nelle linee guida della regione Piemonte oltre a i caratteri e proprietà fisiche che si ritiene possano essere influenzati dalla presenza del campo fotovoltaico. Il campionamento verrà effettuato mediante trivella pedologica manuale o con un minipit, in triplice copia (per il topsoil e per il subsoil) per garantire la rappresentatività del campione che verranno poi miscelati in fase di analisi. Nello specifico verranno monitorati: Carbonio organico %, pH, CSC, N totale, K sca, Ca sca, Mg sca, P ass (solo nell'orizzonte superficiale), CaCO<sub>3</sub> totale. Oltre a questo, la densità apparente, la resistenza alla penetrazione e la temperatura del suolo (manuale) sono dei parametri che insieme all'indice di QBS-ar dovranno essere monitorati durante la fase in itinere.

L'acquisizione dei parametri chimici sarà funzionale a valutare inoltre il grado di fertilità dei suoli nel tempo, per tutta la durata della fase di esercizio dell'impianto. I monitoraggi verranno svolti nel periodo autunnale a cadenza biennale da un esperto pedologo, mentre i campioni di suolo dovranno essere analizzati da un laboratorio accreditato. I dati e le elaborazioni risultanti verranno riportati all'interno di apposita relazione tecnica.

#### *5.1.5 Fase di dismissione*

Al termine delle fasi di dismissione dell'impianto solare, dovranno essere necessariamente ridefinite le condizioni di fertilità e di capacità d'uso dei suoli attraverso un rilevamento pedologico analogo a quello condotto preliminarmente all'installazione dell'impianto. Dovranno pertanto essere ripetute le descrizioni dei profili pedologici, i campionamenti e le determinazioni di laboratorio sugli stessi parametri analizzati per la valutazione ex ante. A seguito di tali operazioni sarà possibile definire le azioni strategiche necessarie per un eventuale recupero della risorsa suolo a cui potrà seguire un ulteriore monitoraggio per verificare che tali interventi siano risultati efficaci. I dati derivati dalle osservazioni in campo, adeguatamente georiferiti nonché le interpretazioni dei dati nelle fasi ante, in operam, post operam verranno riportati nelle specifiche relazioni tecniche. Qualora il valore di fertilità dovesse essere inferiore al valore ex ante si procederà ad attuare delle azioni correttive prevedendo dei piani di concimazione adeguati con l'utilizzo di letame maturo e residui vegetali che apporteranno al suolo nuova sostanza organica. In seguito si prevedono dei sovesci di leguminose al fine di migliorare la qualità del terreno, contenere i patogeni, fissare l'azoto atmosferico e mobilitare le sostanze nel terreno.

Durante la fase di dismissione dovranno essere messe in atto delle attività di monitoraggio funzionali ad accertare che si provveda al corretto ripristino delle aree impermeabilizzate, alla rimozione del materiale estraneo e alla ristrutturazione del profilo pedologico. I movimenti di terra previsti dovranno essere effettuati con terreno "in tempera" attraverso l'uso di macchinari idonei. Inoltre si dovrà accertare la completa rimozione del materiale inerte di cava utilizzato per la realizzazione della viabilità

## **5.2 Monitoraggio delle attività agricole**

L'attività di monitoraggio delle colture nel progetto in questione seguirà, interesserà circa 74 ha e verrà avviata durante la fase di esercizio.

Gli obiettivi del monitoraggio saranno incentrati sul rispetto dei requisiti richiesti affinché l'impianto fotovoltaico proposto possa essere definito come agrivoltaico in tal senso per quel che concerne il monitoraggio è previsto il rispetto del solo requisito D.2.

Affinché il progetto agrivoltaico possa avere successo dovrà essere verificata la continuità delle attività agricole e la messa in opera delle attività agricole pianificate in accordo con le disposizioni vigenti in materia di Agrivoltaico.

### *5.2.1 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola*

Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica verrà accertata la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici.

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 108 di 152
--	---	-----------------------------

Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo o agrotecnico con una cadenza biennale. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

---

## 6 VERIFICA REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO "PRANGILI"

REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola		
<b>S<sub>tot</sub></b>	<i>Area totale di progetto nella disponibilità della proponente: comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico, i fabbricati aziendali e le aree di pertinenza e le aree naturali</i>	<b>73,96 ha</b>
<b>S<sub>pv</sub></b>	<i>Somma delle superfici individuate dall'area recintata. Include l'area occupata dai pannelli, tutte le opere connesse all'impianto: cabine, viabilità, piazzole, etc,</i>	<b>12,29 ha</b>
<b>S<sub>agricola</sub></b>	<i>Superficie minima coltivata: comprende le aree destinate ai prati magri alla coltivazione dei prati stabili permanenti, tra e sotto le file dei pannelli, così come gli erbai misti che verranno alternate dall'agricoltore nel corso delle stagioni e dei cicli produttivi. Include la mitigazione perimetrale destinata alla piantumazione di mirto con il duplice scopo di mitigazione ecologica come l'impianto arboreo ad ulivo da realizzare nel settore sud esterno dal campo solare. Viene inclusa la superficie di interesse apistico e le arnie.</i>	<b>61,67 ha</b>
<b>S<sub>agricola</sub> ≥ 0,7 · S<sub>tot</sub></b>		
<b>VERIFICATO</b>		

REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)		
<b>LAOR (Land Area Occupation Ratio) = S<sub>pv</sub>/S<sub>tot</sub></b>	<i>Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.</i>	<b>21,1 %</b>
<b>LAOR ≤ 40%</b>		
<b>VERIFICATO</b>		

**REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola**

	<b>Ante operam</b>	<b>Post operam</b>
<b>Indirizzo produttivo 1</b>	Pascoli magri	Pascoli magri
<b>Indirizzo produttivo 2</b>	Prati permanenti e pascoli	Prati permanenti e pascoli
<b>Indirizzo produttivo 3</b>	Erbai	Erbai
<b>Indirizzo produttivo 3</b>	Oliveto per olive da olio	Oliveto per olive da olio
<b>Indirizzo produttivo 4</b>	Altre colture permanenti	Fasce produttive a mirto
<b>Indirizzo produttivo 5</b>		Api (alveare)
<b>a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area (€/ha) (valori produzione standard 2017 Sardegna, fonte RICA)</b>	132,00 €	132,00 €
	360,00 €	751,00 €
	751,00 €	1.548,36 €
	1.548,36 €	3.000,00 €
	1.860,00 €	190,00 €
<b>Sup. (ha) * valore medio</b>	240,72 €	244,75 €
	2.521,91 €	656,26 €
	47.334,70 €	40.645,73
	1.525,40 €	6.107,79 €
	95,79 €	12.000,00 €
<b>PS - Produzione Standard</b>	<b>51.713,56 €</b>	<b>65.354,53 €</b>
<b>VERIFICATO</b>		

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 111 di 152
--	---	-----------------------------

**REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima**

Modulo	Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale VertexN 700 Wp- TRINA	Potenza nominale [W]	
		Dimensioni	L [mm] =
		P [mm] =	1303
		Sup. impianto	Spv [ha] = 73,96
Impianto agrivoltaico presentato in VIA Potenza = 33,61 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =	56,32	
	FV <sub>agri</sub> = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =	0,92	
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 33,61 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [MWh/anno] =	68,75	
	FV <sub>standard</sub> = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =	1,13	
*moduli con efficienza 22,5% su tracker N-S			
$FV_{agricola} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$			
<b>VERIFICATO</b>			

**REQUISITO D.2 - Monitoraggio della continuità dell'attività agricola**

*Redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza biennale. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).*

Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo

**VERIFICATO**

## 7 CONCLUSIONI

Il contesto territoriale su cui si propone la realizzazione del progetto Agrivoltaico avanzato denominato "Prangili", ricade nella regione storica del Campidano in un contesto geologico contraddistinto dal graben tettonico del Campidano che rappresenta la più vasta pianura della Sardegna.

Il paesaggio in cui si prevede l'installazione del campo solare presenta una morfologia principalmente sub-pianeggiante e collinare caratterizzata dalla presenza di suoli profondi che attualmente vengono utilizzati come seminativi per la produzione foraggera oltre che all'attività di pascolo ovino e bovino. Le limitazioni pedologiche riscontrate non permettono a questi suoli di rientrare nelle classi migliori della Land capability. Tali limiti sono rappresentati principalmente da: potenza ridotta, scheletro dell'orizzonte superficiale e drenaggio lento.

Lo scopo principale della valutazione della capacità d'uso è la pianificazione agricola, sebbene possa trovare applicazione in altri settori. In questo studio il modello di valutazione delle terre è stato particolarmente utile, oltre che alla pianificazione agricola, anche per stabilire il potenziale impatto a carico della risorsa suolo derivato dall'installazione degli inseguitori solari.

L'analisi svolta conferma la suscettività di questi suoli all'uso agricolo tuttavia le moderate e severe limitazioni restringono lo spettro colturale nonché le tipologie di meccanizzazione adottabili in ambito colturale. Tali suoli ricadono infatti in III e IV classe di capacità d'uso.

Considerando le proprietà pedologiche rilevate si ritiene che la realizzazione degli interventi proposti non possa generare nuovi processi degradativi o aggravare in modo apprezzabile quelli esistenti a carico delle risorse pedologiche. È pur vero che per favorire questo risultato, le movimentazioni di terra e l'azione dei mezzi dovrebbero essere limitate il più possibile.

Nelle aree interessate da locali operazioni di sistemazione morfologica le operazioni di scavo saranno condotte in accordo con procedure orientate a scongiurare rischi di compromissione delle proprietà agronomiche dei suoli, in termini di sostanza organica e funzionalità biologica. In tal senso sulla base delle indicazioni progettuali si prevede il potenziale coinvolgimento di suolo stimato per un volume di circa 6268 m<sup>3</sup> (comprensivo di cavidotto interno 36 kV e elettrodotto di connessione alla RTN 36kV).

In merito alle superfici in cui si dovranno realizzare le cabine elettriche l'impermeabilizzazione del suolo e il conseguente movimento di terra porterebbe alla perdita di buona parte dei servizi ecosistemici, che comunque risulterebbero assai limitate, pari 0.0645 ha, rispetto alle superfici complessive. In fase di dismissione si prevede il completo ripristino delle aree con la rimozione del materiale estraneo e la ristrutturazione del profilo. Per quanto riguarda le superficie coinvolte nella realizzazione della viabilità il cambio d'uso comporterà un'occupazione di suolo pari a 1,5664 ha.

L'effetto previsto, benché riduca buona parte delle funzioni ecosistemiche nelle superfici interessate, non può essere considerato come irreversibile in quanto le aree non saranno impermeabilizzate. Gli effetti diretti riconducibili a tali interventi riguarderebbero l'aumento della pietrosità e indirettamente il grado di compattazione, originabile dal passaggio dei mezzi nell'arco della durata dell'impianto e infine la sottrazione di aree agricole

La copertura dei pannelli potrebbe apportare diversi vantaggi, come l'attenuazione delle piogge durante le precipitazioni limitando l'erosione laminare (sheet erosion) e soprattutto quella da impatto (splash erosion), salvaguardando in parte la risorsa suolo. Inoltre, considerando la tipologia di pannelli che verranno posizionati (tracker) è possibile che una minore esposizione omogenea all'irraggiamento solare riduca i livelli di evapotraspirazione generando un livello di umidità maggiore nel suolo, che favorirebbe un incremento della sostanza organica e un potenziale beneficio per le colture. Per verificare tale fenomeno e monitorare come gli altri parametri del suolo possano variare nel tempo sarebbe opportuno avviare le attività di monitoraggio proposte e descritte.

Analizzando la situazione sotto il profilo paesaggistico e agricolo, come più diffusamente analizzato nelle altre sezioni dello studio di impatto ambientale, l'estesa occupazione di suolo ad opera del campo solare induce a delle modifiche percettive del paesaggio. Tuttavia considerando il riassetto territoriale previsto attraverso la realizzazione delle opere di rinaturalizzazione e del piano agronomico si ritiene che possano comportare un riassetto delle relazioni tra gli elementi dell'ecosistema promuovendo il mantenimento e il potenziamento della complessità e dell'interazione dell'agroecosistema nonché della biodiversità e dei servizi ecosistemici annessi (produzione agricola, protezione dall'erosione, stoccaggio carbonio, supporto attività umane ecc).

La possibilità di coltivare i terreni durante la fase di esercizio dell'impianto permetterà di conseguire contemporaneamente un utilizzo agricolo ed energetico. Le coltivazioni foraggere interfilari previste con gli erbai, promuovono la continuità dell'indirizzo produttivo dell'azienda agricola. La predisposizione di prati pascoli perenni rappresenta un aspetto compatibile e migliorativo dell'agroecosistema poiché: permette la non lavorazione delle superfici favorendo in tal modo l'applicazione di azioni conservative della risorsa suolo nell'area maggiormente critiche; aumenta i livelli di biodiversità e le risorse trofiche per gli insetti pronubi; infine, consente di avere un cotico erboso pabulare per gli ovini per buona parte dell'anno.

La realizzazione dell'impianto arboreo, la riqualificazione di quello già esistente, lo sviluppo delle fasce produttive a mirto, l'inserimento degli alveari e la piantumazione di specie ad alto potenziale mellifero, la prosecuzione del pascolo ovino permettono di mitigare gli effetti dovuti alla parziale sottrazione di uso del suolo nel medio e lungo periodo e possono creare un modello produttivo sinergico.

Le attività di pascolo ovino, infatti, potranno essere mantenute anche nelle aree predisposte per le colture cerealicole/foraggere prima o dopo il ciclo culturale. L'inserimento delle api porterebbe ad una serie di vantaggi fornendo un adeguato servizio di impollinazione per le specie floristiche spontanee in tutta l'area.

La prevista integrazione di sistemi di monitoraggio secondo i modelli dell'agricoltura 4.0 può favorire il raggiungimento di importanti obiettivi a partire dall'ottimizzazione delle fertilizzazioni e del raccolto, il risparmio idrico, verificare gli effetti dei moduli fotovoltaici sulle colture erbacee, pianificazione della ratio delle greggi e il monitoraggio da remoto degli alveari.

In merito ai requisiti inerenti agli aspetti agronomici necessari a soddisfare il progetto di agrivoltaico avanzato si ritengono verificati in quanto:

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 114 di 152
--	---	-----------------------------

- la superficie minima per le attività agricole corrisponderà a circa 63.83 ettari superiore al 70% dell'intero sistema agrivoltaico pari a 73,96 ettari.

- la percentuale di superficie occupata dai moduli (LOAR) è pari a circa il 21,1% perciò al di sotto del 40% limite imposto dalle linee guida.

- in merito alla prosecuzione delle attività agricole questa verrà garantita nel progetto attraverso la realizzazione dei prati pascoli permanenti all'interno del sottosistema energetico, la coltivazione di erbai temporanei, a scelta dell'allevatore. Al di fuori del sottosistema energetico le colture che verranno sviluppate nelle restanti aree del sistema agrivoltaico avranno una resa economica più elevata rispetto allo stato di ante operam. Sulla base della pianificazione agronomica, si avrà infatti un aumento potenziale di produzione standard stimato per un valore pari a 65.354,53 € rispetto alla fase ante operam stimata per un valore pari a 51.713,56 € basata sull'uso del suolo riportato nei fascicoli aziendali per il 2023 e delle informazioni fornite dagli imprenditori agricoli. I dati sono stati ottenuti calcolando la produzione standard per ettaro, facendo riferimento ai coefficienti di produzione standard del 2017 (i più recenti disponibili) per la regione Sardegna riportati dalla RICA (Rete di Informazione Contabile Agricola). Per le fasce mitigative in cui si prevede la piantumazione di mirto potenzialmente produttivo il valore economico è stato stimato in base a delle valutazioni tecniche specialistiche.

- Il monitoraggio delle attività agricole verrà garantito attraverso l'integrazione dei modelli di agricoltura 4.0 che potranno: favorire e supportare l'ottimizzazione del raccolto, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo; agire tempestivamente nei periodi di stress idrico delle piante mediante irrigazioni di soccorso, o fornire l'acqua solo nei momenti del bisogno; verificare lo stato di salute delle piante e degli effetti dei moduli fotovoltaici sulle colture; pianificare con accuratezza il ratio del pascolo ovino e ottimizzare le concimazioni in base agli indici vegetazionali monitorati da satellite. A cadenza biennale verrà redatta una relazione tecnica asseverata da un agronomo. Alla relazione potranno essere allegati i risultati dei piani di monitoraggio, i piani annuali di coltivazione recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, la superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, le condizioni di crescita delle piante e le tecniche di coltivazione attuate.

In un'ottica di valorizzazione del territorio, questi investimenti possono contribuire a creare ricchezza aggiuntiva non solo dal punto di vista economico, sotto forma di produzione energetica sostenibile e produzione alimentare, ma anche dal punto di vista ecologico, agronomico e sociale.

## **8 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA**

ALTIERI M.A., NICHOLLS C.I, PONTI L., 2022. Agroecologia, una via percorribile per un pianeta in crisi.

ARU A., BALDACCINI P., VACCA A., 1991. Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250:000.

AGRIS, LAORE, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI CAGLIARI, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI SASSARI, 2014. Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto.

AGRIS: MOLLE G., DECANDIA M., 2005. Buone pratiche di pascolamento delle greggi di pecore e capre

AGRISIAN,2007. Manuale per la fotointerpretazione di immagini satellitari multispettrali e multitemporali

BIFFI S. Lavanda e i suoi ibridi (o lavandini) Erboristeria Domani | 408 maggio-giugno 2018

BRADY N.C., WIEL R.R., 2002. The nature and proprieties of soils.

BURROUGH P.A., 1983 Multiscale sources of spatial variability in soil.

CARMIGNANI L., OGGIANO G., FUNEDDA A., CONTI P. PASCI S., BARCA S, 2008. Carta geologica della Sardegna in scala 1:250.000. Litogr. Art. Cartog. S.r.l., Firenze.

COMMISSIONE EUROPEA, 2012. Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.

COSTANTINI, E.A.C., 2006. La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification).

COUTO E.G. STEIN A., KLAMT E., 1997. Large area spatial variability of soil chemical properties in centraò Brazil.

DOKUCHAEV, 1885 Russian Chernozems.

JENNY H.,1941. Factors of Soil Formation.

ISPRA: CAMARDA I., CARTA L., LAURETI L., ANGELINI P., BRUNU A., BRUNDU G, 2011. Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000.

ISPRA: AGABBIO M., ANSALDI N. et al. 2015 Frutti dimenticati e biodiversità recuperata: Il germoplasma frutticolo e viticolo delle agricolture tradizionali italiane. Casi studio: Piemonte e Sardegna.

ISPRA SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA G. OGGIANO, A. AVERSANO, A. FORCI, M.R. LANGIU et al "Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 459 "Sassari".

ISMEA, 2013. Piante oficinali in Italia: un'istantanea della filiera e dei rapporti tra i diversi attori

LAORE, MATTA G., PES I., ARCA G., FANCELLO F., et al. Olio extra vergine Sardegna, l'agroalimentare a marcio di qualità

MELIS A.M.R, DETTORI D., PORQUEDDU C. et al, 2006. Semina di pascoli permanenti a base di leguminose

PHILLIPS J.D., 2000 Divergent evolution and the spatial structure of soil landscape variability

RASIO R. VIANELLO G, 1990. Cartografia pedologica nella pianificazione e gestione del territorio

REGIONE PIEMONTE, Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra

RIBANI A., UTZERI J. U. TAURISANO V., GALLUPPI R. FONTANESI L., 2021. Analysis of honey environmental DNA indicates that the honey bee (*Apis mellifera* L.) trypanosome parasite *Lotmaria passim* is widespread in the apiaries of the North of Italy.

SALDANA A., STEIN A., ZINCK J.A., 1998. Spatial variability of soil properties at different scales within three terraces of the Henares River (Spain)

SIERRA J., 1996. N mineralization and its error of estimation under field conditions related to the light fraction of soil organic matter

WARRICK A.W, NIELSEN D.R. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field

YOUTEN W.J., MEHLICH A., 1937. Selection of efficient methods for soil sampling

SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993 Soil Survey Manual. USDA-NRCS. U.S. Gov. Print Office Washington D.C.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA TUSCIA, CONFAGRICOLTURA, ENEL GREEN POWER, CONSIGLIO E L'ANALISI DELL'ECONOMIA AGRARIA, SOLARFIELDS, CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, EF SOLARE ITALIA, LE GREENHOUSE, S.E.A TUSCIA S.R.L, CONSIGLIO NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI, FEDERAZIONE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI DEL LAZIO, 2021. Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia.

<https://www.agricolus.com/>

[https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance\\_it](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-glance_it)

<https://www.3bee.com/>

<https://rica.crea.gov.it/>

<https://terraevita.edagricole.it/pac-e-psr/eco-schemi-le-scelte-dellitalia/>

---

## GLOSSARIO

### A

#### **Acidità di scambio**

Acidità di un terreno, determinata dai cationi  $H^+$  ed  $Al^{+++}$ , che può essere neutralizzata dal calcare o da una soluzione tamponata nell'intervallo di pH tra 7 ed 8.

#### **Acqua capillare**

Frazione dell'acqua del suolo presente, come un film liquido, intorno alle particelle solide e nei micropori del suolo. La tensione superficiale è la forza che trattiene questa forma di acqua nel suolo.

#### **Adesività**

Valutazione tattile di adesività tra le dita di un campione di suolo, dopo averlo manipolato. L'adesività è correlata alla tessitura.

#### **Adsorbimento**

Fenomeno per il quale specie molecolari o ioniche sono attratte e trattenute da legami chimici e da forze fisiche sulle superfici delle particelle colloidali del suolo.

#### **Aerazione del suolo**

Scambio dell'aria tra suolo ed atmosfera. L'aria in un suolo ben aerato ha composizione simile a quella dell'atmosfera; l'aria in un suolo poco aerato ha concentrazioni sensibilmente superiori di anidride carbonica ed inferiori di ossigeno rispetto a quella dell'atmosfera. Il volume d'aria contenuto in un suolo ben equilibrato deve equivalere a quello occupato dall'acqua e dalle particelle solide.

#### **Aggregazione**

Processo in cui le particelle elementari (primarie) del suolo (sabbia, limo, argilla) vengono riunite, ad opera di forze di attrazione chimico-fisica e per intervento di sostanze prodotte dagli apparati radicali e dall'attività microbica e microbiologica. Organizzazione delle particelle elementari del suolo in unità secondarie, caratterizzate e classificate sulla base delle loro dimensioni, forma e grado di distinguibilità. L'organizzazione di tali aggregati costituisce la struttura del suolo.

#### **Alfico**

Termine della Soil Taxonomy (vedi) che si riferisce al fenomeno pedogenetico della lisciviazione delle basi e dell'argilla.

#### **Alfisuoli**

Ordine di suoli della Soil Taxonomy (vedi) che comprende i suoli caratterizzati da un orizzonte di accumulo di argilla illuviale e da una saturazione in basi (vedi)  $\geq 35\%$ .

#### **Alluvionale (deposito)**

Materiale detritico trasportato da un fiume e deposto nelle aree ad esso circostanti durante le fasi di piena.

#### **Aquico**

Termine della Soil Taxonomy (vedi). Indica il regime di umidità del suolo nel quale l'ossigeno libero è virtualmente assente poiché il suolo è saturato dalla falda freatica o dalla frangia capillare a questa sovrapposta.

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 118 di 152
--	---	-----------------------------

Vedi anche Regime di umidità (del suolo).

### **Argilla**

Termine utilizzato per designare sia i minerali argillosi in senso stretto (caolinite, clorite, illite, montmorillonite, smectite, vermiculite), sia la frazione minerale del suolo costituita da particelle di diametro inferiore a 0,002 mm.

### **Argillico**

Orizzonte illuviale con accumulo di argilla.

### **Aridico/torrido (deposito)**

Termine della Soil Taxonomy (vedi). Indica il regime di umidità del suolo presente normalmente in climi aridi, talora anche in semiaridi. Vedi anche Regime di umidità (del suolo).

### **Associazione di suoli**

Tipo di Unità cartografica (vedi) pedologica dove due o più tipologie di suolo sono associate geograficamente secondo un modello caratteristico e ripetitivo. I suoli costituenti una associazione possono essere cartografati separatamente ad una scala più dettagliata di 1:25.000. Tipologie di suolo diverse da quelle principali sono ammissibili in misura non superiore al 25% se non limitanti le possibilità d'uso rispetto a quelle principali; se limitanti, le inclusioni non possono superare il 15%.

### **Attitudine**

Capacità del suolo di ospitare con successo un determinato uso.

### **AWC (Available Water Capacity)**

Massima quantità di acqua presente in un suolo che può essere utilizzata dalla maggior parte delle piante. È data dalla differenza di umidità presente nel suolo alla capacità di campo (vedi) e al punto di appassimento permanente (vedi).

## **B**

### **Basi di scambio**

Cationi del suolo ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{K}^{+}$ ) presenti nel complesso di scambio.

## **C**

### **Calcare attivo**

Frazione finemente suddivisa del calcare totale, suscettibile di solubilizzarsi rapidamente sotto forma di bicarbonato.

### **Calcare totale**

Quantitativo totale di carbonati presenti nella frazione del suolo inferiore a 2 mm.

### **Calcareo (suolo)**

Suolo contenente una quantità di carbonato di calcio tale da dare effervescenza visibile o almeno udibile se trattato con HCl (10%).

### **Calcico (orizzonte)**

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 119 di 152
--	---	-----------------------------

Orizzonte di accumulo di carbonati di calcio e magnesio di origine pedogenetica. È indicato con k (per es. Ck).

### **Cambico (orizzonte)**

Orizzonte minerale di alterazione con cambiamenti nella struttura e nel colore del materiale di partenza (vedi). Generalmente è indicato con Bw.

### **Capacità di campo**

massima quantità di acqua che un suolo può trattenere, una volta che sia stata eliminata l'acqua gravitazionale. Corrisponde all'acqua presente nel suolo (pF 2,0) quando esso, dopo essere stato saturato, ha subito la fase di drenaggio rapido, che generalmente dura da uno a tre giorni.

### **Capacità di scambio cationico (C.S.C.)**

Quantità massima di cationi adsorbibili (cationi scambiabili) dai colloidi organici e minerali del suolo, espressa in milliequivalenti per 100 grammi di terra fine o in centimoli per chilogrammo di terra fine.

### **Capacità d'uso (Land Capability)**

Sistema di classificazione delle terre messo a punto dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti e basato sulle principali limitazioni d'uso. Con questo approccio si classificano migliori quelle terre che possiedono un ventaglio colturale più ampio.

### **Caratteri del suolo**

Attributi semplici del suolo che possono rilevarsi mediante valutazione diretta: come la misura della sua profondità o la valutazione del suo colore.

### **Carbonio organico**

Carbonio contenuto nei composti di tipo organico presenti nel suolo, esclusi quelli ad elevata condensazione.

### **Classe tessiturale**

La proporzione relativa delle singole frazioni costituenti la "terra fine" (vedi) (sabbia, limo e argilla) determina la classe tessiturale del suolo. Le classi tessiturali sono 12, elencate dalla più grossolana alla più fine: sabbiosa, sabbioso franca, limosa, franco sabbiosa, franca, franco limosa, franco sabbiosa argillosa, franco argillosa, franco limosa argillosa, argilloso sabbiosa, argilloso limosa, argillosa.

### **Colluvio**

Materiale trasportato da acqua di ruscellamento diffuso, o disceso per gravità, e deposto lungo un versante o al suo piede.

### **Colore**

Importante proprietà la cui variazione verticale all'interno di un suolo è indice dei diversi processi pedogenetici. Il colore è codificato con le "Munsell - Soil Color Charts" che utilizzano tre variabili: HUE (tinta), VALUE (luminosità), CHROMA (saturazione). Ad esempio 10 YR 5/4 un colore con Hue=10 YR, Value=5 e Chroma=4.

### **Concentrazioni**

Cristalli, noduli, concrezioni o masse di diverse dimensioni, spessore, consistenza e colori, costituiti da accumulo di composti di varia natura o da particelle di suolo cementate. La composizione di molte concentrazioni è differente dalla composizione delle circostanti particelle di suolo. Nella composizione delle concentrazioni, il carbonato di calcio e gli ossidi di ferro e manganese sono molto comuni.

**Concrezione**

Corpo coerente, di genesi geologica o pedologica, costituito da sostanze distribuite concentricamente attorno ad un nucleo. Le concrezioni possono essere carbonati che, gessose, ferro-manganesifere, ferruginose, saline. Meno frequentemente si producono anche concrezioni di silicati. Vedi anche Concentrazioni.

**Condizioni aquiche**

Termine della Soil Taxonomy (vedi). Evidenze di periodiche condizioni di saturazione idrica del suolo e di condizioni riducenti; si manifestano per presenza di screziature, di accumuli di ossidi di ferro e manganese.

**Conducibilità elettrica (del suolo)**

Proprietà del suolo di trasmettere la corrente elettrica. Viene espressa in dS m<sup>-1</sup> o in mS cm<sup>-1</sup>. Vedi Salinità.

**Conducibilità idraulica satura (Ksat, permeabilità) (del suolo)**

È la capacità del suolo di essere attraversato dall'acqua con moto verticale verso il basso. Salvo diversa indicazione, la permeabilità si riferisce alla velocità del flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo, in direzione verticale.

**Conoide alluvionale**

Espressione morfologica di un corpo sedimentario costituito da materiali depositati da un corso d'acqua in corrispondenza di una brusca diminuzione della pendenza di fondo. La conoide si irradia a ventaglio allo sbocco vallivo del corso d'acqua, raccordandosi alla superficie meno inclinata sottostante.

**Cono detritico**

Espressione morfologica dove il principale agente di formazione è la gravità.

**Consistenza**

Si riferisce all'intensità ed alla natura delle forze di coesione ed adesione del suolo, alla sua resistenza ad essere frantumato meccanicamente, ad essere deformato oppure rotto. Si delinea in campagna descrivendone la facilità di manipolazione fra le dita e la sensazione che il suolo trasmette attraverso le seguenti valutazioni: resistenza, cementazione, adesività e plasticità.

**Consumo di suolo**

Variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato), con la distinzione fra consumo di suolo permanente (dovuto a una copertura artificiale permanente) e consumo di suolo reversibile (dovuto a una copertura artificiale reversibile).

**D****Decarbonatazione**

Dissoluzione chimica dei carbonati negli orizzonti del suolo e/o nelle rocce carbonatiche sottostanti ad esso, per azione di acque meteoriche ricche di anidride carbonica. Il carbonato passa allo stato di bicarbonato solubile e viene rimosso per lisciviazione.

**Densità del suolo**

Vedi Peso specifico reale e Peso specifico apparente.

**Diagnostico (orizzonte, carattere)**

Orizzonte, o proprietà chimica, fisica, morfologica (colori, profondità, volumi, densità, ecc.), definito

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 121 di 152
--	---	-----------------------------

qualitativamente e quantitativamente e ritenuto, nelle classificazioni tassonomiche, essenziale per la identificazione del tipo di suolo.

### **Dilavamento**

Allontanamento di materiali solubili dal suolo.

### **Discontinuità litologica**

Cambiamento brusco di granulometria e/o di composizione mineralogica fra due orizzonti, indicante la loro diversa origine geologica e/o la loro differente età.

### **Drenaggio (del suolo)**

Capacità del suolo di allontanare l'acqua piovana o proveniente da aree adiacenti. Sono distinte diverse classi che esprimono la frequenza e la durata dei periodi di saturazione idrica, anche parziale del suolo.

### **Drenaggio esterno**

Si riferisce allo scorrimento superficiale delle acque.

### **Drenaggio interno**

Si riferisce, invece, alla dinamica dell'acqua all'interno del profilo.

### **Dystric (districo)**

Termine della Soil Taxonomy (vedi) che indica un tasso di saturazione in basi inferiore al 50%.

## **E**

### **Effervescenza (all'HCl)**

Si riferisce al test di campagna utilizzato per rilevare la presenza di carbonato di calcio nel suolo. Si esegue facendo gocciolare poche gocce di HCl (concentrazione al 10%) su un frammento di suolo, osservandone l'effervescenza prodotta.

### **Elementi nutritivi**

Qualsiasi elemento assorbito dalle piante ed essenziale per il loro sviluppo. I principali nutrienti sono azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, zolfo, ferro, manganese, rame, boro e zinco tra quelli ottenibili dal suolo, e carbonio, idrogeno e ossigeno tra quelli ottenibili dall'aria e dall'acqua.

### **Eluviale (orizzonte)**

Orizzonte fisicamente e chimicamente impoverito dalla perdita di sostanze che hanno subito una rimozione, in soluzione o in sospensione, e che sono state accumulate in orizzonti sottostanti o sono state allontanate con le acque di percolazione.

### **Eluviazione**

Migrazione, discendente o obliqua, di sostanze in sospensione o soluzione, all'interno del profilo, con conseguente formazione di un orizzonte eluviale, sovrapposto ad un orizzonte illuviale.

### **Entisuoli**

Ordine di suoli della Soil Taxonomy (vedi) che comprende i suoli caratterizzati da una limitata espressione dei caratteri pedogenetici e, in genere, da un orizzonte superficiale povero di sostanza organica, chiaro e sottile, posto al di sopra di substrati litoidi compatti o di depositi alluvionali recenti. L'assenza di orizzonti diagnostici può essere dovuta alla mancanza di un tempo sufficientemente lungo per la loro formazione o ad una roccia

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 122 di 152
--	---	-----------------------------

madre estremamente resistente all'alterazione.

### **Epipedon**

Termine della Soil Taxonomy (vedi), tratto dal greco epi=sopra e pedon=suolo, per indicare un orizzonte diagnostico formatosi sulla superficie del suolo o nei pressi della stessa. Gli epipedon non coincidono unicamente con orizzonti A, ma possono giungere a comprendere, del tutto o in parte, l'orizzonte B qualora la sostanza organica sia consistentemente presente.

### **Erosione**

Distacco e allontanamento dalla loro sede di particelle di suolo, causato soprattutto dall'acqua corrente (erosione idrica) e dal vento (erosione eolica).

### **Eutric (eutrico)**

Termine della Soil Taxonomy (vedi) che indica un tasso di saturazione in basi uguale o superiore al 50%.

### **Evapotraspirazione**

Perdita di acqua per evaporazione dalla superficie del suolo e per traspirazione dalle piante.

## **F**

### **Faccia di pressione**

Superficie liscia formatasi per pressione tra aggregati del suolo.

### **Faccia di scorrimento**

Superficie liscia, talvolta con sottili striature, formatasi per pressione e movimento relativo tra porzioni differenti di suolo.

### **Falda**

Si identifica, in un contesto pedologico, con la prima falda libera o falda freatica.

### **Famiglia**

5° livello della classificazione Soil Taxonomy (vedi); raggruppa suoli simili tra loro per tessitura, composizione mineralogica, reazione e regime di temperatura.

### **Fattori della morfogenesi**

Sono rappresentati dalle forze endogene (sismica, vulcanica, bradisismo), dalla roccia, dal clima, dagli organismi (incluso l'uomo), dal tempo e dall'intensità con cui agiscono.

### **Fattori della pedogenesi**

Sono rappresentati dalla roccia, dal clima, dagli organismi (incluso l'uomo), dalla morfologia, dal tempo e dalle loro interazioni.

### **Fertilità del suolo**

Giudizio globale qualitativo basato su parametri stazionali, morfologici e fisico-chimici, riguardante la capacità di un suolo di sostenere lo sviluppo vegetativo, sia per la produzione agro-forstale, sia dal punto di vista naturalistico.

### **Fisiografia**

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 123 di 152
--	---	-----------------------------

Aspetto assunto dalla superficie terrestre per effetto della morfogenesi.

### **Fluviale (deposito)**

Sedimento depositato da un corso d'acqua e composto da materiali a diversa granulometria, da finissima a grossolana, con giacitura orizzontale e generalmente stratificata.

### **Franco**

Suolo che contiene il 7-27% di particelle di argilla, il 28-50% di particelle di limo e meno del 52% di particelle di sabbia. Vedi anche Tessitura.

## **G**

### **Geomorfologia**

Descrizione e interpretazione delle forme del rilievo terrestre attuale, alla luce della sua evoluzione.

### **Ghiaia**

Elemento litoide, di forma prevalentemente arrotondata, modellato dall'azione di acque correnti, con dimensioni comprese fra 20 e 75 mm.

### **Gley**

Orizzonte di colore grigio-bluastro dovuto alla fluttuazione della falda; la temporanea saturazione determina condizioni di anaerobiosi con conseguente riduzione e liberazione del ferro.

### **Grande gruppo**

3° livello della Soil Taxonomy (vedi); si considera il suolo nella sua interezza, le proprietà significative, i vari orizzonti.

### **Granulometria**

Suddivisione in classi dimensionali della parte minerale del suolo; comprende lo scheletro (vedi) e la terra fine (vedi). Vedi Tessitura.

## **H**

### **Hue**

Gamma o colore spettrale dominante, di un orizzonte pedologico o di una figura pedogenetica, codificato da un numero associato ad una o due lettere maiuscole. Vedi anche Colore.

### **Humus**

Sostanza colloidale amorfa, di colore da giallo bruno scuro fino a nero, prodotta dalla trasformazione dei materiali organici del suolo e successiva resintesi polimerizzante. Può essere parzialmente estratta dal suolo e frazionata nei suoi componenti: acidi umici, acidi fulvici, umina. La frazione più resistente alla biodegradazione è quella legata alle argille, dalle quali non è separabile per via meccanica.

## **I**

### **Idromorfia**

Proprietà del suolo che ne indica la saturazione idrica, permanente o temporanea.

### **Illuviale**

Orizzonte del suolo in cui materiale proveniente da sovrastanti orizzonti è stato precipitato da soluzioni o

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 124 di 152
--	---	-----------------------------

depositato dalle sospensioni È uno strato di accumulo.

### **Illuviazione**

Movimento di sostanze diverse attraverso il profilo pedologico, da un orizzonte sovrastante, che ne risulta impoverito, ad uno sottostante, che ne viene arricchito.

### **Impermeabilizzazione (Soil sealing)**

Una parte della copertura artificiale del suolo dove gli interventi di copertura permanente del terreno con materiale artificiale sono tali da eliminarne o ridurne la permeabilità.

### **Inceptisuoli**

Ordine della Soil Taxonomy (vedi) che comprende tutti i suoli che hanno subito alterazioni chimico-fisiche del materiale di partenza tali da differenziare un orizzonte cambico più o meno spesso.

### **Incoerente (materiale)**

Materiale del suolo, privo di struttura, molto friabile, soffice o sciolto.

### **Infiltrabilità**

Velocità di penetrazione dell'acqua in un suolo, nella sua verticale. Normalmente viene espressa in cm/h.

### **Infiltrazione**

Penetrazione verso il basso dell'acqua in un suolo.

### **Inondabilità**

Probabilità che una certa unità cartografica o parte di essa, possono venire inondate nel corso dell'anno. Tale probabilità è abitualmente indicata con l'uso del suo reciproco, dando origine al parametro del tempo di ritorno dell'evento alluvionale.

## **L**

### **Land**

Concetto di origine slavo-germanica, indicante un suolo con il proprio clima, con la sua posizione morfologica e la sua collocazione geologica; l'insieme di questi fattori ha poi influenzato (ed è stato influenzato) lo sviluppo di una ben precisa comunità vegetale ed animale, ed ha permesso certe forme di utilizzazione antropica. Nel concetto di land, sono compresi anche questi fattori, così come i risultati fisici di passati interventi antropici, quali bonifiche o eliminazione della vegetazione naturale. Per contro, in questa definizione non rientrano le caratteristiche economiche e sociali presenti.

### **Lavorabilità**

Grado di facilità con cui un suolo può essere lavorato senza subire danni alla struttura e senza richiedere un eccessivo dispendio energetico delle trattrici. Si analizzano tre aspetti della lavorabilità di un suolo: resistenza meccanica alle lavorazioni, tempo d'attesa necessario per procedere alle lavorazioni (dopo un evento piovoso che abbia saturato il suolo, in autunno o in primavera), usura degli attrezzi.

### **Limo**

Frazione minerale di un suolo le cui particelle hanno un diametro compreso tra 0,05 e 0,002 mm. Il limo può venire suddiviso ulteriormente in limo grossolano (0,05-0,02 mm) e limo fine (0,02-0,002 mm).

### **Lisciviazione**

Migrazione meccanica (in sospensione) di piccole particelle minerali (principalmente argilla) dagli orizzonti superficiali eluviali a quelli profondi illuviali con relativo arricchimento (formazione di pellicole di argilla e dell'orizzonte argillico).

### **Litico (aggettivo)**

Indica un suolo con presenza di roccia in posto o abbondanza di scheletro molto superficiali.

### **Litologia**

Lo studio in generale delle rocce (anche sciolte), nei loro aspetti strutturali, fisici e mineralogici. Tipo di roccia da cui prende origine un suolo.

### **Litotipo**

Tipo di roccia distinto in base a peculiari caratteristiche fisiche macroscopiche.

## **M**

### **Macropori**

Pori del suolo con diametro compreso tra 75  $\mu\text{m}$  and 5 mm.

### **Massa**

Accumulo poco o nulla cementato di Fe-Mn, carbonati, silicati, gesso o altri Sali. Si riconosce per l'aspetto soffice. Vedi anche Concentrazioni.

### **Massivo**

Materiale privo di struttura interna e dotato di coerenza.

### **Materiale parentale**

Roccia o sedimento da cui si è sviluppato il suolo.

### **Materia organica**

Vedi Sostanza organica.

### **Micropori**

Pori del suolo con diametro compreso tra 5 e 30  $\mu\text{m}$ .

### **Mollico**

Orizzonte diagnostico superficiale della Soil Taxonomy (vedi) ricco di humus, di colore scuro, soffice, spesso almeno 18 cm e con alta saturazione in basi.

### **Mollisuoli**

Ordine della Soil Taxonomy (vedi). Suoli con epipedonmollico (mollis = soffice) e saturazione in basi del 50% o superiore.

## **N**

### **Nodulo**

Corpo di forma tondeggiante, duro o soffice, costituito da carbonati, ferro, manganese, ecc. Vedi anche

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 126 di 152
--	---	-----------------------------

Concentrazioni.

## O

### Ocrico

Orizzonte diagnostico superficiale della Soil Taxonomy (vedi) povero in sostanza organica, di colore chiaro. Olocene È l'epoca geologica più recente, quella in cui ci troviamo oggi e che ha avuto il suo inizio convenzionalmente circa 11.700 anni fa.

### Ordine

1° livello della Soil Taxonomy; la differenziazione tra gli ordini si basa sulla presenza o assenza dei principali orizzonti diagnostici.

### Orizzonte

Strato del profilo, generalmente parallelo alla superficie, in cui si evidenziano gli effetti dei processi pedogenetici. Le proprietà di un orizzonte sono dovute, prevalentemente, ai flussi di materia ed energia rispetto all'ambiente esterno e agli orizzonti immediatamente sovrastanti o sottostanti.

### Orizzonte profondo

Designa di tutti gli strati compresi fra l'orizzonte superficiale ed il substrato, denominati "B" e distinti mediante suffissi secondo le modalità di genesi.

### Orizzonte superficiale

Strato posto a contatto con l'atmosfera; nei suoli coltivati coincide con lo strato interessato dalle normali lavorazioni, denominato "A" e ulteriormente qualificato mediante il suffisso "p" (ploughed = arato).

### Orizzonti diagnostici

Sono orizzonti che manifestano i segni dell'avvenuta azione dei diversi fattori pedogenetici. Su di essi si basa la classificazione USDA Soil Taxonomy

## P

### Paesaggio

Indica un tratto di superficie terrestre che ha un certo significato pedogenetico, individuabile da un insieme di condizioni climatiche, litologiche, morfologiche, di uso del suolo e di vegetazione che potrebbero aver dato luogo ad un suolo, o ad una distribuzione di suoli caratteristica. L'interpretazione delle relazioni suolo-paesaggio sta alla base della realizzazione di una carta pedologica.

### Paleosuolo

Suolo di origine molto antica, evoluto in condizioni di clima e vegetazione diverse dalle attuali. Può presentarsi sepolto da depositi più recenti, oppure costituire superfici relitte: in tal caso ai segni della pedogenesi antica si sommano i segni dei processi in atto. Occorre segnalare che all'interno della Soil Taxonomy (vedi) il prefisso "paleo" si attribuisce a suoli con i segni di un'intensa alterazione, ossia profondità del contenuto di argilla illuviale, orizzonte olico, orizzonte petrocalcico, scomparsa di minerali alterabili, ecc.; tale attribuzione non è tuttavia univoca con la presenza di un vero paleosuolo.

### Paradigma "suolo-paesaggio"

Espressione che indica come sia possibile prevedere alcune delle caratteristiche del suolo attraverso l'esame

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 127 di 152
--	---	-----------------------------

del paesaggio. Principio che si fonda sulla constatazione che i fattori della pedogenesi sono gli stessi, eccetto per le forze endogene, a quelli della morfogenesi.

### **Pedoambiente**

Descrizione dell'ambiente e delle sue relazioni con il suolo.

### **Pedoclima**

Valutazione sintetica dei fattori climatici (piovosità, temperatura) che influenzano direttamente il suolo, la sua evoluzione e comportamento.

### **Pedogenesi**

Processo di formazione del suolo a partire per lo più da detriti minerali provenienti dalla disgregazione delle rocce (substrato pedogenetico). Si realizza attraverso processi di trasformazione, accumulo, perdita e traslocazione dovuti ad un insieme di fattori (detti fattori pedogenetici: clima, morfologia, roccia, esseri viventi, tempo).

### **Pedon**

Rappresenta l'unità minima di riferimento della pedologia, come minimo volume che può essere definito "suolo". È un'entità tridimensionale, tale da consentire l'osservazione di tutti gli orizzonti presenti; la sua dimensione generalmente varia tra uno e dieci metri quadrati, in relazione alla variabilità del suolo.

### **Pedopaesaggio**

Termine generico che si applica a qualunque livello gerarchico nella classificazione dei paesaggi pedologici. Indica un tratto di superficie terrestre che ha un certo significato pedologico, cioè raccoglie suoli che hanno in comune una o più caratteristiche, proprietà o processi. È individuabile da un insieme di condizioni climatiche, litologiche, morfologiche, pedologiche, di uso del suolo e di vegetazione caratteristiche.

### **Pellicole**

Prodotti di rideposizione, in orizzonti più o meno profondi, di materiali provenienti dagli orizzonti soprastanti, in seguito a processi di eluviazione e illuviazione. In funzione del materiale depositato, si distinguono pellicole di argilla, di sabbia e limo, di sesquiossidi, ferromanganesifere, di sostanza organica, di carbonati.

### **Pendenza**

Inclinazione della superficie del suolo rispetto al piano orizzontale.

### **Percolazione**

Passaggio di un liquido attraverso un corpo poroso. In senso pedologico, è il passaggio attraverso il suolo, dall'alto al basso, dell'acqua di precipitazione, di irrigazione o di scioglimento glaciale o nivale, insieme ai suoi soluti.

### **Permeabilità**

Vedi Conducibilità idraulica satura.

### **Pianura alluvionale**

Estesa area pianeggiante costituitasi attraverso processi legati al trasporto, al rimaneggiamento e alla deposizione di materiali da parte di acque correnti.

### **Pietrosità**

Indica la percentuale di pietre o altri materiali, di dimensioni > 2 mm, presenti sulla superficie del suolo.

### **Plasticità**

Indica la possibilità del suolo di essere plasmato. Si stima in campagna attraverso la manipolazione di un cilindretto di suolo di 4 cm di lunghezza e 6 mm di spessore, convenientemente inumidito.

### **Porosità**

Rapporto tra il volume degli spazi non occupati da componenti solide ed il volume complessivo del suolo. Di solito si misurano i cosiddetti macropori, i vuoti che dipendono dall'attività biologica. La macroporosità si esprime come percentuale del volume totale,

oppure come numero per unità di superficie.

### **Processi (pedogenetici)**

L'insieme delle trasformazioni chimiche, fisiche e biologiche che trasformano una roccia madre in un suolo per azione dei fattori della pedogenesi.

### **Profilo**

Successione verticale di orizzonti, estesa fino al substrato pedologico, di orizzonti risultanti da trasformazioni o migrazioni, in genere verticali, di elementi costitutivi del suolo. Il profilo del suolo viene osservato ed analizzato mediante uno scavo di adeguate dimensioni e profondità, che consente di osservare e descrivere la morfologia interna e di prelevare campioni per le analisi di laboratorio.

### **Profondità utile alle radici**

Distanza fra le superfici e strati o orizzonti del suolo in cui fattori fisici e/o chimici, ostacolano lo sviluppo in profondità degli apparati radicali della maggior parte delle colture agrarie e/o forestali. Sono considerati fattori limitanti: roccia coerente dura o tenera, frangipan, orizzonte petrocalcico e altri orizzonti impenetrabili, falda permanente e gley, materiali esclusivamente scheletrici, orizzonti a granulometria fortemente contrastante rispetto a quella degli orizzonti soprastanti.

### **Proprietà diagnostiche**

Sono proprietà del suolo definite quantitativamente, che riflettono specifiche condizioni pedologiche. Sono usate per la distinzione tra i taxa di una tassonomia.

### **Punto di appassimento**

Contenuto di umidità del suolo, espresso in percentuale rispetto al peso secco, dove le piante appassiscono, in modo irreversibile. Si assume che coincida con una forza di trattenuta dell'acqua da parte del suolo superiore a 15 atmosfere.

## **Q**

### **Qualità del suolo**

Si definisce come la capacità del suolo a svolgere le funzioni di volta in volta necessarie a garantire il mantenimento di un equilibrio ambientale, economico, sociale, ecc. Tale capacità è legata principalmente alle caratteristiche strutturali ed ecologiche del suolo. Inoltre, si considera anche la qualità del suolo espressa come l'adeguatezza all'uso (fitness for use) correlata all'influenza delle attività umane che incidono in maniera più o meno intensa modificando talvolta drasticamente le caratteristiche naturali del suolo.

### **Quota**

Altezza di un luogo sul livello del mare. L'uso di questo termine deve essere sempre associato all'indicazione di un valore di altitudine espresso in metri.

## **R**

### **Radicabilità**

Esprime la percentuale in volume di orizzonte esplorabile dalle radici delle piante. La stima si effettua a partire dalla quantità e distribuzione delle radici negli orizzonti e dall'osservazione di caratteri quali: presenza di forte compattazione, tipo e distribuzione della porosità, scarsa aerazione, bassa capacità di trattenere l'umidità o presenza di scheletro.

### **Reazione**

Grado d'acidità o d'alcalinità del suolo, espresso quantitativamente dal valore numerico del pH. Vedi anche pH.

### **Regime di temperatura (del suolo)**

Valutazione sintetica della temperatura media annua del suolo, delle sue fluttuazioni medie rispetto a questo valore e delle temperature medie della stagione calda e fredda. I regimi di temperatura del suolo sono utilizzati dalla Soil Taxonomy (vedi) per accedere ai livelli tassonomici di maggior dettaglio. I regimi di temperatura definiti dalla Soil Taxonomy (vedi) sono: pergelico, criico, frigido, mesico, termico ed ipertermico.

### **Regime di umidità (del suolo)**

Valutazione sintetica del contenuto di acqua disponibile per le piante nella sezione di controllo di un suolo durante tutto l'anno e con una metodologia uniforme. I regimi di umidità del suolo sono utilizzati dalla Soil Taxonomy per accedere ai livelli tassonomici di maggior dettaglio. I regimi di umidità definiti dalla Soil Taxonomy sono: aquico, udico, perudico, ustico, xerico, aridico o torrido.

### **Rete di drenaggio**

Insieme dei collettori che raccolgono le acque provenienti dallo stesso bacino idrografico. È composta da un'asta fluviale principale e da un numero più o meno grande di corsi d'acqua tributari.

### **Rischio di deficit idrico**

Valutazione della disponibilità di acqua nel suolo durante l'anno.

### **Rischio di inondazione**

Rischio di temporanea ricopertura della superficie del suolo da parte di acqua di qualunque provenienza. E' valutato sulla base della frequenza e sulla durata media di eventi passati.

### **Riserva idrica**

La massima quantità d'acqua che un suolo può trattenere una volta che sia stata eliminata l'acqua gravitazionale.

### **Ristagno idrico**

Il permanere dell'acqua nel suolo o sul suolo a causa di un cattivo drenaggio.

### **Roccia madre**

Substrato roccioso dalla cui alterazione, per azione chimica, fisica e biologica esercitata da tutti gli agenti superficiali e dagli organismi presenti su di esso, si sviluppa il suolo.

---

### **Rocciosità**

Percentuale della superficie del suolo occupata da affioramenti rocciosi, in un raggio di circa 100 m dalla stazione pedologica.

### **Runoff**

Vedi Drenaggio esterno.

## **S**

### **Sabbia**

Frazione minerale di un suolo le cui particelle hanno un diametro che varia da 0,05 a 2,0 mm. Si può ulteriormente suddividere in sabbia molto grossolana (2,0-1,0 mm), sabbia grossolana (1,0-0,5 mm), sabbia media (0,5-0,25 mm), sabbia fine (0,25-0,1 mm) e sabbia molto fine (0,1-0,05 mm).

### **Salinità**

Definisce il contenuto in sali solubili del suolo e la misura in cui essi interferiscono con la crescita delle piante. Per determinarla si può misurare la conducibilità elettrica nell'estratto saturo (ECe) oppure con diversi rapporti terreno-acqua ( $EC1:2,5 = \text{rapporto terreno acqua pari a } 1:2,5$ ). Si esprime in deciSiemens/m (dS/m).

### **Saturazione idrica del suolo**

Si determina quando la pressione idrica nel suolo è pari a 0.

### **Scheletro**

Si intendono gli elementi litici presenti nel suolo con diametro > 2 mm.

### **Screziature**

Macchie o sfumature di colore diverso comprese in una matrice di colore dominante; generalmente dovute a processi di ossidoriduzione, si classificano per forma, dimensione e numero. In molti casi sono importanti per individuare la presenza di idromorfia.

### **Serie**

6° livello della Soil Taxonomy; raggruppa suoli all'interno di una famiglia che si differenziano dagli altri appartenenti alla stessa solo per caratteristiche quali la tessitura superficiale o del substrato. Le serie sono istituite per scopi pratici raggruppando suoli che presentano comportamenti simili dal punto di vista gestionale.

### **Servizi ecosistemici**

Definiti come i benefici (o contributi) che l'uomo ottiene, direttamente o indirettamente, dagli ecosistemi che si suddividono in: servizi di approvvigionamento (prodotti alimentari e biomassa, materie prime, etc.); servizi di regolazione e mantenimento (regolazione del clima, cattura e stoccaggio del carbonio, controllo dell'erosione e regolazione degli elementi della fertilità, regolazione della qualità dell'acqua, protezione e mitigazione dei fenomeni idrologici estremi, riserva genetica, conservazione della biodiversità, etc.); servizi culturali (servizi ricreativi e culturali, funzioni etiche e spirituali, paesaggio, patrimonio naturale, etc.)

### **Sodicità**

Si riferisce al contenuto in sodio scambiabile del suolo.

### **Soil Taxonomy**

Sistema di classificazione pedologica statunitense che prevede sei livelli: ordini, sottordini, grandi gruppi,

sottogruppi, famiglie e serie di suoli. Si basa sull'individuazione di orizzonti diagnostici e proprietà del suolo rilevate principalmente in campagna.

### **Solum**

È la parte superiore e più evoluta del profilo pedologico, soprastante l'orizzonte C, costituita dagli orizzonti A, E e B.

### **Sostanza organica**

Materiale di origine vegetale e animale, più o meno eterogeneo, presente nel terreno in diversi stati di trasformazione.

### **Sottogruppo**

4° livello della Soil Taxonomy. Esistono tre tipi di sottogruppo: il "tipico" con tutte le caratteristiche proprie del grande gruppo; l'"intergrado", che possiede caratteristiche di transizione tra ordini, sottordini o grandi gruppi diversi; l'"extragrado", che comprende suoli con caratteristiche genetiche che fuoriescono dal campo di variabilità del grande gruppo, ma che non si evolvono verso suoli di altre categorie.

### **Sottordine**

2° livello della Soil Taxonomy. I diversi sottordini esprimono le variabili più importanti entro i singoli ordini: presenza di orizzonti caratteristici, regime idrico, grado di decomposizione della sostanza organica, etc.

### **Stazione di rilevamento (sito)**

Intorno del luogo dove è realizzata l'osservazione, di dimensione variabile nell'ordine delle decine o alcune centinaia di metri quadri.

### **Struttura (del suolo)**

Organizzazione spaziale delle singole particelle minerali e organo-minerali del suolo in aggregati di maggiori dimensioni. Questi ultimi sono dotati di specifiche forme e dimensioni, con diverso grado di distinguibilità. Vedi anche Aggregazione

### **Subsoil**

Coincide con l'orizzonte profondo B. Più praticamente, è la parte del suolo sottostante la normale profondità delle lavorazioni.

### **Substrato pedogenetico**

Roccia o sedimento dalla cui alterazione si è formato il suolo.

### **Suoli idromorfi**

Sono suoli che si sono formati in condizioni di drenaggio molto scarso, fino ad impedito; che di conseguenza hanno subito processi di ossido-riduzione del ferro e degli altri elementi. Presentano tipiche colorazioni grigiastre e screziature di colore giallo aranciato.

### **Suolo**

Materiale presente sulla superficie della Terra costituito da componenti minerali ed organiche che si è formato nel tempo per azione del clima e degli organismi viventi a partire da materiali parentali originali. Il suo limite superiore è rappresentato dall'aria e da acqua poco profonda, i suoi margini sono dati dalle acque profonde, dalla roccia e dal ghiaccio, il limite inferiore coincide con la scarsa attività biologica e comunque con quello degli apparati radicali delle piante spontanee perenni. È il risultato della pedogenesi.

**Suolo consumato**

Quantità complessiva di suolo a copertura artificiale esistente in un dato momento. Se è misurato in valori percentuali rispetto alla superficie territoriale è sinonimo di grado di artificializzazione.

**T****Tasso di saturazione in basi**

Rapporto percentuale tra la somma dei cationi alcalini e alcalino-terrosi ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), espresso in  $\text{cmol (+) kg}^{-1}$  di suolo, fissati sul complesso di assorbimento, e la capacità di scambio cationico, ugualmente espressa, ossia la quantità massima di cationi che 1 kg di suolo può assorbire.

**Terra fine**

È costituita dall'insieme delle particelle del suolo aventi le dimensioni della sabbia, del limo e dell'argilla.

**Terrazzo fluviale**

Forma subpianeggiante legata alla dinamica fluviale per incisione e parziale smantellamento di un deposito alluvionale in seguito ad un abbassamento del livello di base. Può avere carattere essenzialmente erosivo oppure di accumulo di materiali alluvionali più recenti. I terrazzi situati a quota più elevata sono più antichi di quelli situati a quota più bassa, ma non esiste una relazione temporale che leghi l'altezza delle scarpate con la durata della fase erosiva. Se non vi è corrispondenza o vi è una grande sproporzione tra le due sponde, i terrazzi si dicono asimmetrici.

**Territorio**

Terre racchiuse nei confini di un'autorità politica ed amministrativa, che impone la propria volontà. È concetto geopolitico.

**Tessitura**

Proporzione relativa delle particelle di suolo con diametro  $< 2$  mm (sabbia, limo e argilla) che costituiscono la così detta "terra fine", espressa in percentuale. La misura della tessitura si effettua in laboratorio, con analisi granulometriche. In campagna si valuta invece la tessitura con un metodo speditivo, che stima le principali frazioni granulometriche, manipolando tra le dita un campione di suolo.

**Topsoil**

Parte superiore del suolo, generalmente più arricchita in sostanza organica ed interessata dalle normali pratiche agricole. Il topsoil può corrispondere all'orizzonte Ap.

**Trivellata**

Operazione esplorativa o di controllo: permette di osservare e stimare solo alcuni dei caratteri pedologici profondi (tessitura, calcare, idromorfia, reazione). Si esegue a mano con la trivella sulla quale sono montate eliche di diversa forma a seconda del tipo di suolo da penetrare.

**U****Udico**

Regime di umidità del suolo individuato dalla Soil Taxonomy (vedi) nelle zone umide dove nel bilancio annuo l'evapotraspirazione non supera, se non di poco, le precipitazioni, di solito ben distribuite e presenti anche nella stagione estiva.

**Umidità (del suolo)**

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 133 di 152
--	---	-----------------------------

Quantità d'acqua contenuta in un volume unitario di suolo seccato all'aria. I diversi stati di umidità del suolo, stimati in campagna, possono esprimersi nelle seguenti classi: secco, umido, saturo, bagnato.

### **Unità cartografica**

Insieme delle aree caratterizzate dagli stessi tipi di suolo (delineazioni), identificabili in modo univoco sulla carta pedologica.

### **Unità di paesaggio**

Porzione di territorio sufficientemente omogenea per fattori e processi di pedogenesi (caratteri climatici, geolitologici, idrografici, morfologici e vegetazionali), nella quale è molto probabile l'identificazione di suoli simili.

### **Unità di terre**

Termine specifico ad indicare un tratto della copertura pedologica funzionale e cartografabile alla scala di semidettaglio. Si individua tramite riconoscimento dello specifico arrangiamento e della caratteristica configurazione degli elementi territoriali che la costituiscono (geologia, morfologia, uso delle terre, ecc.).

### **Unità fisiografica**

Tratto della superficie terrestre, omogeneo per tipo ed intensità del processo geomorfologico dominante, alla scala di riferimento.

### **Unità tassonomica**

Unità di campionamento (pedon) classificata secondo la tassonomia adottata.

### **U.S.D.A.**

Dipartimento per l'Agricoltura degli Stati Uniti, che si occupa del settore agricolo e della conservazione del suolo, ha elaborato il sistema di classificazione noto come Soil Taxonomy (vedi).

### **Uso delle terre**

Descrive l'insieme delle attività umane svolte su una certa porzione della superficie terrestre. È l'applicazione del controllo umano, in modo relativamente sistematico, sugli elementi chiave presenti all'interno di ogni ecosistema, al fine di ricavarne benefici.

Nell'uso comune, il termine "Uso del suolo" può essere utilizzato come sinonimo.

### **Ustico**

Regime di umidità del suolo individuato dalla Soil Taxonomy (vedi) come intermedio tra l'aridico e l'udico.

## **V**

### **Value**

Luminosità relativa del colore di un orizzonte pedologico o di una figura pedogenetica, riferita alla percentuale di luce assorbita rispetto a quella riflessa.

### **Vertici (processi o fenomeni)**

Elevato contenuto in argille espandibili, fessurazioni e, talvolta, facce di pressione e di scorrimento (vedi), in climi caratterizzati da forti contrasti stagionali.

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 134 di 152
--	---	-----------------------------

### **Vertisuoli**

Ordine della Soil Taxonomy (vedi) che comprende suoli con contenuto medio-alto di argilla espandibile e presenza periodica di fessurazioni.

**X**

### **Xerico**

Regime di umidità del suolo utilizzato dalla Soil Taxonomy tipico dell'ambiente mediterraneo, con inverni umidi e freddi ed estati calde e secche.

## APPENDICE A

### UNITA' DI TERRA

ACN	Argille arrossate con subordinati conglomerati
AEO	Arenarie eoliche
AGO	Depositi alluvionali ghiaiosi recenti
ALO	Depositi alluvionali limoso-argillosi recenti
AMC	Intercalazioni di argille, marne, calcari ed arenarie
ARO	Depositi alluvionali recenti (senza distinzione litologica)
ASO	Depositi alluvionali sabbiosi recenti
ATG	Depositi alluvionali ghiaiosi terrazzati olocenici
ATL	Depositi alluvionali limosi-argillosi terrazzati olocenici
ATN	Arenarie e sabbie di ambiente transizionale
ATO	Depositi alluvionali terrazzati olocenici (senza distinzione litologica)
ATS	Depositi alluvionali sabbiosi terrazzati olocenici
BBP	Brecce e coni di scorie basaltiche
BEP	Brecce piroclastiche, brecce e conglomerati epiclastici
BRI	Brecce intrusive
BSP	Basalti s.l.
BXT	Bauxite ed argille residuali
CAO	Calcari olocenici
CDL	Calcari e dolomie
CPA	Conglomerati poligenici con arenarie di ambiente continentale e transizionale
CPM	Depositi colluviali del Pleistocene medio
CQL	Conglomerati a quarzo e liditi ed arenarie quarzose ben cementati
CTN	Calcari (spesso con subordinato materiale terrigeno)
DAP	Depositi alluvionali pleistocenici
DCO	Depositi colluviali olocenici
DFO	Depositi di frana stabilizzati olocenici
DSP	Depositi di spiaggia pleistocenici
DVO	Depositi di versante e di frana attiva
DVP	Depositi di versante e di frana pleistocenici
FIL	Filladi e metapeliti (metargilliti e metasiltiti)
IGN	Flussi piroclastici da mediamente a molto saldati ed a composizione da riolitica a dacitica
LAC	Depositi fluvio- lacustri con tufi ed epiclastiti intercalati
LIB	Lave a composizione intermedio-basica

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 136 di 152
--	---	-----------------------------

LRD	Lave e filoni a composizione riolitico-dacitica
MAN	Intercalazioni di marne, marne arenacee e siltose, calcari marnosi e arenarie
MCN	Metacalcari nodulari e metacalcari marnosi
MET	Metamorfiti
MFI	Manifestazioni filoniane
MRM	Marmi
MRN	Marne, calcari marnosi e nodulari
NSU	Non suolo
PLU	Plutoniti
PRL	Piroclastiti non saldate o poco saldate con epiclastiti intercalate
QTZ	Filoni di quarzo, quarziti, litidi e silicizzazioni
RAF	Affioramenti rocciosi e tasche di suolo
SAO	Depositi di spiaggia olocenici antichi
SLO	Depositi lacustri olocenici
SPI	Depositi di spiaggia olocenici
SSP	Lave sottosature e sature

## APPENDICE B

### ORIZZONTI

ORIZZONTI PRINCIPALI		
Orizzonte		Definizione
<b>O</b>	Orizzonti o strati dominati da materiali organici	Alcuni sono saturati con acqua per lunghi periodi o lo sono stati, ma ora sono artificialmente drenati; altri non sono mai stati saturati. Alcuni orizzonti O sono costituiti da lettiera decomposta o parzialmente decomposta (come foglie, aghi, ramoscelli, muschio e licheni) che è stata depositata sulla superficie di un suolo minerale o organico. Altri orizzonti O consistono di materiale organico che è stato depositato in condizioni di saturazione e si è decomposto a vari stadi. La frazione minerale di tale materiale costituisce solo una piccola percentuale del volume del materiale e generalmente molto meno della metà del suo peso. Un orizzonte O può trovarsi sulla superficie di un terreno minerale, oppure può essere a qualsiasi profondità sotto la superficie, se è sepolto. Un orizzonte formato da illuviazione di materiale organico non è un orizzonte O anche se contiene notevoli quantità di materiale organico.
<b>L</b>	Orizzonti o strati limnici (= di origine lacustre)	Si usa per suoli formati da materiali organici o minerali depositi per precipitazione dall'acqua o per azione di organismi acquatici (come alghe o diatomee), e modificati da organismi animali acquatici. Sono accumuli di escrementi, diatomiti e marne.
<b>A</b>	Orizzonte minerale, accumulo di sostanza organica umificata, perdita di Fe, Al, argilla	Orizzonti che si sono formati in superficie o al di sotto di un orizzonte O. In essi non è più riconoscibile tutta o gran parte della struttura della roccia e mostrano uno o entrambi dei seguenti caratteri: accumulo di sostanza organica umificata strettamente miscelata con la frazione minerale, non è dominato da proprietà caratteristiche di orizzonti E o B, le proprietà derivano dalla sua coltivazione e dal pascolo, o da simili tipi di disturbo.
<b>E</b>	Orizzonti minerali caratterizzati da perdita di argilla silicatica, ferro, alluminio o una combinazione di questi	Questi orizzonti sono il risultato di un accumulo residuale delle frazioni sabbiose o limose formatesi da minerali più resistenti. In essi non è più riconoscibile tutta o gran parte della struttura della roccia. Mostrano colore chiaro, se non biancastro, e affiorano normalmente sotto un orizzonte A.
<b>B</b>	Orizzonti minerali profondi (spesso sotto un orizzonte O, A o E)	In questi orizzonti la struttura del parent material originario non è più riconoscibile e presentano uno o più dei seguenti caratteri: concentrazione illuviale di argilla, ferro, alluminio, humus, carbonati, gesso, silice (anche

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 138 di 152
--	---	-----------------------------

		combinati); rimozione o arricchimento di carbonati; concentrazione residuale o presenza di rivestimenti di sesquiossidi; inizio di alterazione o di struttura; fragilità; gleizzazione intensa
<b>C</b>	Orizzonti profondi poco influenzati dalla pedogenesi, ma non costituiti da roccia dura	Orizzonti che sono poco interessati da processi pedogenetici e in cui mancano le proprietà tipiche degli O, A, E, B. La loro composizione è quasi esclusivamente minerale poiché mancano i segni dell'attività biologica.
<b>R</b>	Orizzonti formati da roccia dura	Roccia madre inalterata e coerente
<b>M</b>	Orizzonti artificiali	Orizzonti che limitano l'apparato radicale, costituiti da materiali antropici con un andamento quasi continuo, orientati orizzontalmente. Esempi di materiali indicati dalla lettera M sono rivestimenti geotessili, asfalto, cemento, gomma e plastica.
<b>W</b>	Acqua	Questo simbolo indica livelli di acqua all'interno o sotto il suolo. Lo strato di acqua viene designato come W <sub>f</sub> se è permanentemente ghiacciato e W se non è permanentemente ghiacciato. Il simbolo W (o W <sub>f</sub> ) non viene utilizzato per acque poco profonde, ghiaccio o neve posti al di sopra della superficie del suolo.
<b>ORIZZONTI DI TRANSIZIONE</b>		
Si tratta di quegli orizzonti in cui dominano i caratteri di un orizzonte principale ma in cui si osservano anche i caratteri di un'altro orizzonte		
Orizzonte	Descrizione	
<b>AB (o AE o AC)</b>	Dominano i caratteri di A ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte B (o E o C)	
<b>EA (o EB)</b>	Dominano i caratteri di E ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte A (o B)	
<b>BA (o BE)</b>	Dominano i caratteri di B ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte A (o E)	
<b>BC</b>	Dominano i caratteri di B ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte C	
<b>CB (CA)</b>	Dominano i caratteri di C ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte B (o A)	
<b>COMBINAZIONI DI ORIZZONTI</b>		
Orizzonti in cui sono presenti due parti distinte e sono riconoscibili proprietà dei due tipi di orizzonti principali indicati dalle lettere maiuscole		

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 139 di 152
--	---	-----------------------------

Orizzonte	Descrizione
<b>A/B (o A/E o A/C)</b>	Orizzonti in cui sono presenti frammiste parti di A e B (o A e E o A e C), con prevalenza di A
<b>E/A</b>	Orizzonti in cui sono presenti frammiste parti di E e A, con prevalenza di E
<b>B/A (o B/E o B/C)</b>	Orizzonti in cui sono presenti frammiste parti di B e A (o B e E o B e C), con prevalenza di B
<b>C/B (o C/A)</b>	Orizzonti in cui sono presenti frammiste parti di C e B, (o C e A) con prevalenza di C

Suffissi	Le lettere minuscole sono utilizzate come suffissi per indicare specifici caratteri degli orizzonti principali
<b>a</b>	<b>Materiale organico leggermente decomposto.</b> Il simbolo si usa con O e indica la presenza di materiale organico, il cui contenuto in fibre è meno del 17% dopo sfregamento
<b>b</b>	<b>Orizzonte genetico sepolto.</b>
<b>c</b>	<b>Accumulo di concrezioni o noduli cementati.</b> L'agente cementante è generalmente ferro, alluminio, manganese o titanio; non può essere silice, dolomite, calcite o sali più solubili
<b>co</b>	<b>Accumulo di escrementi.</b> Utilizzato per specificare l'origine dell'orizzonte L
<b>d</b>	<b>Restrizione fisica per le radici.</b> Si utilizza per orizzonti non cementati sia di origine naturale che antropica, che limitano l'approfondimento dell'apparato radicale. Tra questi gli orizzonti compattati dalle lavorazioni meccaniche
<b>di</b>	<b>Accumulo di diatomee.</b> Utilizzato per specificare l'origine dell'orizzonte L
<b>e</b>	<b>Materiale organico mediamente decomposto.</b> Il simbolo si usa con O e indica la presenza di materiale organico, il cui contenuto in fibre è compreso tra 17 e 40% dopo sfregamento
<b>f</b>	<b>Suolo ghiacciato.</b> Indica la presenza permanente del ghiaccio nel suolo, non si usa per indicare la presenza di ghiaccio stagionale o il dry permafrost
<b>ff</b>	<b>Dry permafrost.</b> Indica un orizzonte o strato perennemente più freddo di 0°C che non ha ghiaccio a sufficienza per cementarlo
<b>g</b>	<b>Forte gleyzzazione.</b> Indica che il ferro è stato ridotto e allontanato durante la formazione del suolo o che la saturazione idrica è tale da mantenerlo in uno stato ridotto. La maggior parte di questi orizzonti ha un chroma uguale o inferiore a 2 e molti hanno concentrazioni di Fe e Mn. Se si usa per caratterizzare l'orizzonte B, devono essere presenti in aggiunta altri processi pedogenetici, altrimenti si usa con C. Non si utilizza per indicare bassi valori di chroma che non siano legati a processi redox
<b>h</b>	<b>Accumulo illuviale di sostanza organica.</b> Si utilizza per indicare accumulo illuviale, amorfo e disperdibile di complessi organici e sesquiossidi di Al in piccola quantità. Se questi ultimi sono in quantità significativa alla lettera h si associa il simbolo s. Entrambi si usano per gli orizzonti B
<b>i</b>	<b>Materiale organico leggermente decomposto.</b> Il simbolo si usa con O e indica la presenza di materiale organico, il cui contenuto in fibre è più del 40% dopo sfregamento
<b>j</b>	<b>Accumulo di jarosite.</b> La jarosite (KFe <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub> ) è un prodotto dell'alterazione della pirite quando questa è stata esposta ad un ambiente ossidante. La jarosite ha un hue di 2.5 Y o più giallo e normalmente un chroma di 6 o più, anche se sono stati riportati chroma a partire da 3 o 4

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 140 di 152
--	---	-----------------------------

jj	<b>Evidenze di crioturbazione.</b> Questo fenomeno si manifesta con la presenza di limiti tra orizzonti rotti o irregolari, frammenti di roccia ordinati, materiali organici di suolo che si ritrovano entro e/o tra gli strati di suolo minerale
k	<b>Accumulo di carbonati secondari.</b> Questo simbolo indica un accumulo di carbonato di calcio secondario (meno del 50% in volume di carbonato di calcio). Le concentrazioni si presentano sotto forma di filamenti, noduli, rivestimenti, masse, carbonati diffusi o altre forme
kk	<b>Eccessivo accumulo di carbonati secondari.</b> Questo simbolo indica un maggiore accumulo di carbonato di calcio (più del 50% in volume) e si usa quando la struttura del suolo è riempita da carbonati secondari a grana fine e si manifesta come un mezzo continuo
m	<b>Cementazione o indurimento.</b> Si usa per mettere in evidenza una cementazione continua o quasi. Essoviene utilizzato solo per orizzonti che sono cementati per più del 90 per cento, sebbene possano essere fratturati. L'orizzonte cementato costituisce un limite fisico per l'approfondimento radicale. L'agente cementante viene specificato con l'aggiunta di una o due lettere minuscole davanti alla m (es. kkm - cementazione da carbonati, kqm - carbonati e silice, zm - cementazione da sali più solubili del gesso)
ma	<b>Accumulo di sedimenti marnosi di origine lacustre.</b> Utilizzato per specificare l'origine dell'orizzonte L
n	<b>Accumulo di sodio di scambio.</b>
o	<b>Accumulo residuale di sesquiossidi.</b>
p	<b>Lavorazione del terreno e altri disturbi.</b> Indica un disturbo dell'orizzonte superficiale ad opera di mezzi meccanici, pascolo o simili. Si usa con O e A (anche se si riconoscono chiaramente i caratteri degli orizzonti E, B o C)
q	<b>Accumulo di silicati secondari.</b>
r	<b>Substrato alterato o soffice.</b> Si usa con C per indicare la presenza di substrati rocciosi poco o moderatamente cementati (es. roccia ignea alterata, arenaria parzialmente consolidata, siltiti, scisti)
s	<b>Accumulo illuviale di sesquiossidi e sostanza organica.</b> Questo simbolo è utilizzato con la lettera B per indicare un accumulo illuviale di complessi amorfi, disperdibili, di materia organica e sesquiossidi, quando sia la materia organica che i sesquiossidi sono significativi e se il valore e il croma, da umido, dell'orizzonte è 4 o più. Il simbolo è utilizzato anche in combinazione con h (Bhs), quando la materia organica e i sesquiossidi sono significativi e se il valore e il croma, da umido, sono 3 o meno
ss	<b>Presenza di slickensides.</b> Le slickensides sono il risultato del rigonfiamento dei minerali argillosi, da cui si originano superfici di taglio con angoli compresi tra i 20 e i 60 gradi rispetto all'orizzontale
t	<b>Accumulo di argille silicatiche.</b> Si usa in riferimento ai minerali argillosi che si sono formati all'interno dell'orizzonte e al cui interno sono stati traslocati o sono stati trasportati nell'orizzonte per illuviazione o entrambi. In qualche parte dell'orizzonte dovrebbero essere presenti segni dell'accumulo di argilla sia come rivestimenti sulle superfici dei pedoni e nei pori, sia sotto forma di lamelle, o come ponti tra i granuli minerali
u	<b>Presenza di manufatti.</b> Questo simbolo indica la presenza di manufatti che sono stati creati o modificati dall'uomo, per abitazioni, produzioni, scavi o costruzioni. Esempi di manufatti sono prodotti in legno, prodotti liquidi petroliferi, sottoprodotti della combustione del carbone, asfalto, fibre e tessuti, mattoni, cemento, plastica, vetro,

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 141 di 152
--	---	-----------------------------

	gomma, carta, cartone, ferro e acciaio, metalli e minerali alterati, rifiuti sanitari e medici, spazzatura e discariche di rifiuti
<b>v</b>	<b>Plintite.</b> Questo simbolo indica materiali arrossati ricchi in ferro e poveri di humus, che sono compatti o molto compatti allo stato umido anche se non sono fortemente cementati. Quando esposti in atmosfera e a ripetuti cicli di umido-secco indurisce irreversibilmente
<b>w</b>	<b>Sviluppo di colore o struttura.</b> Questo simbolo si usa solo con l'orizzonte B per indicare lo sviluppo di colore e struttura o entrambi, con scarso o nessun apparente accumulo illuviale di materiale. Non dovrebbe essere utilizzato per indicare un orizzonte di transizione
<b>x</b>	<b>Fragipan.</b> Questo simbolo si utilizza per indicare un orizzonte genetico caratterizzato dalla combinazione di compattezza e friabilità e generalmente da una densità apparente maggiore degli orizzonti adiacenti. Alcune parti dell'orizzonte costituiscono un limite fisico all'approfondimento radicale
<b>y</b>	<b>Accumulo di gesso.</b> Questo simbolo si usa quando la struttura del suolo è dominata da frammenti di suolo o minerali diversi dal gesso. Il gesso è presente in quantità tale da non oscurare o distruggere significativamente altre caratteristiche
<b>yy</b>	<b>Dominanza di gesso.</b> Il simbolo si usa per indicare la presenza di gesso. Ciò potrebbe essere dovuto ad un accumulo secondario, alla trasformazione di gesso presente nel parent material o ad altri processi. Il suffisso yy si usa quando il contenuto in gesso (generalmente il 50% o più in volume) è tale che i caratteri pedologici o litologici sono oscurati o distrutti dallo sviluppo dei cristalli di gesso. I colori degli orizzonti contraddistinti con yy sono molto sbiancati con value da 7 a 9.5 e chroma di 2 o meno.
<b>z</b>	<b>Accumulo di sali più solubili del gesso.</b>

## APPENDICE C

### CARATTERISTICHE DEL SUOLO

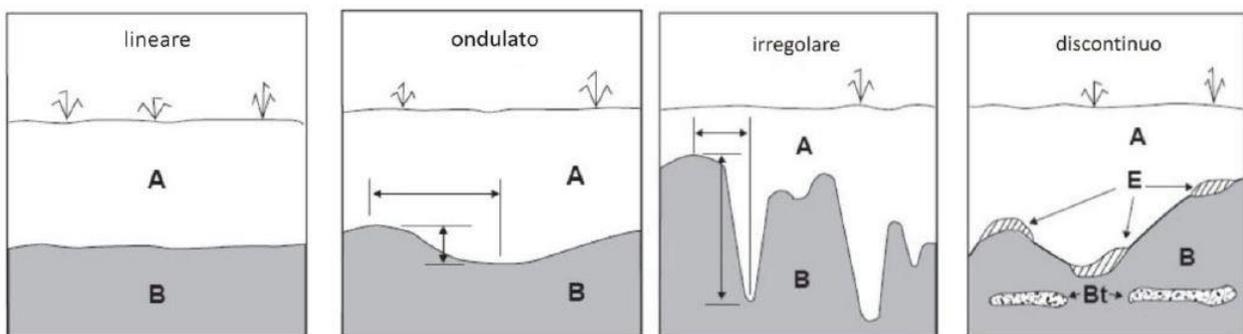
#### LIMITE

**Tipo:** distanza entro la quale si ha il passaggio da un orizzonte a quello successivo, secondo le seguenti codifiche

abrupto	0-2 cm
chiaro	2-5cm
graduale	5-15cm
diffuso	> 15cm
sconosciuto	

**Andamento:** andamento del limite inferiore di ogni orizzonte secondo le seguenti codifiche

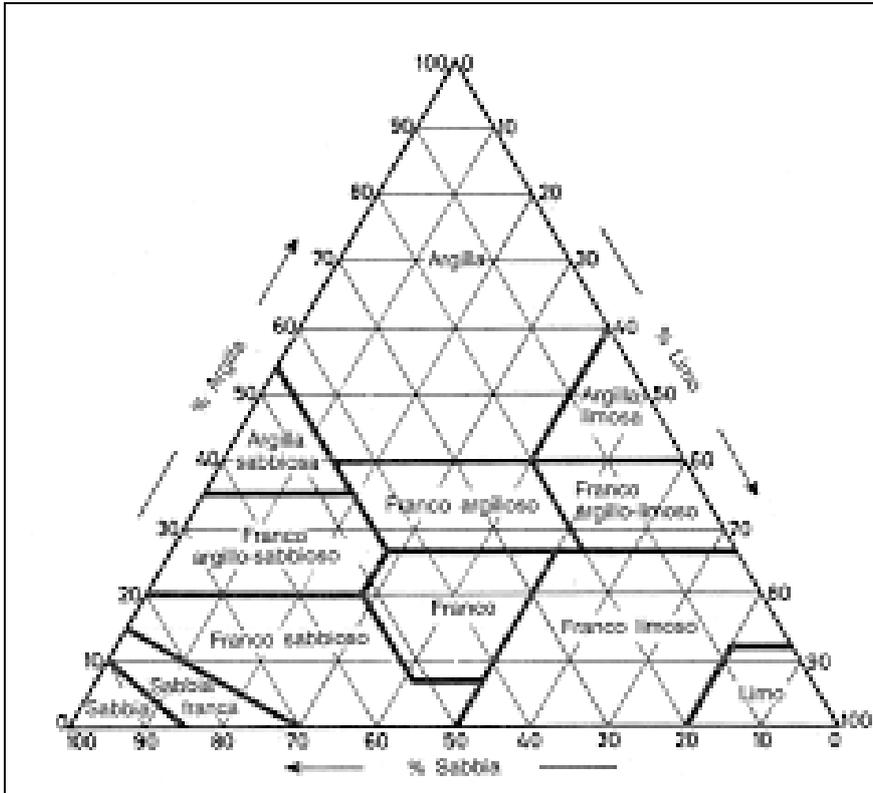
lineare	Senza o poche irregolarità
ondulato	Ondulazioni più larghe che profonde
irregolare	Ondulazioni più profonde che larghe
discontinuo	Limite interrotto
A glosse	Penetrazione a forma di lingue nell'orizzonte sottostante



#### UMIDITA'

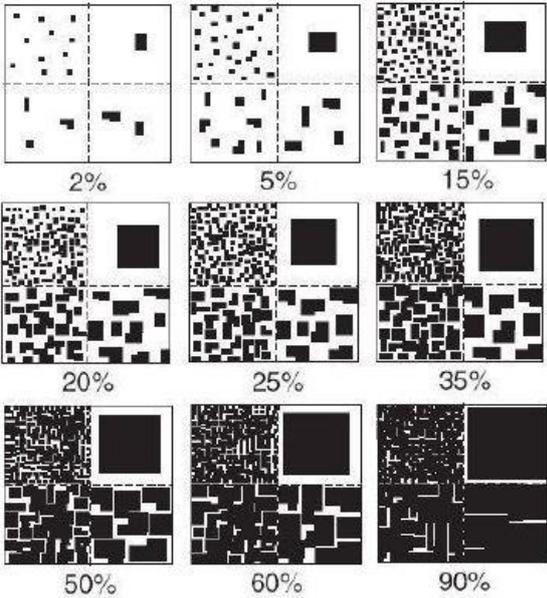
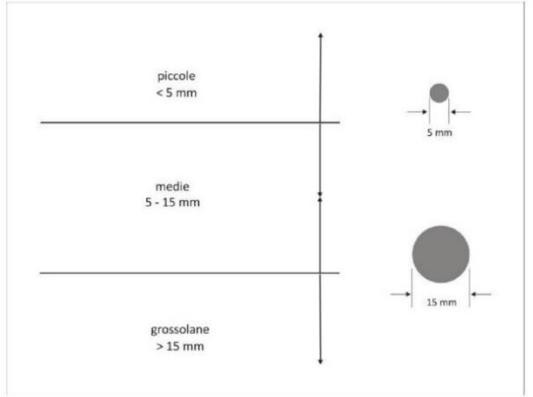
secco
umido
bagnato

**TESSITURA**

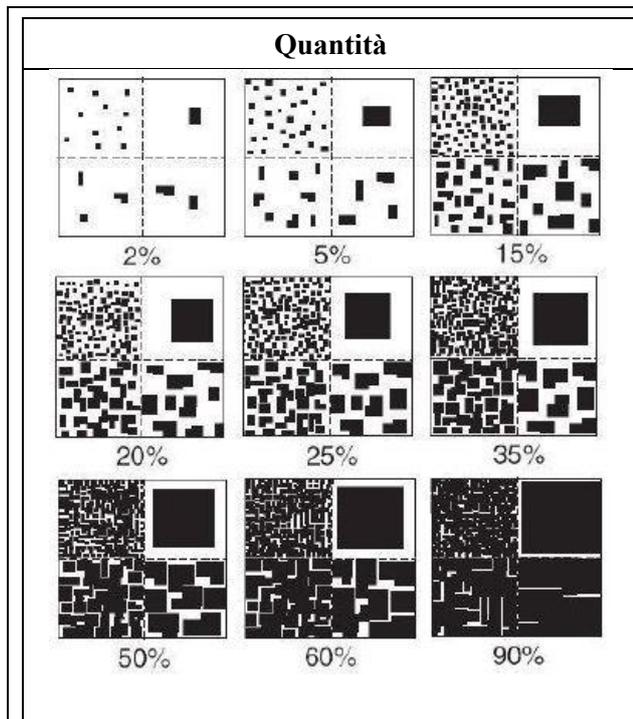


<b>A</b>	Argilloso
<b>AL</b>	Argilloso li- moso
<b>AS</b>	Argilloso sab- bioso
<b>F</b>	Franco
<b>FA</b>	Franco - ar- gilloso
<b>FLA</b>	Franco li- moso argil- loso
<b>FS</b>	Franco sab- bioso
<b>FSA</b>	Franco sab- bioso argil- loso
<b>L</b>	Limoso
<b>S</b>	Sabbioso
<b>SF</b>	Sabbioso franco

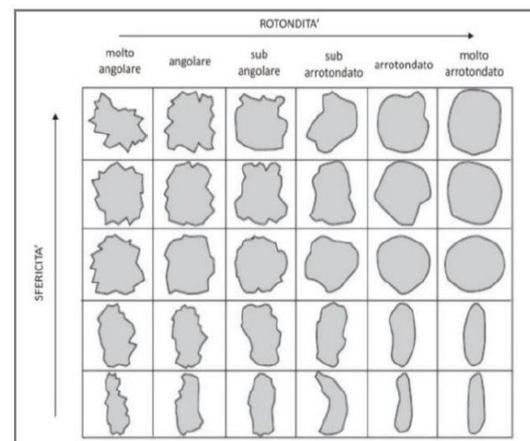
**FIGURE DI OSSIDAZIONE E SCREZIATURE**

Quantità	Dimensione						
 <p>2%      5%      15%</p> <p>20%      25%      35%</p> <p>50%      60%      90%</p>	<table border="1" data-bbox="815 365 1348 521"> <tr> <td><b>piccole</b></td> <td>&lt;5mm</td> </tr> <tr> <td><b>medie</b></td> <td>5 – 15mm</td> </tr> <tr> <td><b>grossolane</b></td> <td>&gt; 15mm</td> </tr> </table> 	<b>piccole</b>	<5mm	<b>medie</b>	5 – 15mm	<b>grossolane</b>	> 15mm
<b>piccole</b>	<5mm						
<b>medie</b>	5 – 15mm						
<b>grossolane</b>	> 15mm						
<p><b>Localizzazione rispetto alla matrice del suolo</b></p> <p>Screziature dovute a litocromie</p> <p>Facce di aggregati con arricchimento di ferro</p> <p>Facce di aggregati con impoverimento di ferro</p> <p>Masse arricchite di ferro</p> <p>Masse impoverite di ferro e presenza di aree con arricchimento di Fe e Mn</p> <p>Masse ridotte o impoverite in assenza di aree con arricchimento di Fe o Mn</p> <p>Masse intorno a pori o strutture organiche con arricchimento di Fe</p> <p>Masse intorno a pori o strutture organiche con impoverimento di Fe</p>	<p><b>Localizzazione all'interno dell'orizzonte</b></p> <p>Prevalentemente nella parte bassa dell'orizzonte</p> <p>Prevalentemente nella parte alta dell'orizzonte</p> <p>In tutto l'orizzonte</p>						

**SCHELETRO**



<b>Dimensione</b>	
<b>Ghiaia fine e media</b>	2- 20mm
<b>Ghiaia grossolana</b>	20 – 75mm
<b>Ciottoli</b>	75 – 250mm
<b>Pietre</b>	>250mm

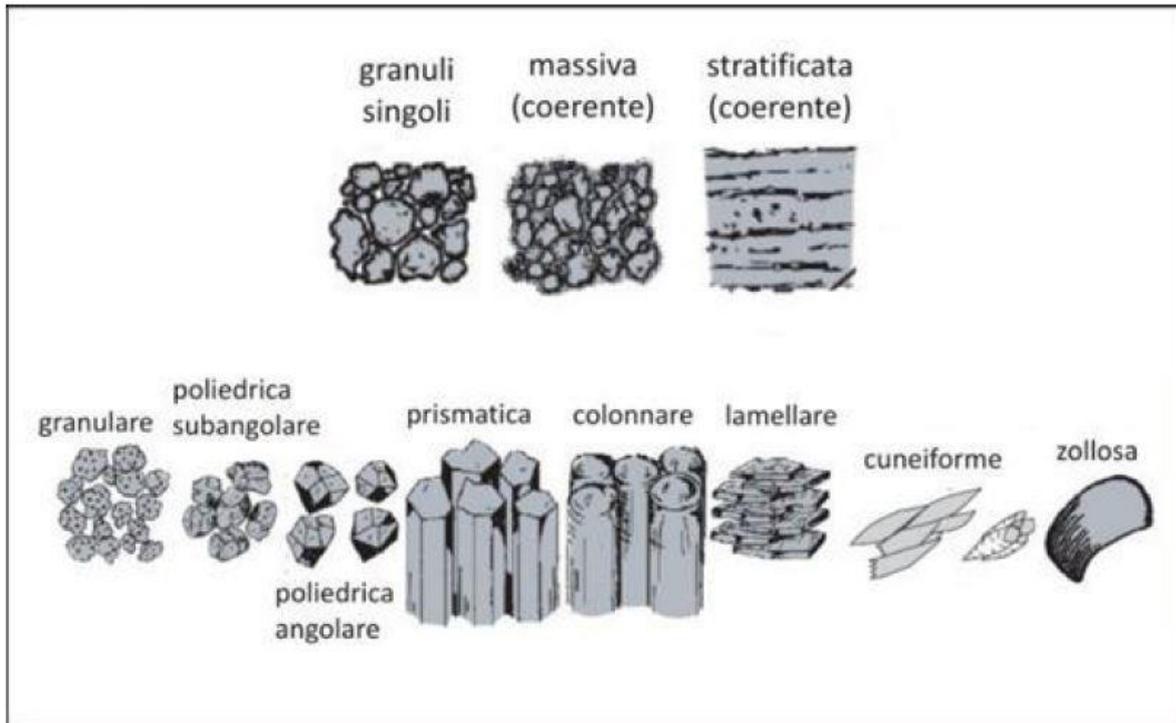


<b>Alterazione</b>	
<b>non alterato</b>	Alterazione assente o molto debole
<b>sub arrotondato</b>	Parziale alterazione mostrato dal cambiamento di colore tra parte esterna e interna, il nucleo interno è inalterato senza variazioni di consistenza
<b>angolare</b>	Il risultato dell'alterazione è l'arrotondamento degli elementi originariamente angolare e/o una riduzione delle dimensioni
<b>irregolare</b>	Tutti i minerali sono alterati e gli elementi possono essere sbriciolati

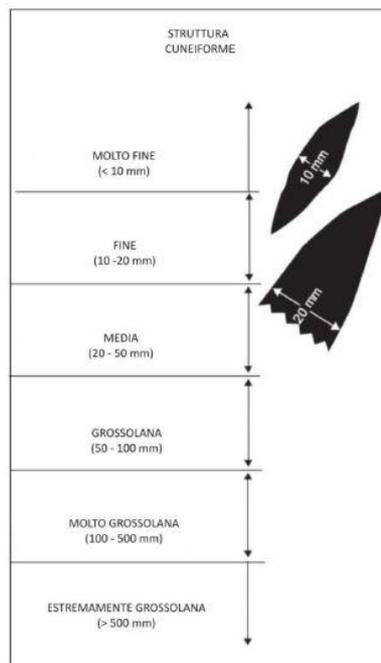
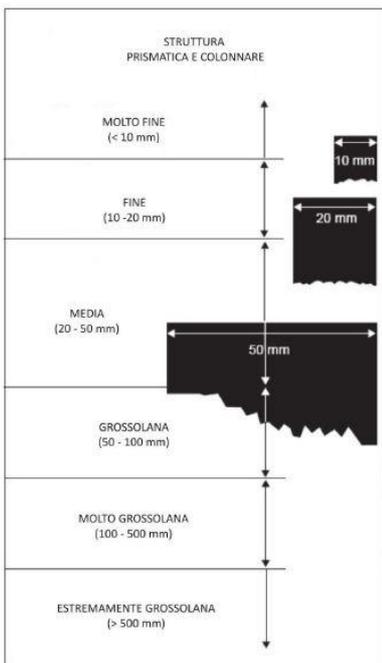
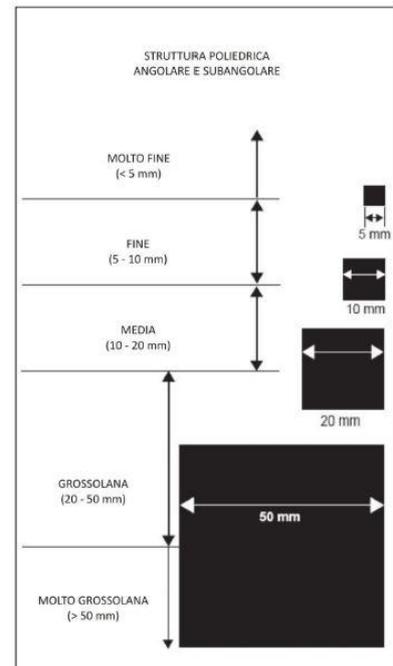
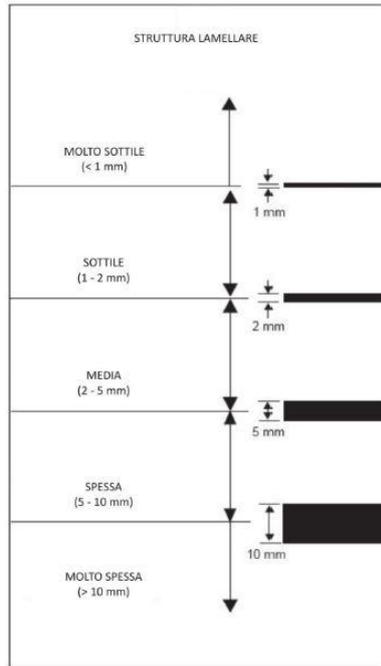
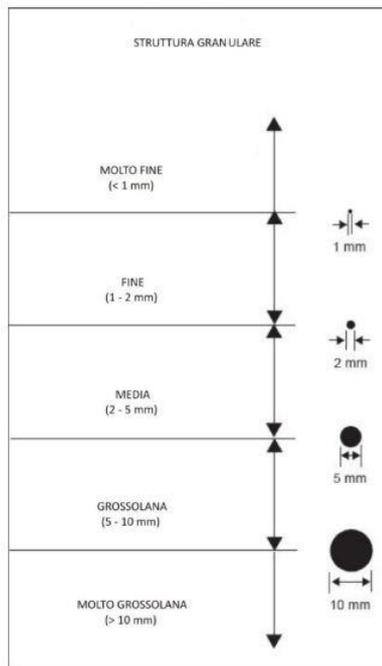
<b>Forma</b>	
<b>arrotondato</b>	La superficie è regolare e non sono presenti spigoli vivi
<b>sub arrotondato</b>	La superficie mostra lievi irregolarità ma non spigoli vivi
<b>angolare</b>	La superficie è irregolare e mostra spigoli vivi e/o arrotondati
<b>irregolare</b>	Una dimensione è inferiore alla metà delle altre
<b>piatto</b>	Una dimensione è inferiore alla metà delle altre

## STRUTTURA

**Forma** della struttura intesa come disposizione naturale di particelle di terreno in aggregati derivanti dai processi pedogenetici



<b>assente</b>	Assenza di struttura (vedi grado: massivo o granuli singoli)
<b>lamellare</b>	Piatta, a forma di lamelle (con la dimensione verticale limitata rispetto all'orizzontale) che si sovrappongono su un piano orizzontale
<b>di roccia incoerente (stratificata)</b>	La struttura ricalca quella della roccia incoerente (stratificata)
<b>di roccia coerente</b>	La struttura ricalca quella della roccia di origine
<b>prismatica</b>	Gli aggregati hanno le due dimensioni orizzontali di lunghezza inferiore a quella verticale. Le facce sono ben distinguibili e i vertici angolari
<b>poliedrica angolare</b>	Gli aggregati sono poliedri con facce piane e subarrotondate, non sono presenti angoli acuti
<b>granulare</b>	Piccoli aggregati con facce curve e molto irregolari
<b>zollosa</b>	Blocchi irregolari formatisi in seguito a disturbi artificiali del suolo, ad esempio le lavorazioni meccaniche (aratura o compattazione)
<b>cuneiforme</b>	Gli aggregati hanno forma di cunei e presentano spigoli vivi, delimitati da slickensides, non si riferisce solo ai suoli con caratteri vertici
<b>nuciforme</b>	Simile alla poliedrica subangolare (non descritta nei manuali della FAO e dell'USDA)
<b>colonnare</b>	Aggregati con la dimensione verticale allungata e la parte superiore arrotondata, spesso la parte sommitale risulta sbiancata



Dimensioni
molto fine/sottile
fine/sottile
media
grossolana/spessa
molto grossolana /molto spessa
estremamente grossolana

Grado	
<b>sciolto o incoerente</b>	Non si osservano aggregati e nessuna disposizione definita tra le superfici di separazione. Più del 50% del materiale è costituito da particelle separate (discrete)
<b>massivo</b>	Non è presente alcun aggregato e nessuna disposizione definita tra le superfici di separazione. Il materiale è una massa coerente, anche se non necessariamente cementato
<b>debolmente sviluppata</b>	Gli aggregati sono poco sviluppati e non si riesce a distinguerli in un suolo indisturbato. Il suolo se smosso si suddivide in alcuni aggregati interi, in molti aggregati spezzati e in una grande quantità di materiale

	disaggregato
<b>moderatamente sviluppata</b>	Gli aggregati sono appena visibili nel suolo indisturbato, quando smosso il suolo si separa in un gran numero di aggregati interi, ben formati ma poco durevoli, in alcuni aggregati rotti e parte del materiale è disaggregato
<b>fortemente sviluppata</b>	L'aggregazione è ben evidente già nel suolo indisturbato, gli aggregati si presentano ben formati e separati da superfici nette e solo una piccola parte o niente, è costituita da materiale disaggregato

## CONSISTENZA

### Da secco

La consistenza del suolo da secco è determinata rompendo il suolo tra pollice e indice nella mano

<b>sciolto</b>	Non coerente
<b>soffice</b>	La massa del suolo è debolmente coerente e friabile, sotto una leggera pressione il suolo si polverizza e sbriciola in granuli singoli
<b>leggermente duro</b>	Debole resistenza alla pressione, si rompe facilmente se schiacciato tra pollice e indice
<b>duro</b>	Moderatamente resistente alla pressione, può essere rotto nelle mani ma non tra pollice e indice
<b>molto duro</b>	Molto resistente alla pressione, si rompe con difficoltà se pressato tra le mani
<b>estremamente duro</b>	Estremamente resistente alla pressione, non può essere rotto tra le mani

### Da umido

La consistenza da umido si determina tentando di schiacciare una quantità di materiale umido o leggermente umido

<b>sciolto</b>	Non coerente
<b>molto friabile</b>	Il suolo si deforma leggermente sotto una debole pressione, ma mantiene una certa coerenza quando schiacciato
<b>friabile</b>	Il suolo si deforma in seguito ad una pressione da leggera a moderata esercitata tra pollice ed indice e mantiene una certa coerenza quando schiacciato
<b>resistente</b>	Il suolo si deforma in seguito ad una pressione moderata esercitata tra pollice ed indice, ma la resistenza è molto evidente
<b>molto resistente</b>	Il suolo si deforma in seguito ad una forte pressione esercitata tra pollice ed indice, ma la deformazione è a malapena visibile
<b>estremamente resistente</b>	Il suolo si deforma solo in seguito ad una pressione molto forte, ma non si deforma quando schiacciato tra pollice e indice

### Adesività

L'adesività è la capacità di un suolo ad aderire ad altri oggetti determinata stimando l'aderenza del suolo quando viene premuto tra pollice e indice. Indicare il grado di adesività secondo le codifiche della tabella

<b>non adesivo</b>	Dopo aver esercitato una pressione tra pollice e indice nessuna particella di suolo aderisce alle dita
<b>leggermente adesivo</b>	Dopo la pressione esercitata tra indice e pollice, il suolo aderisce ad entrambe le dita ma se si allontanano aderisce solo ad un dito
<b>adesivo</b>	Dopo la pressione il suolo rimane aderente ad entrambe le dita anche quando si separano allungandosi tra esse prima di rompersi
<b>molto adesivo</b>	Dopo la pressione il suolo aderisce fortemente ad entrambe le dita anche quando si separano allungandosi decisamente tra esse

### Plasticità

La plasticità è la capacità di un suolo di cambiare continuamente forma sotto l'influenza di una sollecitazione e di mantenere tale forma una volta rimossa la forza applicata. Si determina facendo rotolare una piccola porzione di suolo tra le mani sino a formare un cilindro di circa 3mm di diametro. Indicare il grado di plasticità secondo le codifiche della tabella.

<b>non plastico</b>	Non è possibile formare un cilindretto
<b>leggermente plastico</b>	Si forma un cilindretto ma si rompe immediatamente se si cerca di formare un anello, la massa si deforma in seguito all'applicazione di una forza molto debole
<b>plastico</b>	Si forma un cilindretto ma si rompe se si cerca di formare un anello, la massa si deforma in seguito all'applicazione di una forza da debole a moderata
<b>molto plastico</b>	Si forma un cilindretto e si riesce a formare un anello, la massa si deforma in seguito all'applicazione di una forza da moderatamente forte a molto forte

## COMPATTAZIONE

La compattazione è quella condizione del suolo che si verifica quando le particelle sono compresse e lo spazio e la continuità dei pori sono ridotti (aumento della densità apparente)

<b>Grado</b>	
<b>debolmente compattato</b>	La massa del suolo si presenta fragile dura, ma può essere spezzata con le mani
<b>compattato</b>	La massa del suolo è apprezzabilmente più dura rispetto al resto (si disperde in acqua)
<b>fortemente compattato</b>	Il suolo non può essere rotto applicando un peso di 75kg (la cementazione coinvolge più del 90% della massa del suolo)

<b>Natura</b>
Assente
Ghiaccio
Argilla
Argilla e sesquiossidi
Meccanica
Aratura
Calpestio Animale

## CONCENTRAZIONI

Quantità		<p>2%      5%      15%      20%</p>
assenti		
poche	<2%	
comuni	2-20%	
mote	> 20%	
Dimensione		<p>2 mm    5 mm    10 mm    15 mm    20 mm    25 mm</p>
Natura		
crystalli	Sono macro-forme cristalline di Sali solubili (ad es, salgemma, gesso, carbonati) che si formano in situ per precipitazione da soluzione circolante. La forma cristallina e la struttura sono facilmente desumibili in campo con 10X ottico	
noduli	Sono corpi cementati (molto debolmente cementati o più) di varie forme (comunemente sferica o tubolare) che possono essere rimossi come unità distinte dal suolo. La struttura cristallina non è rilevabile con 10X ottico	
concrezioni	Sono corpi cementati (molto debolmente cementati o più) simili a noduli, tranne che per la presenza di strati concentrici visibili di materiale intorno a un punto, linea o piano. I termini “nodulo” e “concrezione” non sono intercambiabili	
concentrazioni	Sono corpi cementati (molto debolmente cementati o più) di varie forme che non possono essere rimossi dal suolo come unità discrete, e non hanno una struttura cristallina facilmente visibile in campo (10X ottico)	
pendenti	Tipo di concentrazioni di forma allungata e/o filamentosa	
croste	Incrostazioni superficiali più consistenti della massa del suolo	
geodi	Si tratta di cavità di forma tendenzialmente sferica rivestite di cristalli	

## ATTIVITÀ BIOLOGICA

Indicare la stima della quantità e del tipo di attività biologica secondo i codici riportati nelle tabelle sottostanti

Quantità
assente
scarsa

Tipo
Manufatti
Cunicoli (non Specificati)

	<b>TITOLO</b> RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	<b>PAGINA</b> 151 di 152
--	---	-----------------------------

comune	Cunicoli ampi e aperti
abbondante	Cunicoli ampi riempiti
	Materiale carbonioso
	Canali di lombrichi
	Pedotubuli
	Canali e nidi di termiti e formiche
	Altro

## EFFERVESCENZA

Indicare la presenza di carbonato di calcio applicando al suolo alcune gocce di acido cloridrico (1 N). La stima avviene sulla base della formazione di bolle.

Grado		Localizzazione
<b>non calcareo</b>	Nessuna effervescenza	Generalizzata (matrice e frammenti)
<b>debolmente calcareo</b>	Effervescenza udibile ma non visibile	Localizzata nella terra fine
<b>moderatamente calcareo</b>	Effervescenza visibile	Localizzata nei frammenti grossolani
<b>fortemente calcareo</b>	Forte effervescenza visibile. Le bolle formano una debole schiuma	Localizzata nelle concentrazioni
<b>estremamente calcareo</b>	Reazione estremamente forte. Una spessa schiuma si forma rapidamente	

## DRENAGGIO

<b>molto mal drenato</b>	L'acqua è in corrispondenza o in prossimità della superficie del suolo per gran parte della stagione di crescita delle piante. A meno che non si realizzi un drenaggio artificiale la maggior parte delle colture non può essere coltivata. Questa condizione è tipica delle depressioni o delle aree pianeggianti, oppure, in caso di eventi piovosi persistenti, i suoli possono essere in pendenza. Anche le screziature con chroma <2 sono indicatori di un suolo mal drenato
<b>mal drenato</b>	Il suolo è bagnato a basse profondità durante la stagione vegetativa o rimane bagnato per lunghi periodi. A meno che il suolo non sia drenato non è consentita la coltivazione della maggior parte delle colture, ciononostante il suolo non è continuamente bagnato alla profondità di aratura. La presenza di una falda così superficiale è dovuta alla bassa o bassissima conducibilità idraulica di un orizzonte prossimo alla superficie, ad eventi pluviometrici persistenti o ad una combinazione di

	questi due fattori. Questi suoli sono caratterizzati dalla presenza, nella parte superiore del profilo, di figure di ossidoriduzione (da comuni sino ad abbondanti)
<b>piuttosto mal drenato</b>	Il suolo di ritrova bagnato a bassa profondità e per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante e a meno che il suolo non sia drenato artificialmente la coltivazione della maggior parte delle piante è ostacolata. Il suolo appartiene ad una classe di conducibilità bassa o molto bassa. Il livello della falda è piuttosto superficiale e può ricevere acqua lateralmente o a causa di piogge persistenti o ancora da una combinazione di questi fattori. Questi suoli mostrano figure da ossidoriduzione da comuni ad abbondanti nella zona interessata dall'apparato radicale e screziature da ristagno piuttosto superficiali se è presente una suola di aratura
<b>moderatamente ben drenato</b>	L'acqua in questi suoli è, in alcuni periodi dell'anno, rimossa lentamente. La falda è moderatamente profonda e può essere transitoria o permanente. Lo spessore di suolo esplorato dall'apparato radicale è bagnato solo per un breve periodo durante la stagione vegetativa. La presenza dell'acqua è dovuta ad una classe di conducibilità moderatamente bassa entro 1 metro dalla superficie, a un apporto per infiltrazione o alla combinazione di questi due fattori. Comuni sono le figure da ossidoriduzione almeno nella parte bassa della zona radicata
<b>ben drenato</b>	L'acqua viene rimossa dal suolo prontamente, ma non rapidamente. La falda è generalmente profonda o molto profonda. Nelle regioni umide l'acqua è disponibile per le piante durante gran parte della stagione di crescita, l'umidità non inibisce la crescita delle radici durante la maggior parte delle stagioni. Non sono presenti screziature nella interessata dall'apparato radicale.
<b>piuttosto eccessivamente drenato</b>	L'acqua viene rimossa dal suolo rapidamente, non è presente una falda o molto profonda. Senza irrigazione non è possibile realizzare alcun tipo di coltivazione. I suoli hanno una tessitura grossolana e una conducibilità idraulica elevata. Non si osservano screziature
<b>eccessivamente drenato</b>	L'acqua viene rimossa dal suolo molto rapidamente, non è presente una falda o è molto profonda. Senza irrigazione non è possibile realizzare alcun tipo di coltivazione. I suoli hanno una tessitura grossolana e una conducibilità idraulica molto elevata. Non si osservano screziature