

Il Tecnico

Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

00	01/03/2024	Prima Emissione	Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	A.R.T. STUDIO srl	Baltex
----	------------	-----------------	------------------------------	-------------------	--------

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
Il Tecnico		PROGETTO: SARDEGNA 14 GUSPINI Impianto Fotovoltaico Guspini 33,6 MWac			
		NOME FILE: PDA.gus_01			
PROPONENTE BALTEX SARDEGNA14 GUSPINI S.r.l.		UBICAZIONE: REGIONE SARDEGNA Provincia di Sud Sardegna Comune di Guspini	FORMATO: A4	SCALA: n.a.	SCALA PLOT:
		TITOLO: Relazione agropedologica			
FORNITORE A.R.T. STUDIO S.r.l. Via Ragazzi del '99 n°5 - 10090 BUTTIGLIERA ALTA (TO)		CODICE ELABORATO: PDA.gus_01			
					

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	4
2	IL CONTESTO TECNICO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
2.1	Premessa	4
2.2	La definizione normativa di “agro-voltaico”	4
2.3	Opportunità sottese dalla diffusione dell’agro-voltaico per i sistemi colturali	6
2.4	Parametri tecnici e requisiti dell’impianto agrivoltaico avanzato secondo il D.L. 199/2021	7
2.4.1	REQUISITO A: l’impianto rientra nella definizione di “agrivoltaico”	8
2.4.2	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	9
2.4.3	REQUISITO C: l’impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra	10
2.4.4	REQUISITI D ed E: i sistemi di monitoraggio	12
3	ANALISI PEDOLOGICA PROPEDEUTICA ALLA DEFINIZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO	17
3.1	Inquadramento geologico	17
3.2	Inquadramento pedologico	19
3.2.1	<i>Introduzione</i>	19
3.2.2	<i>Unità di terre</i>	22
3.2.2.1	<i>Introduzione</i>	22
3.2.2.2	<i>Unità di terre nell’area di studio</i>	23
3.2.3	<i>Descrizione dei suoli</i>	24
3.2.3.1	<i>Piano di campionamento</i>	24
3.2.3.2	<i>Rilievo G01</i>	25
3.2.3.3	<i>Rilievo G02</i>	29
3.2.3.4	<i>Rilievo G03</i>	32
3.2.3.5	<i>Rilievo G04</i>	35
3.2.3.6	<i>Rilievo G05</i>	38
3.2.3.7	<i>Rilievo G06</i>	41
3.2.3.8	<i>Rilievo G07</i>	44
3.2.3.9	<i>Osservazioni</i>	48
3.2.3.10	<i>Osservazione 01</i>	48
3.2.3.11	<i>Osservazione 02</i>	50
3.2.3.12	<i>Osservazione 03</i>	51
3.2.3.13	<i>Osservazione 02</i>	52
3.3	Valutazione della Capacità d’uso o Land Capability Evaluation	53
3.3.1	<i>Introduzione</i>	53

3.3.2	<i>Descrizione della Land Capability Evaluation</i>	53
3.3.3	<i>Descrizione delle classi</i>	53
3.3.4	<i>Descrizione delle sottoclassi</i>	56
3.4	Classificazione Land capability dell'area in esame	59
3.5	Interferenze tra il progetto e la componente suolo	61
3.5.1	<i>Effetti in fase di cantiere</i>	62
3.5.2	<i>Effetti in fase di esercizio</i>	63
3.5.3	<i>Effetti in fase di dismissione</i>	63
3.5.4	<i>Misure di mitigazione proposte</i>	64
3.5.4.1	Area delle cabine elettriche	64
3.5.4.2	Area del campo solare e attività agro-pastorali.....	64
3.5.4.3	Soluzione per gli insetti pronubi	65
4	ANALISI DEGLI USI AGRICOLI ATTUALI E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO	66
4.1	Agroecosistemi e sistemi Agro-voltaici	66
4.2	Descrizione dell'azienda agricole coinvolte e uso attuale dei suoli	69
4.2.1	<i>SOCIETÀ AGRICOLA "PICCIONI ANTONIO"</i>	69
4.2.2	<i>SOCIETÀ AGRICOLA "SERPI MARINO"</i>	73
4.2.3	<i>SOCIETÀ AGRICOLA "SERPI TARCISIO"</i>	75
4.2.4	<i>Altre particelle incluse nel progetto non comprese nei fascicoli aziendali</i>	77
4.2.5	<i>Calcolo della produzione standard ante operam</i>	78
4.3	Progettazione dell'Agrivoltaico avanzato "Sardegna 14 Guspini"	90
4.3.1	Piano di coltivazione	90
4.3.1.1	Prati pascolo permanenti per gli ovini.....	90
4.3.1.2	Colture foraggere a rotazione.....	91
4.3.1.3	Medicai	92
4.3.2	Altre attività zootecniche	93
4.3.2.1	Apicoltura.....	93
4.3.3	<i>Calcolo della produzione standard post operam</i>	96
5	MONITORAGGI	104
5.1	Monitoraggio pedologico	104
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
5.2	Monitoraggio degli indirizzi produttivi e Agricoltura 4.0	108
5.2.1	<i>Introduzione</i>	108

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 3 di 165
---	---	---------------------------

5.2.2	<i>Indici vegetazionali cosa sono, come vengono acquisiti e interpretati</i>	108
5.2.3	<i>Strumenti di acquisizione: Droni e satelliti</i>	110
5.2.4	<i>I droni</i>	110
5.2.5	<i>I satelliti</i>	110
5.2.6	<i>La scelta dello strumento</i>	110
5.2.7	<i>Piano di monitoraggio</i>	111
5.2.7.1	Monitoraggio del risparmio idrico	112
5.2.7.1.1	Piano di monitoraggio	112
5.2.7.1.1.1	Fase ante operam	112
5.2.7.1.1.2	Fase in operam	113
5.2.7.1.1.3	Fase post operam	113
5.2.7.1.1.4	Fase di dismissione	113
5.2.7.2	Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	113
5.2.7.2.1	Piano di monitoraggio	114
5.2.7.2.1.1	Fase ante operam	114
5.2.7.2.1.2	Fase in operam	114
5.2.7.2.1.3	Fase post operam	114
5.2.7.2.1.4	Fase di dismissione	114
5.2.7.3	Monitoraggio del microclima	115
5.2.7.3.1	Piano di monitoraggio	115
5.2.7.3.1.1	Fase ante operam	115
5.2.7.3.1.2	Fase in operam	115
5.2.7.3.1.3	Fase post operam	115
5.2.7.3.1.4	Fase di dismissione	116
6	VERIFICA REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "SARDEGNA 14 GUSPINI"	118
7	CONCLUSIONI	122
8	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	125
	GLOSSARIO	127
	APPENDICE A	147
	APPENDICE B	149
	APPENDICE C	155

1 INTRODUZIONE

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 agro-voltaico) 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.

Nella norma non si rinviene un riferimento puntuale all'altezza di elevazione dei pannelli da terra idonea a consentire la pratica agricola; tale norma dovrebbe essere peraltro letta nel quadro della normativa storica - e tuttora attuale nella sostanza - che ha regolato il settore in Italia.

Tradizionalmente, infatti, gli impianti fotovoltaici si distinguevano – in riferimento alle modalità di installazione e a livello normativo - in “impianti a terra”, ovvero con moduli al suolo, ed “impianti integrati”, montati sui tetti o sulle serre agricole. Come previsto dall’art. 2 del D.M. 19.2.2007 e dall’art. 20 del D.M. 6.8.2010, “gli impianti a terra” ovvero “con moduli ubicati al suolo” vengono individuati e definiti normativamente come quelli “i cui moduli hanno una distanza minima da terra inferiore ai due metri”. Tale definizione, individuata a fini incentivanti nel periodo dei “conti energia”, non è stata superata e modificata da nessuna fonte regolamentare o legislativa successiva e risulta pertanto ancora applicabile.

Coerentemente, ai sensi delle definizioni del D.M. 5 luglio 2012, la serra fotovoltaica è identificata come “struttura di altezza minima di 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura”.

Già da principio, mentre gli impianti integrati, ed in particolare le serre nel contesto agricolo, sono stati visti con favore ed incentivati, per gli impianti a terra in aree agricole sono state riconosciute problematiche legate alla competizione con l’uso agricolo, in riferimento, in particolare, all’occupazione di suolo. Per questo motivo, ed in particolare per effetto dell’art. 65 del D.L. n. 1/2012, gli impianti a terra sono stati esclusi dagli incentivi statali per il fotovoltaico, prima ancora che gli stessi incentivi cessassero di esistere.

Il recente D.L. 77/2021, quindi, si inserisce coerentemente con questo percorso regolatorio e riconosce agli impianti agro-fotovoltaici i benefici del supporto statale, differenziandoli, ancora una volta, dai semplici impianti a terra. Seguendo il suddetto filone normativo, appare intuitivo paragonare un impianto agro-fotovoltaico ad una “serra aperta” o meglio ad un nuovo sistema ecologicamente sostenibile per la protezione delle colture tramite coperture fotovoltaiche mobili (senza comportare comunque costruzione di volumi chiusi), le cui caratteristiche strutturali conformi alla normativa, si sostanziano nel sopraelevare i moduli su strutture di altezza adeguata da permettere pienamente la continuità delle attività di coltivazione.

Inoltre con il successivo D.L. 199/2021 vengono fornite ulteriori 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 Opportunità sottese dalla diffusione dell'agro-voltaico per i sistemi colturali

Negli ultimi decenni, l'agricoltore, sotto la pressione della variabilità dei prezzi dei prodotti, dei costi dei mezzi tecnici e delle politiche agricole comunitarie, ha sperimentato una progressiva limitazione nella possibilità di scelta delle colture da inserire negli avvicendamenti colturali. Oltre a questo, anche l'ampia disponibilità di mezzi tecnici ha determinato la diminuzione delle specie coltivate e la diffusione di poche colture.

In questo contesto il reddito aggiuntivo derivante dal fotovoltaico potrebbe consentire all'agricoltore di conseguire una maggiore autonomia nelle proprie scelte aziendali, tradizionalmente orientate secondo logiche di compatibilità con il territorio e sostenibilità ambientale. Tale processo potrebbe essere accompagnato da un ritorno, in alcuni territori, di colture tipiche, ormai quasi del tutto scomparse.

L'agrivoltaico quindi, può legittimamente inserirsi nell'ottica di multifunzionalità dei sistemi agricoli, incentivando anche l'utilizzo produttivo di superfici agricole ormai non più coltivate o non valorizzate adeguatamente per la loro bassa redditività.

Le strutture di sostegno delle coperture fotovoltaiche possono essere considerate come fattori che possono favorire:

- la diffusione delle tecniche di "agricoltura conservativa", per minimizzare le limitazioni alla libera movimentazione dei macchinari agricoli sulla superficie;
- la presenza di aree ad elevata biodiversità (siepi, strisce inerbite con specie spontanee, bande inerbite con specie mellifere o con specie utilizzate dalla fauna selvatica).

Di conseguenza, la diffusione dell'agrivoltaico potrebbe permettere la nascita di sistemi colturali ad elevata sostenibilità ambientale ed economica, andando anche ad aumentare il legame tra

produzione agricola e territorio.

2.4 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 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.

Possano 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:

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 8 di 165
---	---	---------------------------

- 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).

2.4.1 **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 m²/kW (ad. es. singoli moduli da 210 W per 1,7 m²). 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'aggiunta di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$LAOR \leq 40\%$$

2.4.2 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 (FVagri in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FVstandard in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

$$FVagri \geq 0,6 \cdot FVstandard$$

2.4.3 **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.

2.4.4 REQUISTI 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, nevicate, 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 ricadano geomorfologicamente nella vasta pianura del Campidano cui formazione è associata a fenomeni tettonici e successivamente deposizionali plio-pleistocenici ed olocenici.

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 (ba). 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 prossimità dell'area sono presenti anche depositi palustri

e lacustri (ea) zone stagnali bonificate in tempi recenti.

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

UNITÀ DI MONTE TOGORO (TGR). Basalti e andesiti con giaciture in cupole di ristagno ed in colate; intercalati depositi di "base surge" con laminazioni da incrociate a piano-parallele e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli non saldati a lapilli e brecce. (K/Ar 24-21 Ma: Assorgia et al., 1985). **AQUITANIANO-BURDIGALIANO**

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

Depositi alluvionali terrazzati (bn). **OLOCENE**.

Depositi alluviobali (b). **OLOCENE**

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

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

Depositi lacustri, palustri (ea). Argille molto plastiche, localmente ricche di materia organica, talvolta con sottili intercalazioni di sabbie contenenti gusci di bivalvi (*Cerastoderma edule*), di gasteropodi polmonati (*Hydrobia ventrosa*) e ostracodi (*Cyprideis*). **OLOCENE**

Le superfici interessate nel progetto appartengono ad un'unica sequenza litologica corrispondente ai depositi alluvionali terrazzati olocenici (bn).

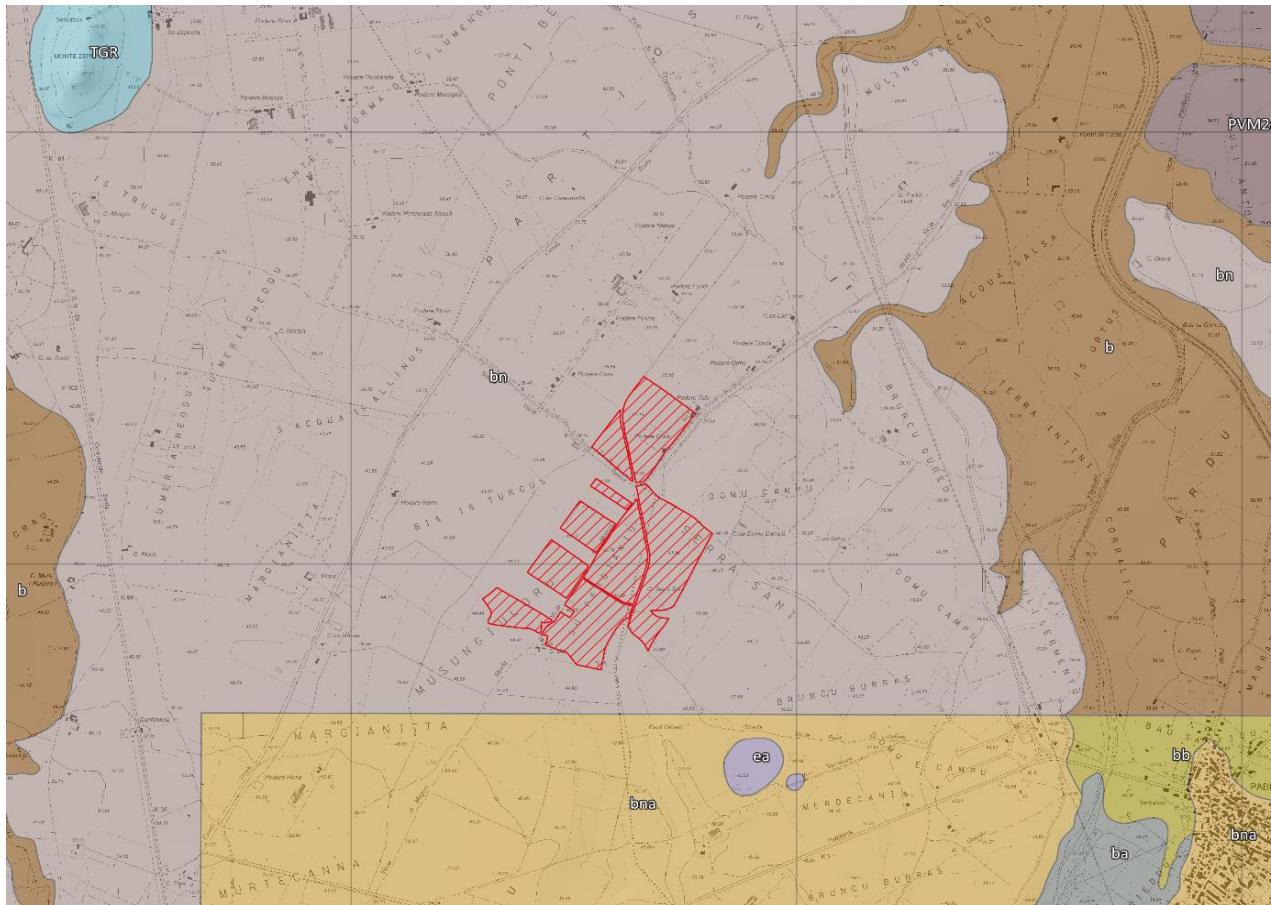


Figura 1 - Stralcio dalla Carta Geologica in scala 1:25.000

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, $S = f(c, l, o, r, p, t)$, 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*

3.2.2.1 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.

3.2.2.2 Unità di terre nell'area di studio

Unità ATO: suoli sviluppatisi su alluvioni terrazzate oloceniche (sottounità fisiografica -1,0,+1)

DESCRIZIONE UNITA' DI TERRE	
Morfologia e fisiografica	Uso del suolo e copertura e copertura vegetale prevalente
Dominanza di aree pianeggianti e subpianeggianti con pendenze inferiori a 2,5%. Localmente 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); localmente terreni a riposo, pascolati. Vaste superfici occupate da piantagioni di eucalitto indirizzate ad attività selvicolturali, disposte anche linearmente in filari come frangivento.
DESCRIZIONE DEL SUOLO	
Principali caratteri morfologici e proprietà chimico-fisiche dei suoli	
Complesso di Suoli a profilo A- Bt – C, A- Btg – Cg e subordinatamente A-C, profondi da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi.	
CAPACITA' D'USO	
Principali limitazioni d'uso	Indirizzi per la tutela e la conservazione del suolo
Pietrosità superficiale da comune ad elevata. Eccesso di scheletro nell'orizzonte superficiale, drenaggio lento.	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.
UNITA CARTOGRAFICA	
ATO 0, ATO 1, ATO -1	

3.2.3 Descrizione dei suoli

L'analisi pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 22/09/2023, 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 cabine elettriche. 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 impostasi su depositi alluvionali terrazzati olocenici

3.2.3.1 Piano di campionamento

Per raccogliere informazioni dettagliate si è provveduto ad effettuare dei minipit a cui sono state aggiunte 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.

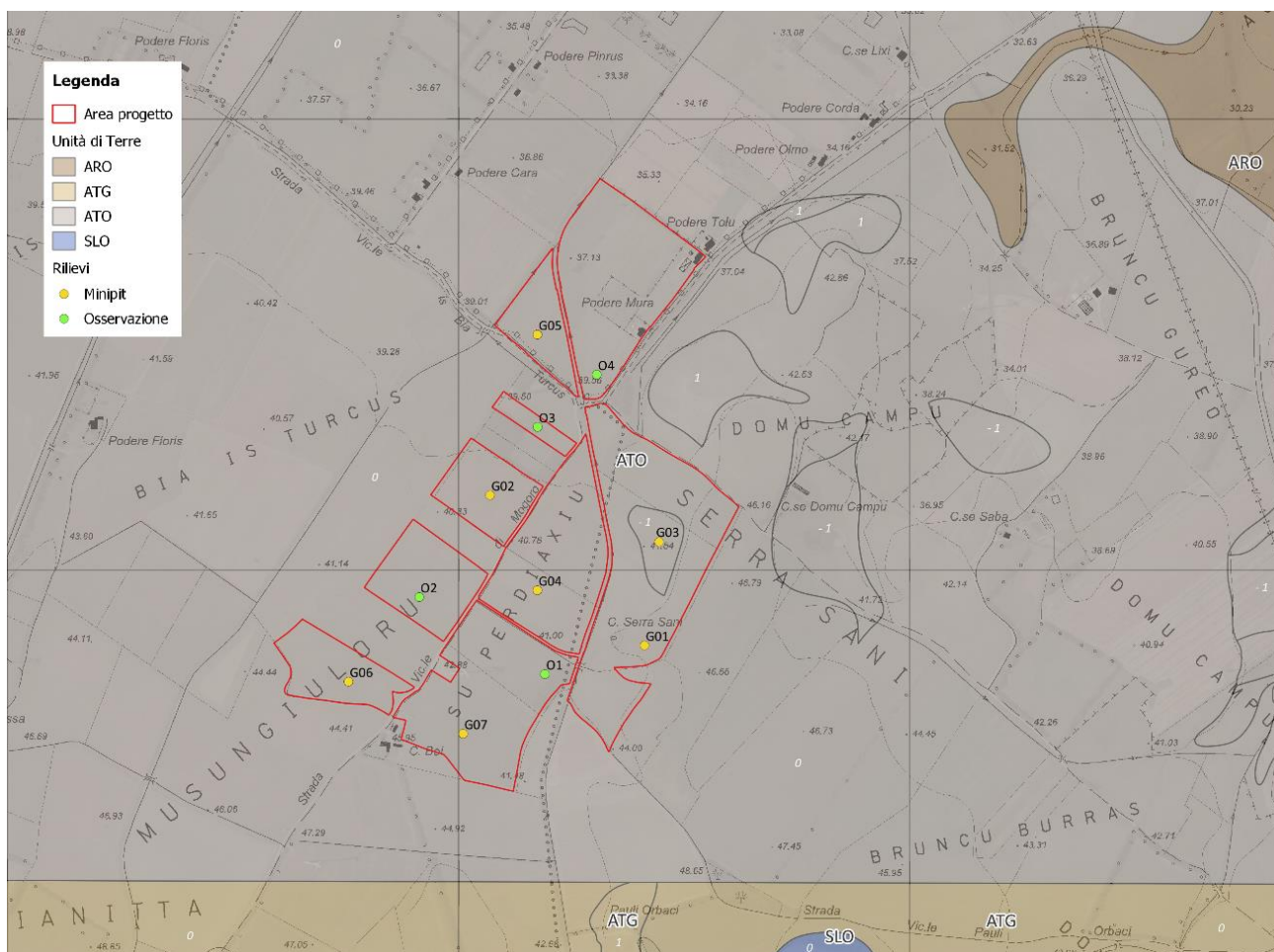


Figura 2 - Carta delle Unità di Terre con l'ubicazione delle superfici interessate e i relativi punti campionati

3.2.3.2 Rilievo G01



Figura 3 - Stazione G01

CARATTERI STAZIONALI

Quota s.l.m. 46 m

Pendenza 1%

Substrato geologico: Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

Morfologia

Fisiografica: pianura

Elementi morfologici: conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:


Posizione:

Curvatura del versante – verticale:

Curvatura del versante – orizzontale:

Unità di Terra: ATO 0

Pietrosità superficiale: 27 % totale di cui 1% di ciottoli piccoli (7,5cm-15cm), 25% di ghiaia (0.2cm-7,5cm)
Rocciosità affiorante: assente
Fessurazioni superficiali: assenti
Erosione: non riscontrata
Uso del suolo: seminativo, pascolo ovino
Copertura vegetale: Rada, rappresentate da comunità erbacee annuali e biennali caratterizzate da specie ruderali e sinantropiche a dominanza di graminacee ed asteracee spinose tipiche degli ambienti agricoli e pascolati.
Coltura in atto: assente
Catasto: Mappale 14; Particella 107

MINIPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	Ap 0-21cm	Secco; franco argilloso; colore matrice da secco 10YR 6/3; 32% di scheletro fresco e alterato da subangolare a subarrotondato di cui 20% di ghiaia grossolana (2cm-7,5cm), 7% di ghiaia fine e media (0,2cm – 2cm) e 5% ciottoli piccoli (7,5cm – 15cm). Duro da secco, leggermente adesivo, leggermente plastico; non calcareo, concrezioni assenti, 2% di screziature piccole, localizzate nelle radici, colore 7.5YR 6/8. Attività biologica scarsa; radici poche fini, subverticali, moderatamente ben drenato limite lineare abrupto.
		Leggermente umido; argilloso; colore della massa 10YR 4/2; 37% scheletro fresco e alterato di cui 23% di ghiaia grossolana (2cm-7,5cm) 8% di ghiaia

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 27 di 165
---	---	----------------------------

	Bt 21 -34cm	fine e media (0,2cm – 2cm) e 6% di ciottoli piccoli (7,5cm – 15cm). Duro da secco, adesivo, plastico; non calcareo, concrezioni assenti, presenti facce di pressione e pellicole di argilla, 5% di screziature le principali piccole localizzate in tutto l'orizzonte, colore 7.5YR 7/8, le secondarie piccole localizzate in tutto l'orizzonte colore 2,5YR 3/6. Attività biologica assente; radici assenti, mal drenato limite sconosciuto.
CLASSIFICAZIONE USD I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono		Typic e Ultic Palexaralfs, Typic Dystroxerepts, Typic Haploxerepts e Typic Xerofluvents



Figura 4 - Vista in direzione ovest delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker



Figura 5 – Vista in direzione sud delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker



Figura 6 – A destra aggregato dell'orizzonte Bt in cui sono visibili le screziature. A sinistra clasti che costituiscono lo scheletro del primo orizzonte



Figura 7 – A sinistra antico rudere a destra vecchio pozzo

3.2.3.3 Rilievo G02



Figura 8 - Stazione G02

CARATTERI STAZIONALI

Quota s.l.m. 40m

Pendenza 1%

Substrato geologico: Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

Morfologia

Fisiografica: pianura

Elementi morfologici: conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:


Posizione:

Curvatura del versante – verticale:

Curvatura del versante – orizzontale:

Unità di Terra: ATO 0

Pietrosità superficiale: 21% totale di cui 3% di ciottoli piccoli (7,5cm-15cm), 18% di ghiaia (0.2cm-7,5cm). La copertura vegetale ne ha inficiato la stima.
Rocciosità affiorante: assente
Fessurazioni superficiali: assenti
Erosione: non riscontrata
Uso del suolo: seminativo, incolto, pascolo ovino
Copertura vegetale: Comunità erbacee annuali e biennali e caratterizzate da specie ruderali e sinantropiche
Coltura in atto: assente
Catasto: Mappale 14; Particella 75
Note:

MINIPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-40cm</p>	<p>Secco; franco sabbioso; colore matrice da secco 10YR 6/2; scheletro 30% di ghiaia di tutte le dimensioni. Leggermente duro da secco, non adesivo, leggermente plastico; non calcareo. Attività biologica comune; radici poche fini e medie andamento verticale fine e medie, in tutte le direzioni; ben drenato limite sconosciuto</p>
<p>Note</p>		<p>Dopo i 38cm aumento notevole di scheletro (60%) che impedisce di proseguire il rilevamento. Relativamente facile da scavare</p>

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 31 di 165
---	---	----------------------------

	soffice e non tiene struttura.
<p align="center">CLASSIFICAZIONE USD</p> <p>I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono</p>	<p>Typic e Ultic Palexaralfs, Typic Dystroxerepts, Typic Haploxerepts e Typic Xerofluvents</p>



Figura 9 – L’appezzamento interessato in progetto confina con una piantagione di eucalipto che non verrà coinvolta. A destra vista in direzione ovest dal punto rilevato.



Figura 10 – Vista in direzione sud delle superfici in cui si prospetta l’installazione dei tracker

3.2.3.4 Rilievo G03



Figura 11 - Stazione G03

CARATTERI STAZIONALI

Quota s.l.m. 43m

Pendenza 3,5 %

Substrato geologico: Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

Morfologia

Fisiografica: pianura

Elementi morfologici: conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:

Posizione:

Curvatura del versante – verticale:

Curvatura del versante – orizzontale:

Unità di Terra: ATO -1

Pietrosità superficiale: 13% totale di cui 3% di ciottoli piccoli (7,5cm-15cm), 10% di ghiaia

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 33 di 165
---	---	----------------------------

(0.2cm-7,5cm).
Rocciosità affiorante: assente
Fessurazioni superficiali: assenti
Erosione: non riscontrata
Uso del suolo: seminativo, pascolo ovino
Copertura vegetale: Rada, comunità erbacee annuali e biennali caratterizzate da specie ruderali e sinantropiche a dominanza di graminacee ed asteracee spinose tipiche degli ambienti agricoli e pascolati.
Coltura in atto: assente
Catasto: Mappale 312; Particella 20


MINPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-33cm</p>	<p>Secco; franco; colore matrice da secco 10YR 6/3; 30% di scheletro fresco e alterato da subangolare a subarrotondato di cui 20% di ghiaia grossolana (2cm-7,5cm), 5% di ghiaia fine e media (0,2cm – 2cm) e 5% ciottoli piccoli (7,5cm – 15cm). Duro da secco, leggermente adesivo, leggermente plastico; non calcareo, concrezioni assenti, 1% di screziature piccole, localizzate nelle radici, colore 7.5YR 6/8. Attività biologica scarsa; radici poche fini, subverticali, moderatamente ben drenato limite sconosciuto.</p>
<p>CLASSIFICAZIONE USD</p> <p>I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono</p>		<p>Typic e Ultic Palexaralfs, Typic Dystroxerepts, Typic Haploxerepts e Typic Xerofluvents</p>



Figura 12 – Vista in direzione sud delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker



Figura 13 – A sinistra vista in direzione nord ovest dal punto rilevato. A destra vista in direzione sud est dal punto rilevato.

3.2.3.5 Rilievo G04



Figura 14 - Stazione G04

CARATTERI STAZIONALI

Quota s.l.m. 41m

Pendenza 1%

Substrato geologico: Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

Morfologia

Fisiografica: pianura

Elementi morfologici: conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:


Posizione:

Curvatura del versante – verticale:

Curvatura del versante – orizzontale:

Unità di Terra: ATO 0

Pietrosità superficiale: 60% totale di cui 20 ciottoli piccoli (15cm-25cm) e 40 di ghiaia (0,2cm-7,5cm).
Rocciosità affiorante: assente
Fessurazioni superficiali: assenti
Erosione: non riscontrata
Uso del suolo: Pascolo bovino, zona temporanea di ripopolamento e cattura della fauna selvatica
Copertura vegetale: Rada o assente, rappresentate da comunità erbacee annuali e biennali caratterizzate da specie ruderali e sinantropiche tipiche degli ambienti agricoli e pascolati.
Coltura in atto: assente
Catasto: Mappale 312; Particella 47

MINPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	Ap 0-40cm	Secco; franco; colore matrice da secco 10YR 6/3; 55% di scheletro fresco e alterato da subangolare a subarrotondato di cui 12% di ghiaia grossolana (2cm-7,5cm), 15% di ghiaia fine e media (0,2cm – 2cm), 20% ciottoli piccoli (7,5cm – 15cm), 8% di ciottoli grandi (15cm-25cm). Duro da secco, leggermente adesivo, leggermente plastico; non calcareo, concrezioni assenti, screziature assenti. Attività biologica scarsa; radici poche fine, ben drenato limite sconosciuto.
Note		Relativamente facile da scavare Profondità di aratura eccessive possono aver riportato ingenti volumi di clasti in superficie dagli

<p>A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis</p>	<p>TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA</p>	<p>PAGINA 37 di 165</p>
---	---	------------------------------------

	<p>orizzonti più profondi.</p>
<p>CLASSIFICAZIONE USD I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono</p>	<p>Typic e Ultic Palexaralfs, Typic Dystroxerepts, Typic Haploxerepts e Typic Xerofluvents</p>



Figura 15 A sinistra dettaglio dello scheletro rilevato nell'orizzonte superficiale. A destra dettaglio della pietrosità superficiale presente



Figura 16 – Vista in direzione nord ovest delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker

3.2.3.6 Rilievo G05



Figura 17 - Stazione G05

CARATTERI STAZIONALI

Quota s.l.m. 39m

Pendenza 1%

Substrato geologico: Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

Morfologia

Fisiografica: pianura

Elementi morfologici: conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:

Posizione:

Curvatura del versante – verticale:

Curvatura del versante – orizzontale:

Unità di Terra: ATO 0

Pietrosità superficiale: 25% totale di ghiaia (0.2cm-7,5cm)

Rocciosità affiorante: assente
Fessurazioni superficiali: assenti
Erosione: non riscontrata
Uso del suolo: seminativo irriguo, pascolo ovino
Copertura vegetale: Comunità erbacee annuali e biennali caratterizzate da specie ruderali e sinantropiche a dominanza di graminacee ed asteracee spinose tipiche degli ambienti agricoli e pascolati.
Coltura in atto: assente
Catasto: Mappale 3; Particella 106
Note: Presenza di impianto di subirrigazione


MINPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-40cm</p>	<p>Secco; franco; colore matrice da secco 10YR 6/3; 28% di scheletro fresco e alterato da subangolare a subarrotondato di ghiaia di tutte le dimensioni. Duro da secco, leggermente adesivo, leggermente plastico; non calcareo, concrezioni assenti, screziature assenti. Attività biologica comune; radici comuni fini, ben drenato limite conosciuto.</p>
<p>CLASSIFICAZIONE USD</p> <p>I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono</p>		<p>Typic e Ultic Palexaralfs, Typic Dystroxerepts, Typic Haploxerepts e Typic Xerofluvents</p>



Figura 18 – impianto di subirrigazione rilevato all'interno dell'appezzamento



Figura 19 – Ovini al pascolo

3.2.3.7 Rilievo G06



Figura 20 - Stazione G06

CARATTERI STAZIONALI

Quota s.l.m. 44m

Pendenza 1%

Substrato geologico: Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

Morfologia

Fisiografica: pianura

Elementi morfologici: conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:

Posizione:

Curvatura del versante – verticale:

Curvatura del versante – orizzontale:

Unità di Terra: ATO 0

Pietrosità superficiale: 30% in totale di cui 1% di ciottoli grandi (15cm-25cm), 14% di ciottoli piccoli (7,5cm -15cm) 15% di ghiaia (0.2cm-7,5cm). Distribuzione non uniforme.
Rocciosità affiorante: assente
Fessurazioni superficiali: assenti
Erosione: non riscontrata
Uso del suolo: pascolo ovino
Copertura vegetale: Rada o assente, rappresentate da comunità erbacee annuali e biennali caratterizzate da specie ruderali e sinantropiche tipiche degli ambienti agricoli e pascolati.
Coltura in atto: assente
Catasto: Mappale 312; Particella 17
Note: Top soil compattato dal bestiame


MINPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-34cm</p>	<p>Secco; franco argilloso; colore matrice da secco 10YR 6/2; 38% di scheletro fresco e alterato di cui 12% di ciottoli piccoli (7,5cm-15cm), 11% di ghiaia grossolana (2cm-7,5cm) e 10% di ghiaia fine e media (0.2cm-2cm). Leggermente duro da secco, leggermente adesivo, leggermente plastico; non calcareo, concrezioni assenti, 2% di screziature piccole, localizzate nelle radici, colore 7.5YR 6/8. Attività biologica comune; radici poche fini, subverticali; moderatamente ben drenato limite sconosciuto.</p>
CLASSIFICAZIONE USD		



Figura 21 - Vista in direzione sud est delle superfici in cui si prospetta l'installazione dei tracker



Figura 22 – A sinistra ovini al pascolo. A destra pietrosità superficiale



Figura 23 – Insediamento pastorale

3.2.3.8 Rilievo G07



Figura 24 - Stazione G07

CARATTERI STAZIONALI

Quota s.l.m. 45m

Pendenza 1%

Substrato geologico: Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE

Morfologia

Fisiografica: pianura

Elementi morfologici: conoide e piana alluvionale

Complessità del versante:

Posizione:

Curvatura del versante – verticale:

Curvatura del versante – orizzontale:

Unità di Terra: ATO 0

Pietrosità superficiale: 15 % in totale di cui 5% di ciottoli piccoli (15cm-25cm), 15% di ghiaia

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 45 di 165
---	---	----------------------------

(0.2cm-7,5cm).
Rocciosità affiorante: assente
Fessurazioni superficiali: assenti
Erosione: non riscontrata
Uso del suolo: Pascolo ovino
Copertura vegetale: Comunità erbacee annuali e biennali caratterizzate da specie ruderali e sinantropiche a dominanza di graminacee ed asteracee spinose tipiche degli ambienti agricoli e pascolati.
Coltura in atto: assente
Catasto: Mappale 312; Particella 25


MINIPIT	ORIZZONTI	DESCRIZIONE
	<p>Ap 0-30cm</p>	<p>Secco; franco argilloso, colore matrice da secco 10YR 6/2; 35% di scheletro fresco e alterato di cui ciottoli piccoli (7,5cm-15cm) per il 5%, ghiaia grossolana (2cm-7,5cm) per il 20% e ghiaia fine e media (0.2cm-2cm) per il 10%. Leggermente duro da secco, leggermente adesivo, leggermente plastico; non calcareo, concrezioni assenti, 2% di screziature piccole, localizzate nelle radici, colore 7.5YR 6/8. Attività biologica comune; radici comuni fini, subverticali; moderatamente ben drenato limite sconosciuto</p>
CLASSIFICAZIONE USD I suoli più comuni in questo contesto pedologico sono		Typic e Ultic Palexaralfs, Typic Dystroxerepts, Typic Haploxerepts e Typic Xerofluvents



Figura 25 – Vista in direzione nord est delle superfici in cui si prospetta la realizzazione dell’impianto agrivoltaico.



Figura 26 – Vista in direzione sud est delle superfici agricole dal punto rilevato



Figura 27 – Vista in direzione nord ovest delle superfici in cui si prospetta la realizzazione dell'impianto agrivoltaico.



Figura 28 – A sinistra dettaglio dello scheletro rilevato nell'orizzonte superficiale. A destra vista in direzione ovest dal punto rilevato

3.2.3.9 Osservazioni

Al fine di caratterizzare al meglio il contesto agro pedologico in cui s'intende realizzare il parco l'agrivoltaico si è provveduto ad incrementare la densità del rilevamento attraverso una serie di osservazioni superficiali alcune delle quali vengono riportate di seguito nella sequenza fotografica e brevemente descritte nelle didascalie.

3.2.3.10 Osservazione 01



Figura 29 – Vista delle superfici progettuali in direzione sud ovest dal punto rilevato



Figura 30 – canale d'acqua che attraversa il prospettato agrivoltaico



Figura 31 – Piantazione di eucalipto coinvolta nelle opere progettuali



Figura 32 – Vista panoramica in direzione nord est delle superfici catastali

3.2.3.11 Osservazione 02



Figura 33 – Vecchio rudere e antico pozzo

3.2.3.12 Osservazione 03

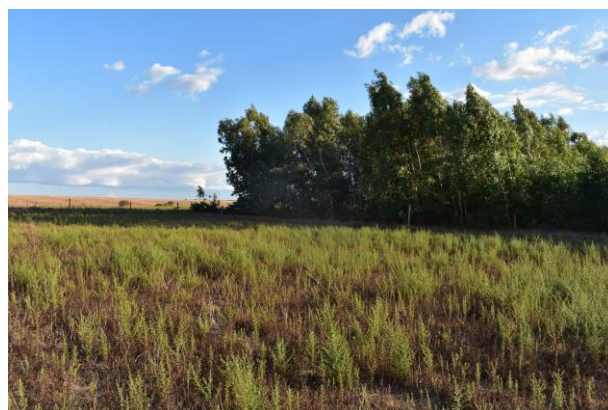


Figura 34 – Vista della particella catastale 21 attualmente improduttiva utilizzata per il pascolo

3.2.3.13 Osservazione 02



Figura 35 – Vista della particella catastale 106 si tratta di un seminativo irriguo



Figura 36 - canale d'acqua



Figura 37 – Dettaglio dell'impianto irriguo

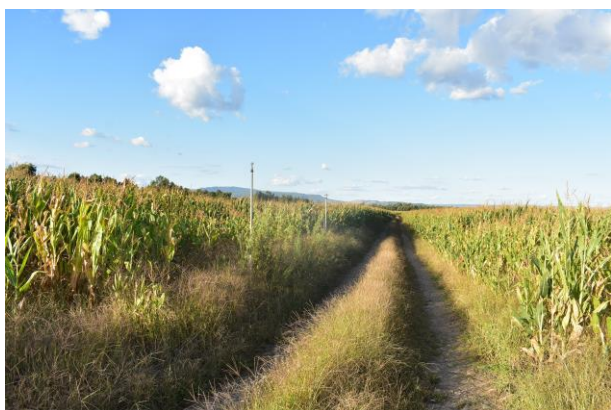


Figura 38 – Coltura di mais irrigua confinante con le aree progettuali

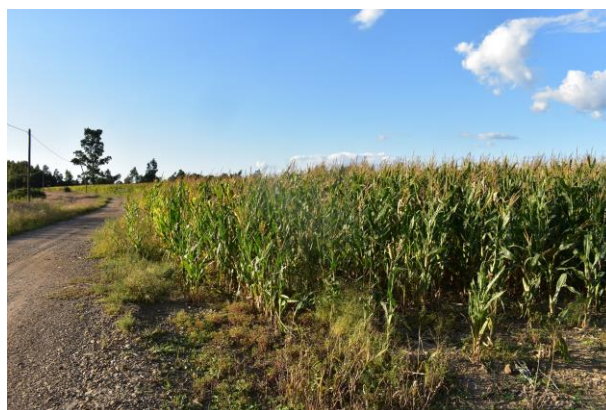


Figura 39 – Anche le aree irrigue incluse nel progetto sono suscettibili a questa coltura

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 crescervi 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 colture 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 delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole;

Sottoclasse w (water), alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni similari per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio di varia importanza;

Sottoclasse s (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità.

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parametri	Suoli adatti agli usi agricoli				Suoli adatti al pascolo e alla forestazione			Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali
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
Rocciosità 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 ¹	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale ² (%)	< 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 ³ (mm)	> 100		> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente 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

3.4 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 l'unica unità caratterizzante l'area del territorio amministrativo di Guspini in cui è prevista la messa in opera dell'agrivoltaico è la ATO.

Sotto il profilo geologico l'areale in progetto è costituito da depositi sedimentari riconducibili ad alluvioni terrazzate oloceniche

In virtù di una scarsa eterogeneità dell'area esaminata dal punto di vista geopedologico si è preso in considerazione un ulteriore elemento distintivo che consente di implementare le indagini dei suoli in situazioni analoghe a questa, ovvero la morfologia. Pertanto, i rilievi effettuati su diverse sottounità fisiografiche hanno permesso di valutare le caratteristiche fisiche dei suoli nelle aree in progetto; tramite le stesse è stato possibile classificarli 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'insorgere di processi degradativi.

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

Dalle indagini svolte si evince che le superfici coinvolte presentano severe limitazioni tali da non consentire a questi suoli di ricadere nelle migliori classi di capacità d'uso (I, II) limitando la scelta delle colture nei piani agricoli aziendali.

Rilievo	G01	G02	G03	G04	G05	G06	G07
LCC	IV	III	III	IV	III	IV	III - IV
Suoli Classe VIII:							
Nessuna superficie ricade in questa classe di capacità d'uso							
Suoli Classe VII:							
Nessuna superficie ricade in questa classe di capacità d'uso							
Suoli Classe VI							
Nessuna superficie ricade in questa classe di capacità d'uso							
Suoli Classe V:							
Nessuna superficie ricade in questa classe di capacità d'uso							
Suoli Classe IV: G01 - G04 - G06 - G07							
Le superfici che vengono collocate in questa classe presentano limitazioni molto severe in parte sormontabili attraverso profonde opere di miglioramento fondiario. Le criticità riscontrate sono							

riconducibili allo scheletro dell'orizzonte superficiale compreso tra 35% e 70% e il drenaggio interno lento. Nello specifico in merito a quest'ultimo parametro nel sito G01 è stato possibile rilevare la presenza dell'orizzonte Bt caratterizzato dall'aver figure di ossido riduzione evidenti risultato della permanenza dell'acqua nel suolo per lunghi periodi dell'anno. 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, ad usi turistici e ricreativi.

Suoli Classe III: G02 – G03 - G05

I suoli che ricadono in questa classe come i suoli precedentemente descritti, presentano valori importanti di scheletro nell'orizzonte superficiale (primi 40cm) ma sensibilmente inferiori compresi tra 15% e 35% probabilmente risultante dei miglioramenti fondiari passati. Alla classe viene associato il suffisso "s" ad indicare limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo.

I suoli presenti in questa classe possono essere destinati ad un più spettro di colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, ad usi turistici e ricreativi.

Suoli Classe II:

Nessuna superficie ricade in questa classe di capacità d'uso

Suoli Classe I

Nessuna superficie ricade in questa classe di capacità d'uso

3.5 Interferenze tra il progetto 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 esclude la necessità di ricorrere alla manomissione dei suoli o alla loro impermeabilizzazione, se non parzialmente in corrispondenza delle aree adibite alla realizzazione delle cabine. L'analisi dei potenziali effetti sulla risorsa suolo richiede necessariamente una valutazione bilanciata 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 doveroso individuare delle soluzioni che possano garantire il giusto equilibrio tra esigenze di conservazione ambientale e produzione agricola con le necessità di contrastare i cambiamenti climatici attraverso sistemi agro fotovoltaici. Per questa ragione il suolo riveste un ruolo chiave in questo nuovo riassetto globale. 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.

3.5.1 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, presso cui si dovrà prevedere necessariamente la sistemazione morfologica dei piazzali e l'indispensabile rivestimento e impermeabilizzazione delle superfici interessate. Gli interventi previsti, limitati ad una superficie complessiva di 0.0216 Ha, determineranno inevitabilmente effetti diretti e irreversibili sulla risorsa, misurabili in termini sottrazione di suolo e perdita locale delle funzioni ecosistemiche descritte precedentemente.

L'utilizzo di tracker che non prevedono dei pali di sostegno ancorati a fondazioni in calcestruzzo concorre a conseguire, inoltre, 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 (realizzate attraverso la ricarica con materiale arido di cava) determinano una sottrazione di suolo pari a circa 3,3233 Ha. Gli effetti diretti riconducibili a tali interventi riguarderebbero l'aumento della pietrosità e, indirettamente, 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 effetti potenziali associati alla fase di costruzione devono riferirsi inoltre agli scavi per la posa dei cavidotti per il trasporto dell'energia dalla centrale solare alla stazione di utenza. Peraltro, tali effetti possono essere considerati non significativi in quanto le superfici interessate si trovano ai margini della esistente viabilità e non interesseranno superfici agricole o naturali.

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 l'installazione degli inseguitori solari potrebbe provocare il coinvolgimento delle piantagioni di eucalipti per una superficie complessiva pari a circa 0,6795 ettari interferenti con le fasi progettuali. Inoltre, le fasi di cantiere potrebbero determinare se non correttamente pianificate il mancato utilizzo per tutta la durata dell'impianto del sistema di subirrigazione attualmente presente nelle particelle catastali 100, 106 e 167.

Infine, le fasi di cantiere porterebbero al coinvolgimento di un pozzo riscontrato durante i rilevamenti (Osservazione O2).

3.5.2 *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 agro-zootecnici (SAU) ammonterebbe a circa 46 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.

3.5.3 *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.

3.5.4 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.

3.5.4.1 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

3.5.4.2 Area del campo solare e attività agro-pastorali.

Il campo solare permette la compatibilità con le attività di pascolo ovino e di produzione agricola conciliando contemporaneamente in questo modo l'utilizzo agro-zootecnico con la produzione energetica. In tal senso si prevedono le colture foraggere a rotazione che verranno avvicendate durante la fase di produzione energetica secondo le esigenze produttive degli agricoltori e i prati pascoli permanenti che concorreranno al raggiungimento di un ulteriore obiettivo ovvero la conservazione e il mantenimento dei suoli nel tempo in assenza di lavorazioni agricole. Al fine di poter sfruttare il sistema di subirrigazione attualmente presente all'interno delle particelle catastali 100,106 e 167, la disposizione dei tracker dovrà essere calibrata in modo da poter utilizzare il sistema di irrigazione per le colture agricole.

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.

3.5.4.3 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 ATTUALI 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

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 (foraggiere, 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 SOCIETÀ AGRICOLA "PICCIONI ANTONIO"

Dati anagrafici aziendali

Denominazione	PICCIONI ANTONIO
Forma giuridica	DITTA INDIVIDUALE
Codice ATECO	01-30-00 Coltivazioni agricole associati all' allevamento di animali: attività mista

Orientamento Tecnico – Economico – OTE

OTE 481	Aziende ovine specializzate
Dimensione	117.892,26 €
Ettari complessivi dell'azienda (Ha,Aa,Ca)	80.20.93
N Particelle	96
COLTURE/SPECIE	
Pascoli magri	
Erba temporanei	
Avena	
Altre piante foraggiere	
Oliveti per la produzione di olive da olio	
Superficie boscata	
Altre vacche	
Altri caprini	
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
3	00100			02.78.15	02.75.31		
3	00106			02.35.90	02.25.68		

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 70 di 165
---	---	----------------------------

3	00167			05.42.00	05.45.83		
14	00034			00.54.50	00.55.08		
14	00036			00.35.35	00.35.88		
14	00037			00.39.40	00.40.35		
14	00053			00.27.15	00.26.76		
14	00075			02.95.58	02.95.57		
14	00076			02.24.48	02.23.73		
14	00089			00.25.10	00.26.30		
14	00106			00.47.90	00.47.72		
312	00047			01.66.80	01.64.96		
312	00048			01.43.20	01.42.89		

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	Carne	Bovini e bufalini	11		
Caprini	Estensivo	Misto		64	3	61
Ovini	Estensivo	Latte	Ovini e caprini	349	4	345

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:		Potenzialità irrigua
				Epoca	Tipo	
				Colt. Princ.	Rotaz. Colt.	Tipologia impianto di irrigazione
3	00100	533= avena 011 = fave, semi, granella	02.41.74	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
		420= olivo	00.33.01			
				NO	N.D.	
3	00106	152= trifoglio 102 = da foraggio – efa – area di interesse ecologico – colture azofissatrici	01.33.79			
				NO	N.D.	
		533= uso non agricolo -altro 018 = maceri,fontanili,risorgive	00.04.32	NO	N.D.	
3	00167	152= trifoglio 102 = da foraggio – efa – area di interesse ecologico – colture azofissatrici	04.87.91	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	N.D.	
		420= olivo	00.44.13			
				NO	N.D.	
14	00034	533= avena 011 = fave, semi, granella	00.56.06	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
14	00036	152= trifoglio 102 = da foraggio – efa – area di interesse ecologico – colture azofissatrici	00.35.89	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
14	00037	533= avena 011 = fave, semi, granella	00.40.36	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 72 di 165
---	---	----------------------------

14	00053	533= avena 011 = fave, semi, granella	00.26.76	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
14	00075	533= avena 011 = fave, semi, granella	02.95.57	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
14	00076	533= avena 011 = fave, semi, granella	02.23.73	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
14	00089	156= uso non agricolo - tare	00.00.30			
		533= avena 011 = fave, semi, granella	00.26.99	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
14	00106	152= trifoglio 102 = da foraggio – efa – area di interesse ecologico – colture azofissatrici	0.47.73	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
312	00047	533= avena 011 = fave, semi, granella	01.64.96	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		NO
				NO	Seminativo	
312	00048	533= avena 011 = fave, semi, granella	01.42.55	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
Superficie agricola utilizzata S. A. U			20.01.18			
Superficie Improduttiva e Tare Ha			00.04.62			
Superficie Totale			19.96.56			

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 73 di 165
---	---	----------------------------

4.2.2 SOCIETÀ AGRICOLA "SERPI MARINO"

Dati anagrafici aziendali

Denominazione	SERPI MARINO
Forma giuridica	DITTA INDIVIDUALE
Codice ATECO	01-22-1 Allevamento di ovini e caprini

Orientamento Tecnico – Economico – OTE

OTE 481	Aziende ovine specializzate
Dimensione	51.287,65 €
Ettari complessivi dell'azienda (Ha,Aa,Ca)	19.36.79
N Particelle	24
COLTURE/SPECIE	
Erbai temporanei	
Altro foraggio verde	
Altre coltivazioni permanenti	
Altri ovini	
Altri suini	

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
312	00020			03.11.95			
312	00021			00.77.47			

Composizione zootecnica

Specie allevata	Modalità allevamento	Tipo di produzione	Tipo di allevamento	Numero capi per tipologia, età		
				Capi medio	Maschi adulti	Femmine adulte

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 74 di 165
---	---	----------------------------

Suini	Intensivo	Produzione	Suidi	7		
Ovini	Estensivo	Misto	Ovini e caprini	175	2	173

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
		046= arboricoltura 002= da legno	00.25.45			NO
				NO	N.D.	
312	00020	046= loietto loglio 002= da foraggio 009 = erbaio in purezza, annuale-non permanente 045= di graminacee	02.86.50	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		
				NO	Seminativo	
312	00021	046= loietto loglio 002= da foraggio 009 = erbaio in purezza, annuale-non permanente 045= di graminacee	00.77.47	Epoca: autunno vernina Tipo: TRADIZIONALE		
				NO	Seminativo	
Superficie agricola utilizzata S.A. U			03.89.42			
Superficie Improduttiva e Tare Ha			00.00.00			
Superficie Totale			03.89.42			

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 75 di 165
---	---	----------------------------

4.2.3 SOCIETÀ AGRICOLA "SERPI TARCISIO"

Dati anagrafici aziendali

Denominazione	SERPI TARCISIO
Forma giuridica	DITTA INDIVIDUALE
Codice ATECO	01-45-00 Allevamento di ovini e caprini

Orientamento Tecnico – Economico – OTE

OTE 481	Aziende ovine specializzate
Dimensione	51.627,89 €
Ettari complessivi dell'azienda (Ha,Aa,Ca)	25.46.70
N Particelle	38
COLTURE/SPECIE	
Erbai temporanei	
Avena	
Altre piante foraggiere	
Oliveti per olive da olio	
Superficie boscata	
Altri ovini	
Api	

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
312	00042			00.08.95	00.09.22		
312	00029			03.14.70	03.15.80		
312	00030			00.96.45	00.96.00		

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 76 di 165
---	---	----------------------------

Composizione zootecnica

Specie allevata	Modalità allevamento	Tipo di produzione	Tipo di allevamento	Numero capi per tipologia, età		
				Capi medio	Maschi adulti	Femmine adulte
Ovini	Estensivo	Misto	Ovini e caprini	190	3	187
Api	Apicoltura					

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
312	00029	800= erbaio 0002= da foraggio 0053 = erbaio in purezza, annuale – non permanente	03.12.95	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
312	00030	800= erbaio 0002= da foraggio 0053 = erbaio in purezza, annuale – non permanente	00.89.46	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE		
				NO	Seminativo	
		156= uso non agricolo - altro 000 018 = maceri, fontanili e risorgive	00.00.94			
				NO	N.D.	

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 77 di 165
---	---	----------------------------

312	0042	800= erbaio 0002= da foraggio 0053 = erbaio in purezza, annuale – non permanente	00.09.22	Epoca: autunno vernina Tipo: MINIMUM TILLAGE	
				NO	Seminativo
Superficie agricola utilizzata S.A. U			04.12.57		
Superficie Improduttiva e Tare Ha			00.00.94		
Superficie Totale			04.11.63		

4.2.4 Altre particelle incluse nel progetto non comprese nei fascicoli aziendali

Foglio	Particella	Superficie agricola (Ha.Aa. Ca)
312	3	00.74.36
312	17	03.27.75
312	19	02.69.38
312	25	01.83.13
312	27	03.23.06
312	31	00.02.91
14	32	00.51.30
14	40	00.05.44
312	41	00.01.25
312	43	01.16.61
312	70	00.11.91
14	73	03.60.31
14	76	02.23.73
14	77	00.10.85
14	78	00.00.15
14	79	00.00.17
14	80	00.00.25
14	81	00.02.30
14	82	00.02.53
14	85	00.06.90
14	87	00.02.80
14	88	00.02.06
14	90	00.00.75
14	107	01.03.36
3	139	00.18.53

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 78 di 165
---	---	----------------------------

3	165	00.20.72
3	166	00.06.18
14	222	00.02.82
Superficie Totale	21.31.51	

4.2.5 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 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
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
I02	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 maschi 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. Per le particelle in cui queste informazioni non sono disponibili sono stati estesi dei dati di produzione media ottenuto dalla produzione standard delle potenziali colture che potrebbero essere attuate negli appezzamenti utilizzati come seminativi, dei documenti a disposizione, sulle base dei sopralluoghi effettuati e delle informazioni storiche satellitari.

Particella 3			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.74.36	Pascoli magri	132,00 €	98,16 €

Particella 17 (foglio 312)			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
03.27.75	Pascoli magri	132,00 €	432,63 €

Particella 19			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.69.38	Colture foraggere a rotazione	*770,71 €	2.076,14 €

*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo medio dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €

Particella 20			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.86.50	Loietto da foraggio	*698,00 €	1.999,77 €
00.25.45	Arboricoltura da legno	1.860,00 €	473,37 €

* il prezzo del loietto viene equiparato a quello dell'orzo in mancanza di valori di riferimento nella tabella RICA

Particella 21			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
0,7747	Loietto da foraggio	698,00 €	540,74 €

* il prezzo del loietto viene equiparato a quello dell'orzo in mancanza di valori di riferimento nella tabella RICA

Particella 25			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.83.13	Pascoli magri	132,00 €	241,73 €

Particella 27

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.80.56	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	2.162,30 €
00.42.50	Arboricoltura da legno	1.860,00 €	790,50 €

*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo medio dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €

Particella 29

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
03.12.95	Erbaio da foraggio	751,00 €	2.350,25 €

Particella 30

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.89.46	Erbaio da foraggio	751,00 €	671,84 €

Particella 31

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.91	Pascoli magri	132,00 €	3,84 €

Particella 32

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.51.30	Colture foraggere a rotazione	*770,71 €	395,37 €

*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo medio dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €

Particella 34

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.56.06	Avena e Fave	* 743,00 €	416,53 €

* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €

Particella 36

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.35.89	Trifoglio da foraggio	751,00 €	269,53 €

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 83 di 165
---	---	----------------------------

Particella 37			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.40.36	Avena e Fave	*743,00 €	299,87 €
* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €			

Particella 40			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.05.44	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	41,93 €
*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo media dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 41			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.01.25	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	9,63 €
*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo media dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 42			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.09.22	Erbaio da foraggio	751,00 €	69,24 €

Particella 43			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.16.61	Colture foraggere a rotazione	*770,71 €	898,72 €
*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo media dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 47			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.64.96	Avena e Fave	* 743,00 €	1.225,65 €
* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €			

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 84 di 165
---	---	----------------------------

Particella 48			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.42.55	Avena e Fave	* 743,00 €	1.059,15 €
* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €			

Particella 53			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.26.76	Avena e Fave	* 743,00 €	198,83 €
* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €			

Particella 70			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.11.91	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	91,79 €
*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo media dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 73			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
03.60.31	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	2.776,95 €
*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo media dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 75			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.95.57	Avena e Fave	*743,00 €	2.196,09 €
* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €			

Particella 76 (foglio 14)			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.23.73	Avena e Fave	* 743,00 €	1.662,31 €
* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €			

Particella 76 (foglio 312)

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
03.06.46	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	2.361,92 €

*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo medio dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €

Particella 77

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.10.85	Pascoli magri	132,00 €	14,32 €

Particella 78

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.15	Fabbricati rurali	- €	0,00 €

Particella 79

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.17	Fabbricati rurali	- €	0,00 €

Particella 80

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.25	Fabbricati rurali	0,00 €	0,00 €

Particella 81

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.30	Fabbricati rurali	- €	0,00 €

Particella 82

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.53	Fabbricati rurali	- €	0,00 €

Particella 85

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.06.90	Viabilità – non produttivo	- €	0,00 €

Particella 87

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
0,028	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	21,58 €

*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo medio dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €

Particella 88

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.06	Viabilità – non produttivo	- €	0,00 €

Particella 89

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.26.00	Avena e Fave	* 743,00 €	193,18 €

* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €

Particella 90

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.75	Viabilità – non produttivo	- €	0,00 €

Particella 100

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.41.74	Avena e Fave	*743,00 €	1.796,13 €
00.33.01	Olivo	1.548,00 €	510,99 €

* media del prezzo dell'avena pari a 460 € e delle leguminose da granella (piselli, fave e favette e lupini dolci) pari a 1.026 €

Particella 106 (foglio 3)

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.33.79	Trifoglio da foraggio	751,00 €	1.004,76 €

Particella 106 (foglio 14)

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.47.73	Trifoglio da foraggio	751,00 €	358,45 €

Particella 107

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.03.36	Colture foraggere a rotazione	* 770,71 €	796,61 €

*In assenza di informazioni il valore produttivo viene valutato sulla base del prezzo medio dato dalle seguenti colture: avena 460,00 €, orzo 698,00 €, frumento duro 751,00 €, leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, trifoglio e degli erbai 751,00 €

Particella 139

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.18.53	Fabbricati e aree di pertinenza	- €	0,00 €

Particella 165

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.20.72	Fabbricati e aree di pertinenza	- €	0,00 €

Particella 166

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.06.18	Fabbricati e aree di pertinenza	- €	0,00 €

Particella 167

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
04.87.91	Trifoglio da foraggio	751,00 €	3.664,20 €
00.44.13	Olivo	1.548,00 €	683,13 €

Particella 222

S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.82	Viabilità – non produttivo	- €	0,00 €

Produzione Standard (PS) ante operam

Particella	Foglio	S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
3	312	00.74.36	Pascoli magri	132,00 €	98,16 €
17	312	03.27.75	Pascoli magri	132,00 €	432,63 €
19	312	02.69.38	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	2.076,14 €
20	312	02.86.50	Loietto da foraggio	698,00 €	1.999,77 €
		00.25.45	Arboricoltura da legno	1.860,00 €	473,37 €
21	312	00.77.47	Loietto da foraggio	698,00 €	540,74 €
25	312	01.83.13	Pascoli magri	132,00 €	241,73 €
27	312	02.80.56	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	2.162,30 €
		00.42.50	Arboricoltura da legno	1.860,00 €	790,50 €
29	312	03.12.95	Erbaio da foraggio	751,00 €	2.350,25 €
30	312	00.89.46	Erbaio da foraggio	751,00 €	671,84 €
31	312	00.02.91	Pascoli magri	132,00 €	3,84 €
32	14	00.51.30	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	395,37 €
34	14	00.56.06	Avena e Fave	743,00 €	416,53 €
36	14	00.35.89	Trifoglio da foraggio	751,00 €	269,53 €
37	14	00.40.36	Avena e Fave	743,00 €	299,87 €
40	14	00.05.44	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	41,93 €
41	312	00.01.25	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	9,63 €
42	3	00.09.22	Erbaio da foraggio	751,00 €	69,24 €
43	312	01.16.61	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	898,72 €
47	312	01.64.96	Avena e Fave	743,00 €	1.225,65 €
48	312	01.42.55	Avena e Fave	743,00 €	1.059,15 €
53	14	00.26.76	Avena e Fave	743,00 €	198,83 €
70	312	00.11.91	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	91,79 €
73	14	03.60.31	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	2.776,95 €
75	14	02.95.57	Avena e Fave	743,00 €	2.196,09 €
76	312	03.06.46	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	2.361,92 €
76	14	02.23.73	Avena e Fave	743,00 €	1.662,31 €
77	14	00.10.85	Pascoli magri	132,00 €	14,32 €
78	14	00.00.15	Fabbricati rurali	- €	0,00 €
79	14	00.00.17	Fabbricati rurali	- €	0,00 €
80	14	00.00.25	Fabbricati rurali	0,00 €	0,00 €
81	14	00.02.30	Fabbricati rurali	- €	0,00 €

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 89 di 165
---	---	----------------------------

82	14	00.02.53	Fabbricati rurali	- €	0,00 €
85	14	00.06.90	Viabilità- improduttivo	- €	0,00 €
87	14	00.02.80	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	21,58 €
88	14	00.02.06	Viabilità incolto	- €	0,00 €
89	14	00.26.00	Avena e Fave	743,00 €	193,18 €
90	14	00.00.75	Viabilità- improduttivo	- €	0,00 €
100	3	02.41.74	Avena e Fave	743,00 €	1.796,13 €
		00.33.01	Olivo	1.548,00 €	510,99 €
106	3	01.33.79	Trifoglio da foraggio	751,00 €	1.004,76 €
106	14	00.47.73	Trifoglio da foraggio	751,00 €	358,45 €
107	14	01.03.36	Colture foraggere a rotazione	770,71 €	796,61 €
139	3	00.18.53	Fabbricati e aree di pertinenza	- €	0,00 €
165	3	00.20.72	Fabbricati e aree di pertinenza	- €	0,00 €
166	3	00.06.18	Fabbricati e aree di pertinenza	- €	0,00 €
167	3	04.87.91	Trifoglio da foraggio	751,00 €	3.664,20 €
		00.44.13	Olivo	1.548,00 €	683,13 €
222	14	00.02.82	Viabilità- improduttivo	- €	0,00 €
TOTALE S.A. U		49.52.12			34.858,16 €

In totale si stima che per l'annata 2023 la produzione standard delle superfici coinvolte nel progetto sia stata pari a 34.858,16 € su una superficie agricola corrispondente a circa 49.52.12 ettari

4.3 Progettazione dell'Agrivoltaico avanzato "Sardegna 14 Guspini"

Il modello che si propone si basa su una integrazione tra agricoltura, ambiente ed energia che sarà trattato di seguito nei prossimi paragrafi. Nello specifico verranno descritte le colture 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 Prati pascolo permanenti per gli ovini

Nelle aree potenzialmente incluse all'interno del parco solare si prevede la realizzazione di prati pascolo permanenti per una superficie complessiva pari a circa 5,75 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.

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.

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.

L'erba del pascolo è un foraggio del tutto particolare, unico nel suo genere perché è un alimento vivo. A differenza dei foraggi conservati e delle granelle che sono costituite da cellule non vitali, l'erba, è invece costituita da cellule vive e vitali per tutta la stagione vegetativa (di crescita) e ciò fa di questo alimento una eccezionale fonte di nutrienti ad alto valore biologico per il bestiame: zuccheri, aminoacidi, fibre digeribili, minerali e vitamine. L'energia netta che viene estratta dall'erba è superiore rispetto agli altri foraggi. Per queste eccellenti caratteristiche, l'ingestione di essenze erbacee al pascolo dà luogo a produzioni di latte migliori.

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 autoriseminate 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), *Medicago sativa* (erba medica), *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. Per quanto riguarda l'irrigazione anche i prati pascolo potranno essere irrigati e si prevede lo stesso schema d'impianto previsto nel paragrafo precedente

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.

4.3.1.2 Colture foraggere a rotazione

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.

La superficie agricola utilizzabile in cui si prevede di indirizzare a tale orientamento colturale è pari a circa 32,4 ha incluso all'interno del sottosistema energetico.

La scelta delle colture, da avvicendare nell' aree preposte ricade tra: trifoglio, orzo, avena, favino da granella che potranno essere alternate durante la fase di esercizio dell'impianto anche sulla base delle esigenze degli allevatori che condurranno le terre.

4.3.1.3 Medicaì

L'erba medica appartiene alla famiglia delle leguminose e il suo nome ufficiale è quello di *Medicago sativa*. Questa pianta grazie alla sua ricchezza di proteine e vitamine, viene coltivata come foraggio per l'alimentazione del bestiame, ed è inoltre possibile conservarla sotto forma di fieno o farina.

La pianta dell'erba medica è costituita da numerosi steli eretti, le foglie sono trifogliate e costituiscono circa il 45% del peso dell'intera pianta, rappresentando di fatto le parti più nutrienti. I fiori dell'erba medica comune si formano in numero di 10-20 su piccoli racemi ascellari. È molto resistente al freddo in quanto in autunno, arresta progressivamente ogni attività vegetativa.

Le radici hanno la particolarità di arrivare molto in profondità e grazie a questo riescono ad assimilare molti minerali difficilmente raggiungibili da altre piante inoltre, contribuiscono al miglioramento delle proprietà strutturali del suolo.

Il terreno più idoneo alla coltivazione dell'erba medica è quello che va dal medio impasto all'argilloso di buona struttura, profondo, in modo da non ostacolare l'approfondimento delle radici. Pur essendo forte consumatrice di acqua (700-800 litri per formare un chilogrammo di sostanza secca) l'erba medica è molto resistente alla siccità grazie al suo apparato radicale. Nello stesso tempo teme i ristagni idrici per cui risulta fondamentale una buona sistemazione idraulica dei terreni.

La resa media annua di fieno del prato di erba medica può giungere fino a 13t/ha, in condizioni più normali le rese si aggirano su 8-10 t/ha.

L'erba medica ha normalmente un ciclo produttivo di tre/quattro anni nella quale nel primo anno (anno di semina) la produzione è scarsa. Nel secondo anno la produzione si considera piena mentre nel terzo anno la produzione comincia a declinare per progressivo diradamento. Nel quarto anno la produzione si riduce drasticamente e qualora il numero di piante sia troppo basso il medicaio deve essere rotto perché ormai la sua resa si è esaurita.

Nel corso dell'anno la coltura fornisce il suo prodotto in parecchi tagli da un minimo di 2, nel caso di clima e terreno aridi fino ad un massimo di 4/5 tagli in condizione irrigua o di notevole freschezza. All'interno dell'Agrivoltaico la realizzazione dei medicaì viene proposta all'interno delle particelle catastali 100,106, 167 dotate di sistema irriguo.

I volumi irrigui dipendono da un insieme di fattori quali le caratteristiche del terreno, la coltura, il microclima dell'areale di coltivazione, la fase fenologica, l'andamento climatico, presenza o meno dell'inerbimento, qualità dell'acqua, efficienza impiantistica e capacità gestionale, densità dell'impianto. Le esigenze idriche potrebbero ridursi con la variazione dei parametri di evapotraspirazione, comunque sia il fabbisogno idrico delle colture potrà essere monitorato e

calibrato su misura attraverso l'integrazione dei modelli di Agricoltura 4.0.

4.3.2 Altre 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 e la coltivazione dei medicaï rappresenta un aspetto migliorativo dell'agroecosistema poiché aumenta e creano dei microhabitat idonei per le fioriture ad alto potenziale mellifero. Inoltre, grazie all'ombreggiamento delle strutture FV e all'irrigazione le fioriture potranno prolungarsi per un tempo maggiore nei periodi tipicamente poveri. La gestione interfilare per inerbimento e la predisposizione di prati pascoli perenni rappresentano un aspetto migliorativo dell'agroecosistema poiché aumenta i livelli di biodiversità e le risorse trofiche per gli insetti pronubi.

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 167, nello specifico l'area esclusa dal sottosistema energetico ma incluso all'interno del sottosistema agricolo.

Si prevedono in totale 30 arnie (circa 1 ogni due ettari) 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 40 - Planimetria dell'uso del suolo e delle misure mitigative ad indirizzo produttivo proposte

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 95 di 165
---	---	----------------------------

Tabella 3 Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione dell'impianto apiario. Si prevede poco più di un'arnia per ettaro (13ha). 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
ZA	APICOLTURA				
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
ZA.1	FAMIGLIA DI API				
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
Totale importo lavori					€ 5.970,00

Tabella 4 Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione dei prati pascolo perenni

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Quantità	Prezzo totale
U	MIGLIORAMENTO PASCOLO MONTANI E PRATI NATURALI				
U.005	Lavorazione superficiale del terreno alla profondità di cm 10-15 eseguita con trattore gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle:				
U.005.001	b- in terreni con presenza di pietrame	ha	€ 182	05.75.96	€ 1.048,25
U.008.003	c- esecuzione di Analisi chimico-fisica del terreno, compreso prelevamento di campione in campo	ha	€ 201,90	2	€ 403,80
U.009	Semina e concimazione eseguita con trattore di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime:				
U.009.001	a- per trasporto, miscelazione e distribuzione	ha	€ 137,90	05.75.96	€ 794,25
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	05.75.96	€ 2.656,33
U.011	Costipazione post-semine, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattore gommata	ha	€ 96,10	05.75.96	€ 553,50
Totale importo lavori					€ 5.456,12

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

Particella 3			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.57.69	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	207,68 €

Particella 17			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.61.72	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	942,19 €

Particella 19			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.32.88	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	1.716,33 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 20			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.53.85	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	1.870,87 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 21			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.43.99	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	158,36 €

Particella 25			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.62.91	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	586,48 €

Particella 27			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.82.26	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	2.080,26 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 97 di 165
---	---	----------------------------

Particella 29			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.86.34	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	2.110,33 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 30			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.71.75	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	528,80 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 31			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.63	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	2,27 €

Particella 32			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.42.48	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	313,08 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 34			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.40.32	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	297,16 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 36			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.29.17	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	214,98 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 37			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.29.26	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	215,65 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 98 di 165
---	---	----------------------------

Particella 40			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.01.77	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	13,04 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 42			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.06.34	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	46,73 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 43			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.92.34	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	680,55 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 47			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.57.64	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	1.161,81 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 48			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.33.72	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	985,52 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 53			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.25.60	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	188,67 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 70			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.08.59	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	63,31 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 99 di 165
---	---	----------------------------

Particella 73			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
03.29.64	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	2.429,45 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 75			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.83.70	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	2.090,87 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 76			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.77.50	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	2.045,18 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 76 (mappale 14)			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
02.17.19	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	1.600,69 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 77			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.10.76	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	79,30 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 78			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.15	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	1,11 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 79			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.17	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	1,25 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 100 di 165
---	---	-----------------------------

Particella 80			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.00.25	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	1,84 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 81			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.30	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	16,95 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 82			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.53	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	18,65 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 87			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.02.56	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	18,87 €

Particella 88			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.01.70	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	12,53 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 89			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.24.07	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	177,40 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 100			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.33.01	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	510,99 €
02.06.37	Medica	751,00 €	1.549,84 €

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 101 di 165
---	---	-----------------------------

Particella 106			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
01.93.22	Medica	751,00 €	1.451,08 €

Particella 106 (mappale 14)			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
00.37.75	Colture foraggere a rotazione	*737,00 €	278,22 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 € dell'orzo 698,00 €, del trifoglio 751,00 €, degli erbai annuali 751,00 € e delle leguminose da granella ((piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €			

Particella 107			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
0,8551	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	630,21 €

Particella 167			
S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
03.95.41	Medica	751,00 €	3.337,22 €
00.48.96	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	176,26 €
00.44.13	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	683,13 €
25*	Alveari	190 €	4.750,00 €
*numero di alveari previsti			

Produzione Standard (PS) post operam					
Particella	Mappale	S.A.U Ha	Indirizzo produttivo	€/Ha	Produzione standard
3	312	00.57.69	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	207,68 €
17	312	02.61.72	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	942,19 €
19	312	02.32.88	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	1.716,33 €
20	312	02.53.85	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	1.870,87 €
21	312	00.43.99	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	158,36 €
25	312	01.62.91	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	586,48 €
27	312	02.82.26	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	2.080,26 €

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 102 di 165
---	---	-----------------------------

29	312	02.86.34	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	2.110,33 €
30	312	00.71.75	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	528,80 €
31	312	00.00.63	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	2,27 €
32	14	00.42.48	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	313,08 €
34	14	00.40.32	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	297,16 €
36	14	00.29.17	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	214,98 €
37	14	00.29.26	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	215,65 €
40	14	00.01.77	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	13,04 €
42	3	00.06.34	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	46,73 €
43	312	00.92.34	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	680,55 €
47	312	01.57.64	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	1.161,81 €
48	312	01.33.93	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	987,06 €
53	14	00.25.60	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	188,67 €
70	312	00.08.59	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	63,31 €
73	14	03.29.64	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	2.429,45 €
75	14	02.83.70	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	2.090,87 €
76	312	02.77.50	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	2.045,18 €
76	14	02.17.19	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	1.600,69 €
77	14	00.10.76	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	79,30 €
78	14	00.00.15	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	1,11 €
79	14	00.00.17	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	1,25 €
80	14	00.00.25	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	1,84 €
81	14	00.02.30	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	16,95 €
82	14	00.02.53	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	18,65 €
87	14	00.02.56	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	18,87 €
88	14	00.01.70	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	12,53 €
89	14	00.24.07	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	177,40 €
100	3	02.06.37	Medica	751,00 €	1.549,84 €
		00.33.01	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	510,99 €
106	3	01.93.22	Medica	751,00 €	1.451,08 €
106	14	0.37.75	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	278,22 €
107	14	00.85.51	Colture foraggere a rotazione	737,00 €	630,21 €

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 103 di 165
---	---	-----------------------------

167	3	03.95.38	Medica	751,00 €	2.969,30 €
		00.44.13	Oliveti per olive da olio	1.548,00 €	683,13 €
		30*	Alveari	190 €	5.700,00 €
		00.48.99	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	176,26 €
TOTALE		44.18.34			36.828,81 €

In totale si stima una produzione standard pari a 37.864,19 € su una superficie agricola utilizzabile pari a circa 44.18.34 ettari

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 41 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 H₂O, 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 Lombardia 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 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), CaCO₃ 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 degli indirizzi produttivi e Agricoltura 4.0

5.2.1 Introduzione

Nella moderna azienda agricola tenere sotto controllo le colture sta diventando una prassi consolidata perciò l'attività di monitoraggio assume un ruolo sempre più importante nella pratica agronomica. Attraverso l'evoluzione tecnologica è oggi possibile utilizzare processi che consentono la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati precisa e puntuale provenienti dal campo, da sensori o da altra fonte terza.

Di fatto quella che ad oggi viene definita Agricoltura 4.0 rappresenta l'insieme di strumenti e strategie che permettono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanzate con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione.

I vantaggi che si possono avere adottando queste soluzioni in campo agricolo sono molteplici:

- Evitare gli sprechi calcolando in maniera precisa il fabbisogno idrico di una determinata coltura
- Ottimizzazione dei fertilizzanti che vengono utilizzati in maniera puntuale nelle aree a maggior necessità.
- Avere un maggior controllo sui costi di produzione e riuscire a pianificare con molta precisione tutte le fasi colturali monitorando lo stadio fenologico delle piante, con notevole risparmio di tempo e denaro.
- Prevedere l'insorgenza di malattie o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni.

Nei pascoli collinari, non sempre si riesce a quantificare con precisione l'abbondanza della vegetazione: i risultati sono spesso negativi per l'immissione di troppi capi adulti rispetto al quantitativo di unità foraggere disponibili. A fronte di questo tipo di errore è oggi possibile monitorare l'andamento dello sviluppo vegetazionale e avere un'immagine ben precisa da poter utilizzare per pianificare con ratio i giorni di pascolamento delle mandrie.

5.2.2 Indici vegetazionali cosa sono, come vengono acquisiti e interpretati

Gli indici di vegetazione sono quei parametri nell'agricoltura 4.0 che raccolti ed elaborati permettono il monitoraggio delle colture. Il principio di base degli indici parte dal presupposto che la vegetazione assorbendo la radiazione solare in diverse bande ne riemette una percentuale differente in ciascuna di esse. Perciò questi valori sono una combinazione della percentuale di radiazione riflessa in diverse bande specifiche da cui è possibile trarre numerose informazioni riguardo lo stato di salute delle piante. Questi indici vengono calcolati a partire dai dati acquisiti da satellite o drone. L'informazione viene restituita sotto forma di immagine Raster. L'immagine si ottiene attraverso un processo definito "normalizzazione" in cui si identifica il valore minimo e il valore massimo dell'indice rilevato nel campo assegnando il colore rosso al primo e verde al secondo. La variazione nella gradazione del colore genera uno strato informativo che potrà essere così interpretato. Pertanto, le zone del campo visibili in rosso saranno quelle in cui la pianta si trova maggiormente in stress, viceversa per le zone del campo verdi.

Esistono svariati tipi di indici che descrivono diversi aspetti della vegetazione:

Indici di vigoria, sono influenzati dallo sviluppo delle piante in termini di biomassa. L'indice più comune è l'NDVI, ma ne esistono tanti altri di questo tipo, e permettono di riconoscere le zone del campo che presentano problemi di sviluppo.

I valori dell'indice NDVI variano tra -1 e 1, quelli compresi tra -1 e 0 sono tipici di aree non coltivate come suolo nudo, corsi d'acqua e roccia affiorante. Mentre i valori compresi tra 0 e 1 indicano il livello medio di vigoria raggiunto dalla pianta che varierà in funzione dello stadio fenologico.

Indici di stress idrico (NDMI) influenzati dallo stress idrico della pianta o dal contenuto d'acqua nel suolo. L'indice descrive il livello di stress idrico della coltura, e dalla sua interpretazione è possibile riconoscere immediatamente le zone dell'azienda o del campo che presentano problemi di stress idrico.

I valori dell'indice così come per l'NDVI vanno da -1 a 1. I valori compresi tra -1 e -0.8 danno informazioni legate alla presenza di suolo nudo. Mentre i valori compresi tra -0.8 e 1 danno informazioni di stress progressivamente inferiori. Anche l'NDMI medio varierà in funzione dello stadio fenologico della coltura.

Indici di clorosi (OSAVI) influenzati dalla presenza di clorofilla. La clorosi è una disfunzione che colpisce gli organi verdi delle piante causando una mancata o insufficiente formazione di clorofilla o di una sua degradazione. Gli effetti sono evidenti soprattutto sulle foglie che subiscono l'ingiallimento, si presentano di dimensione ridotta e spesso sono soggette a caduta anticipata. La causa può essere riconducibile ad una malattia di natura infettiva oppure non infettiva (fisiopatia), come una carenza nutrizionale (ferro) o un eccesso di ristagno idrico.

L'interpretazione dei valori permette di verificare in tempo reale il corretto sviluppo della coltura. Spesso la lettura avviene in più fasi sfruttando la correlazione degli indici per ottenere maggiori informazioni e una diagnosi di eventuali problemi in corso.

Una prima analisi consiste nell'identificazione di aree con stress vegetativo mediante gli indici di vigoria.

Se sono state rilevate aree con stress vegetativo verrà analizzato l'indice di clorosi per le aree in questione. Se l'indice ha un valore basso (assenza di clorosi) la bassa vigoria sarà un problema di sviluppo causato da: scarsa emergenza, compattazione del suolo, ritardo nella crescita.

Al contrario se ad un basso indice di vigoria corrispondesse un alto indice di clorosi potrebbe essere in corso un grave problema alla coltura causato da: malattie, insetti, ristagno idrico, carenze nutrizionali.

Infine, si confronta l'indice di vigoria con quello di stress idrico. Se l'indice di stress idrico è alto e quello di vigoria lo è altrettanto lo stress recente non ha influito sullo sviluppo della pianta; al contrario se la vigoria è bassa, si hanno piante poco sviluppate con stress idrico.

In ogni caso quando la vigoria delle piante è bassa, qualunque sia la causa, gli indici di stress idrico non raggiungeranno mai valori molto elevati.

5.2.3 *Strumenti di acquisizione: Droni e satelliti*

Gli strumenti che vengono utilizzati nell'agricoltura di precisione 4.0 sono fondamentalmente droni e satelliti. I dati ottenuti da drone e satellite sono molto variabili tra loro e si caratterizzano in particolare per la diversa frequenza della disponibilità del dato nel tempo e per la diversa risoluzione spaziale (la dimensione del pixel a terra). Ad esempio, un dato con una risoluzione spaziale di 10m significa che ciascun pixel rappresenta un'area di 10m x 10m a terra. Le differenze non dipendono ovviamente solo dal mezzo di acquisizione, ma anche dal sensore che viene utilizzato.

5.2.4 *I droni*

I droni volano ad altezze di decine di metri. Le immagini ottenute sono comunemente ad alta risoluzione spaziale (qualche cm): permettono quindi di visualizzare in modo nitido l'interfila delle piante, di identificare la chioma degli alberi o la presenza di un pozzo o di un edificio in un campo.

Il volo da drone viene effettuato su richiesta ma è subordinato alle condizioni meteo e all'orario della giornata. Tali voli hanno di conseguenza una risoluzione temporale irregolare.

I sensori multispettrali più comuni installati sul drone rilevano la riflettanza nelle bande del visibile, del red-edge e del vicino infrarosso. Raramente includono bande nella lunghezza d'onda dello SWIR.

Ciò significa che è possibile calcolare gli indici di vigoria da drone, così come visualizzare una mappa RGB del proprio appezzamento, mentre è raro che si possano calcolare indici multispettrali di clorofilla e di stress idrico. È possibile invece valutare lo stress idrico mediante rilievi con termocamera.

5.2.5 *I satelliti*

Esistono numerosi satelliti che acquisiscono immagini multispettrali dallo spazio. Tra i più comuni troviamo Sentinel-2, Landsat 8, Planetscope, Sky Sat.

Le immagini ottenute da satellite hanno una risoluzione spaziale di qualche metro: Landsat 8 fornisce dati con risoluzione spaziale di 30m, mentre Sentinel-2 di 10, 20 o 60 m (a seconda della banda), Planetscope di 3m e SkySat di 1m. La risoluzione temporale invece è nella maggior parte dei casi regolare. Ad esempio, Landsat 8 è disponibile ogni 16 giorni, mentre Sentinel-2 ogni 3/5 giorni (a seconda delle zone). Planetscope e Skysat hanno una risoluzione giornaliera.

La risoluzione temporale regolare determina una disponibilità del dato in più fasi della stagione colturale; ma bisogna anche ricordare che nei giorni di transito del satellite, in cui l'area in esame è coperta da nuvole, il dato non è utilizzabile.

Alcuni satelliti hanno la possibilità di acquisire molte bande spettrali. Ad esempio, Sentinel-2 acquisisce 12 bande spettrali che permettono di calcolare non solo gli indici di vigoria ma anche quelli di stress idrico e di clorofilla. In modo simile, anche Landsat 8 consente il calcolo di indici di vigoria e di clorofilla.

5.2.6 *La scelta dello strumento*

La scelta dello strumento che permetta l'acquisizione del dato risulta fondamentale nello sviluppare

un corretto piano di monitoraggio. In funzione della tipologia di coltura la precisione e la frequenza dell'informazione richiesta saranno differenti. Tutto dipende dal rapporto costi benefici che può essere sostenuto.

Dal punto di vista organizzativo, il volo da drone è un servizio su richiesta che può essere fornito in fasi fenologiche specifiche della coltura garantendo un'alta risoluzione spaziale (qualche centimetro). Per contro, meteo e specifici orari della giornata comportano una risoluzione temporale irregolare lungo la stagione colturale. Inoltre, è raro calcolare indici di clorosi e stress idrico a patto che il drone non sia munito di specifici sensori (termocamera stress idrico).

Il dato satellitare, invece, in stagioni non particolarmente nuvolose, fornisce immagini in modo continuativo e con una maggiore frequenza; anche se non per forza sincrono con le fasi più delicate della coltura. In più il satellite acquisendo molte bande spettrali può calcolare tutti gli indici vegetazionali. Di contro, la risoluzione spaziale è più bassa rispetto al drone (metri).

Tra gli altri fattori da valutare vanno considerati le caratteristiche specifiche delle colture: quelle con interfilare molto stretto, come i cereali, non hanno particolari vantaggi nell'utilizzare indici ad alta risoluzione spaziale, specialmente su campi grandi e regolari.

È invece molto utile verificare l'andamento nel tempo dell'indice. Studi scientifici come (Benincasa et al., 2018) hanno confrontato l'NDVI da drone con quello calcolato da satellite su frumento tenero, ed hanno concluso che i risultati sono sostanzialmente equivalenti.

La necessità di un dato con risoluzione spaziale migliore si ha invece con interfilare ampio, gestione del terreno variabile (ad esempio con sfalci alternati a lavorazioni), campi piccoli. L'azienda può anche valutare l'utilizzo del dato da satellite integrato con uno o più voli da drone.

5.2.7 Piano di monitoraggio

L'attività di monitoraggio delle colture nel progetto in questione seguirà i modelli dell'agricoltura 4.0, interesserà circa 46 ha e verrà avviata durante la fase di esercizio.

Gli obiettivi del monitoraggio saranno diversi a seconda delle attività previste e avranno tra le varie finalità anche la verifica del risparmio idrico e il monitoraggio del microclima potenzialmente mutevole a seguito dell'interazione tra pannelli fotovoltaici e superfici agricole.

Per ogni obiettivo da raggiungere viene è stata sviluppata iter procedurale corredato di indicatori, modalità e frequenze del monitoraggio.

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.

5.2.7.1 Monitoraggio del risparmio idrico

Il monitoraggio sull'efficienza del consumo idrico può essere efficacemente monitorato in caso di autoapprovvigionamento tramite la: misurazione dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo, tramite sensori posti su pozzi aziendali o tramite la conoscenza della portata concessa (l/s) presente sull'atto della concessione.

Qualora ci si avvalga di un servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola o sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema agrivoltaico. In questo progetto l'approvvigionamento irriguo avviene dal consorzio di bonifica della Regione Sardegna. Sulle superfici sono presenti le bocchette irrigue da cui si potrà attingere l'acqua per l'irrigazione. Tramite apposita richiesta sarà possibile presentare la domanda di utenza irrigua stabilendo in anticipo la portata d'acqua in concessione.

Gli utilizzi idrici a fini irrigui sono quindi in 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.

Per quanto riguarda le aziende o i terreni condotti in asciutta, privi di sistema irriguo, stando al requisito D1 riportato nel paragrafo 7.2.4 il tema riguarda 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.

A tale scopo i dati agrometeorologici verranno acquisiti dai sensori meteo. Le unità centrali saranno dotate anche di pluviometro cui informazioni permetteranno di sviluppare dei modelli previsionali utili per programmare le attività zootecniche e colturali, creare statistiche, evidenziare dei trend e misurare i valori di evapotraspirazione fuori e dentro il campo solare.

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. È 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).

5.2.7.1.1 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, se necessarie, si prevedono le attività da mettere in atto insieme alle azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenzii criticità.

5.2.7.1.1.1 Fase ante operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi

5.2.7.1.1.2 Fase in operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi

5.2.7.1.1.3 Fase post operam

Durante la fase di esercizio dell'impianto per le colture in asciutta il monitoraggio del risparmio idrico verrà monitorato attraverso un numero definito di stazioni e sensori che verranno installate sul campo e acquisiranno in tempo reale i dati agrometeorologici, tra cui pioggia (mm), bagnatura fogliare e umidità del terreno. Le informazioni permetteranno di sviluppare dei modelli previsionali utili per programmare le attività colturali, creare statistiche ed evidenziare i trend e misurare i valori di evapotraspirazione fuori e dentro il campo solare. Qualora il valore di evapotraspirazione all'interno del campo solare sia superiore rispetto all'esterno, come azione correttiva si prevede la gestione del cotico erboso aumentando il carico di bestiame per il periodo necessario. Ciò consentirà di ridurre la quantità d'acqua sfruttata dalle specie erbacee all'interno del campo solare.

In merito alle aziende con colture irrigue il monitoraggio verrà condotto per analizzare dell'efficienza d'uso dell'acqua consortile. La fornitura d'acqua dovrà essere misurata tramite l'inserimento di contatori lungo le linee di adduzione. L'analisi e il confronto dei dati potrà evidenziare l'eventuale risparmio irriguo dovuto alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV.

Tale comparazione sul consumo irriguo dovrà tenere conto delle difficoltà di valutazione relative alla variabile climatica (esposizione solare).

5.2.7.1.1.4 Fase di dismissione

In fase questa fase non sono previsti monitoraggi, ma si ritiene necessario la redazione di una relazione tecnica finale asseverata da un esperto agronomo o agrotecnico.

5.2.7.2 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.

Tale attività verrà effettuata attraverso la 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).

La fertilità è la risultante della combinazione e della interazione dinamica delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo in relazione alla produttività delle piante, alla protezione dell'ambiente ed alla conservazione delle risorse pedologiche.

Per favorire il mantenimento della fertilità dei suoli è indispensabile conoscere l'asportazione degli elementi nutritivi operate dalle colture, in modo da integrarli con adeguate concimazioni. Di qui l'importanza di definire, prima di ogni coltivazione, un bilancio o "piano di concimazione" che tiene appunto conto dei quantitativi di elementi nutritivi presenti nel terreno e della necessità della coltura.

Per verificare la fertilità dei suoli è necessario monitorare nel tempo, con specifici rilevamenti pedologici, il contenuto dei principali elementi nutritivi del terreno quali: azoto, fosforo, potassio e

sostanza organica, che potrebbero essere soggetti a variazioni a causa di potenziali mutamenti microclimatici e dalla gestione delle pratiche agricole. Inoltre attraverso i dati telerilevati sarà possibile sviluppare delle mappe di prescrizione di concimazione in funzione della vigoria delle piante, che messe in pratica consentiranno di mantenere buoni livelli di fertilità per tutta la durata di esercizio dell'impianto.

5.2.7.2.1 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, se necessarie, si prevedono le attività da mettere in atto dettagliate delle azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenzia criticità

5.2.7.2.1.1 Fase ante operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi i valori di fertilità sono validati dai monitoraggi pedologici

5.2.7.2.1.2 Fase in operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi

5.2.7.2.1.3 Fase post operam

Il grado di fertilità potrà essere efficacemente monitorato, oltre ai monitoraggi pedologici, anche con l'applicazione dei modelli di agricoltura 4.0. L'indicatore prescelto è l'indice NDVI (indice di vigoria) che verrà acquisito da satellite ogni 5 giorni ad una risoluzione spaziale di 3metri/pixel. In base a questo processo esperti tecnici di agricoltura di precisione potranno definire le aree omogenee che potranno ricevere una dose di concime naturale personalizzata. Intervenendo in maniera diretta, sarà possibile aumentare l'apporto di fertilizzanti nelle aree a bassa vigoria ottimizzando la quantità adoperate e di conseguenza la resa.

Dalla combinazione dei dati acquisiti nel rilevamento pedologico e quelli telerilevati potranno essere attuate delle azioni correttive elaborando dei piani di concimazione che consentano il mantenimento della fertilità all'interno del sistema agrivoltaico. I dati consentiranno inoltre di sviluppare delle mappe basate sulla vigoria delle specie erbacee nelle superfici coltivate e nei prati pascoli previsti. In base a questo processo si potranno definire i quantitativi di unità foraggiere disponibili e pianificare con ratio i giorni di pascolamento degli ovini. Attraverso queste informazioni sarà possibile migliorare la gestione del cotico erboso e del pascolamento

5.2.7.2.1.4 Fase di dismissione

In fase di dismissione le informazioni ottenute dai rilevamenti pedologici consentiranno di valutare il valore di fertilità dei suoli. Qualora il valore dovesse essere inferiore allo stato ex ante si procederà ad attuare delle azioni correttive prevedendo dei piani di concimazione adeguati, elaborati da un esperto agronomo o agrotecnico, adoperando 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.

Infine si ritiene necessario la redazione di una relazione tecnica finale asseverata da un esperto agronomo o agrotecnico.

5.2.7.3 Monitoraggio del microclima

Le potenziali variazioni diurne e stagionali del microclima associate alle differenti condizioni di irraggiamento solare, a seguito dell'installazione dei tracker, potrebbe comportare la variazione di alcuni parametri del suolo quali: temperatura, umidità, tasso di degradazione della sostanza organica e attività della micropedofauna.

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 parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

Tali variazioni potrebbero potenzialmente incidere sulle caratteristiche pedologiche delle superfici progettuali e allo stesso tempo potrebbe variare il normale sviluppo della pianta, favorendo l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come potrebbe mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

Ecco perché si ritiene opportuno integrare un sistema di monitoraggio che consenta l'acquisizione di dati agrometeorologici al fine di studiare le interazioni (positive o negative) che si possono instaurare all'interno dell'agroecosistema indagando costantemente le relazioni tra il mondo biologico, il mondo agricolo e quello fisico-climatico.

5.2.7.3.1 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, se necessarie, si prevedono le attività da mettere in atto insieme alle azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenzia criticità.

5.2.7.3.1.1 Fase ante operam

In questa fase si prevede l'installazione di una stazione meteo principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno). Le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti agricoli, acquisiranno le informazioni trasmettendoli via radio alla stazione principale. Il set di dati sarà funzionale allo studio preliminare del microclima dell'area a cui dovranno essere affiancati i dati storici rilevati dalla

5.2.7.3.1.2 Fase in operam

In questa fase per quanto riguarda il microclima le attività di monitoraggio vengono ricondotte a quelle previste nella fase di ante operam

5.2.7.3.1.3 Fase post operam

Nella fase di esercizio dell'impianto attraverso i sensori installati all'interno del campo solare disposti

sotto e fuori pannello sarà possibile monitorare regolarmente nel tempo i parametri microclimatici quali pioggia, intensità del vento, pressione atmosferica, umidità del suolo, temperatura terreno-aria e bagnatura fogliare. I valori acquisiti da remoto consentiranno di verificare l'effetto dei pannelli fotovoltaici sul suolo e sulle colture e dovuta alla potenziale variazione dei parametri agrometeorologici

A questi dati potranno essere integrate le informazioni telerilevate relative alla banda dell'infrarosso termico ad una risoluzione spaziale di 3-5 metri/pixel che consentiranno di sviluppare delle mappe termiche in grado di fornire un'informazione a vista sulla variazione della temperatura all'interno del campo solare. La registrazione del dato consentirà di verificare gli effetti della variazione termica sulle colture e sul suolo realizzando delle tendenze stagionali per tutta la fase di esercizio dell'impianto.

Come azione preventiva alle variazioni microclimatiche le colture di copertura previste, quali sono i prati pascoli permanenti, potranno garantire ai suoli una protezione ad eventuali fluttuazioni delle temperature.

5.2.7.3.1.4 Fase di dismissione

In fase questa fase non sono previsti monitoraggi, ma si ritiene necessario la redazione di una relazione tecnica finale asseverata da un esperto agronomo o agrotecnico

Le potenziali variazioni diurne e stagionali del microclima associate alle differenti condizioni di irraggiamento solare, a seguito dell'installazione dei tracker, potrebbe comportare la variazione di alcuni parametri del suolo quali: temperatura, umidità, tasso di degradazione della sostanza organica e attività della micropedofauna.

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 parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

Tali variazioni potrebbero potenzialmente incidere sulle caratteristiche pedologiche delle superfici progettuali e allo stesso tempo potrebbe variare il normale sviluppo della pianta, favorendo l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come potrebbe mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

Ecco perché si ritiene opportuno integrare dei sistemi di monitoraggio che consentano l'acquisizione di dati agrometeorologici al fine di studiare le interazioni (positive o negative) che si possono instaurare all'interno dell'agroecosistema indagando costantemente le relazioni tra il mondo biologico, il mondo agricolo e quello fisico-climatico.

L'automatizzazione della raccolta, dell'integrazione e dell'analisi dei dati che provengono direttamente dai campi grazie all'utilizzo di sensori e droni e satelliti.

In riferimento alla sensoristica l'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio, che sfrutta tali tecnologie costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 117 di 165
---	---	-----------------------------

micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale. Gli utenti possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli ottenuto dall'elaborazione del dato per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche. Tali dati modelli possono utili non solo per la pianificazione agronomica ma anche per monitoraggio del suolo. Infatti, attraverso la restituzione giornaliera dei valori di umidità e di temperatura del suolo sarà possibile correlare questi dati con i parametri biologici (QBS-ar) e fisico-chimici, pianificare correttamente i rilevamenti pedologici e infine valutare l'insorgere di eventuali impatti a carico della risorsa suolo.

I risultati di tale monitoraggio verranno registrati essere tramite una relazione biennale redatta da parte del proponente.

6 VERIFICA REQUISITI DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO "SARDEGNA 14 GUSPINI"

REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola		
S_{tot}	<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. Quindi sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione.</i>	52,12 ha
S_{pv}	<i>Somma delle superfici individuate dall'area recintata. Include l'area occupata dai pannelli e tutte le opere connesse all'impianto: cabine, viabilità, piazzole, etc.</i>	21,36 ha
S_{agricola}	<i>Superficie minima coltivata: comprende le aree destinate alla coltivazione dei prati stabili permanenti, delle coltivazioni foraggere a rotazione dei medicai i tra e sotto le file dei pannelli e le colture arboree preesistenti (olivi)</i>	44,18ha
S_{agricola} ≥ 0,7 · S_{tot}		
VERIFICATO		

REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)		
LAOR (Land Area Occupation Ratio) = S_{pv}/S_{tot}	<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>	34,55%
LAOR ≤ 40%		
VERIFICATO		

REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola		
	Ante operam	Post operam
Indirizzo produttivo 1	Pascoli magri	Prati permanenti e pascoli
Indirizzo produttivo 2	Colture foraggere a rotazione	Medica
Indirizzo produttivo 3	Avena Fave, semi, granella	Colture foraggere a rotazione

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 119 di 165
---	---	-----------------------------

Indirizzo produttivo 4	Loietto	Olivi per olive da olio
Indirizzo produttivo 5	Trifoglio	Api (Alveari)
Indirizzo produttivo 6	Erbai	
Indirizzo produttivo 7	Arboricoltura da legno	
Indirizzo produttivo 8	Olivi per olive da olio	
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area (€/ha) (valori produzione standard 2017 Sardegna, fonte RICA)	132,00 €	360,00 €
	770,71 € (valore medio PS)	751,00 €
	743,00 € (valore medio PS)	737,00 € (valore medio PS)
	698,00 €	1.548,00 €
	751 €	
	751 €	
	1.860,00 €	
	1.548,00 €	
Sup. (ha) * valore medio	790,68 €	2.075,19 €
	11.632,94 €	5.970,22 €
	9.047,73 €	21.889,27 €
	2.540,51 €	1.194,13 €
	5.296,95 €	5.700,00 €
	3.091,34 €	
	1.263,87 €	
	1.194,13 €	
PS - Produzione Standard	34.858,16 €	36.828,81 €
VERIFICATO		

REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima				
Modulo	Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale JKM625N-78HL4-BDV della Jinko Solar®	Potenza nominale [Wp]		625
		Dimensioni	L [mm] =	2465
			P [mm] =	1134
		Sup. impianto	Spv [ha] =	18,0113
Impianto agrivoltaico presentato in VIA Potenza = 33,6 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =			71,7768
	FV _{agri} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =			3,98
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 36,54 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [MWh/anno] =			44,773
	FV _{standard} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =			1,356

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 120 di 165
---	---	-----------------------------

$FV_{\text{agricola}} \geq 0,6 \cdot FV_{\text{standard}}$				
VERIFICATO				
REQUISITO C - Adottare soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra				
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	<i>doppio uso del suolo</i>	Attività Zoo- tecnica	Hmin
		<i>moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura</i>		2,5 m
Attività zootecnica - Hmin = 1,3 m		Attività colturale - Hmin = 2,1 m		
VERIFICATO				

REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico	
<p>Aziende con colture irrigue: analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua consortile per evidenziare un miglioramento conseguente alla riduzione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico</p>	<p>Monitoraggio periodico del consumo d'acqua tra 2 tipologie di terreni irrigui attigui condotti con la medesima coltura ed entrambi connessi alla rete consortile</p> <ul style="list-style-type: none"> - una con medicaio con i pannelli FV inclusa nel sistema agrivoltaico - una con medicaio senza FV incluse esterne al sistema agrivoltaico <p>La fornitura d'acqua dovrà essere misurata tramite l'inserimento di contatori lungo le linee di adduzione.</p> <p>L'analisi e il confronto dei dati potrà evidenziare l'eventuale risparmio irriguo dovuto alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV.</p> <p>Tale comparazione sul consumo irriguo dovrà tenere conto delle difficoltà di valutazione relative alla variabile climatica (esposizione solare).</p>
<p>Aziende con colture in asciutta: analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana per evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico</p>	<p>Monitoraggio periodico dell'umidità di 2 tipologie di terreni attigui:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uno con prato stabile senza pannelli - uno con prato stabile con pannelli FV. <p>L'analisi e la comparazione dei dati evidenzierà come, grazie alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV, il terreno con l'impianto presenti un contenuto d'acqua maggiore rispetto a quello senza l'impianto, con conseguente beneficio per le colture.</p>
Redazione Relazione Triennale redatta da parte del proponente.	
VERIFICATO	

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 121 di 165
---	---	-----------------------------

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

REQUISITO E.1 - Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Il miglioramento diretto della fertilità del suolo sarà garantito da: opportuna scelta di essenze in grado di fissare l'azoto atmosferico per il miscuglio costituente le colture foraggere il prato di leguminose e il pascolamento controllato. Inoltre attraverso i monitoraggi pedologici a cadenza biennali si potrà monitorare nel tempo il valore della sostanza organica del carbonio organico e dei microelementi (P, K, N). In fase di dismissione qualora il valore di fertilità dovesse essere inferiore allo stato ex ante si procederà ad attuare dei piani di concimazione adeguati, elaborati da un esperto agronomo o agrotecnico, adoperando 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.

Redazione Relazione Tecnica Asseverata o Dichiarazione del proponente

VERIFICATO

REQUISITO E.2 - Monitoraggio del microclima

L'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti 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).

Monitoraggio tramite sensori per la misura di:

- **temperatura;**
- **umidità relativa;**
- **velocità dell'aria;**
- **radiazione;**

posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.

Temperatura ambiente esterno e retro-modulo misurata con sensore PT100

Umidità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con misurata con igrometri/psicrometri

Velocità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con anemometri

Radiazione solare fronte e retro-modulo misurata con un solarimetro

Relazione Triennale redatta dal Proponente

VERIFICATO

7 CONCLUSIONI

Il contesto territoriale entro cui si propone la realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Sardegna 14 Guspini", presenta connotati tipicamente agro-pastorali.

Il paesaggio in cui ricade l'area oggetto di intervento è caratterizzato da una morfologia pianeggiante originata da depositi sedimentari alluvionali, caratterizzato dalla presenza di suoli mediamente profondi. Gli indirizzi produttivi sono associati a colture di tipo estensivo ed intensivo orientati alla produzione cerealicola a foraggi verdi autunno-vernini e stagionati, oltre che all'attività di pascolo ovino e localmente a colture permanenti. Le coperture vegetali arbustive si dispongono linearmente lungo i margini degli appezzamenti agricoli, come elementi isolati nei campi. Lungo i canali irrigui si riscontra una vegetazione tipicamente igrofila dominata da tife e canne palustri. Frequenti sono gli eucalitteti che occupano vaste aree e adornano i poderi agricoli con la funzione di frangivento e produzione di legname.

Tra le criticità pedologiche che incidono sulle attività agricole si riscontrano localmente problemi di drenaggio, elevata pietrosità superficiale e abbondante scheletro nell'orizzonte superficiale.

Considerando le proprietà pedologiche rilevate in campo 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. Secondo questa logica le movimentazioni di terra e l'azione dei mezzi saranno limitate il più possibile.

In merito alle superfici in cui si dovranno realizzare le cabine, l'impermeabilizzazione del suolo e il conseguente movimento di terra porterebbero alla perdita di buona parte dei servizi ecosistemici, che comunque risulterebbero assai limitate, pari a 0,02 ha, rispetto al totale delle superfici fondiarie (52 ettari circa). 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 superfici coinvolte nella realizzazione della viabilità di servizio, la locale modifica delle condizioni d'uso comporterà un'occupazione di suolo pari a circa 3,32 ettari.

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 suolo alla destinazione agricola.

La copertura dei pannelli fotovoltaici, di contro, prospetta 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 sistemi che verranno posizionati (inseguitori solari monoassiali) è possibile che una minore esposizione omogenea all'irraggiamento solare riduca i livelli di evapotraspirazione a favore delle condizioni di umidità del suolo, con effetti positivi in termini di incremento della sostanza organica. Per verificare tale fenomeno e monitorare come gli altri parametri del suolo possano variare si prevede di avviare le attività di monitoraggio proposte e descritte.

La prevista realizzazione dei prati pascoli permanenti e mitigano parzialmente gli effetti dovuti alla

riduzione della suscettività dei suoli nel medio e lungo periodo che nonostante consenta la continuità agricola innescando un modello produttivo sinergico determinerebbe una riduzione della produttività standard nel complesso.

In merito ai requisiti inerenti agli aspetti agronomici necessari a soddisfare i requisiti di agrivoltaico avanzato previsti dalle Linee Guida elaborate dal MiTE, alla luce della progettazione attuale del progetto si riporta che:

- la superficie minima per le attività agricole corrisponderà a circa 44,18 ettari superiore al 70% dell'intero sistema agrivoltaico pari a 37,89 ettari rispetto all'intera superficie totale pari a 52,14 ettari, il requisito è pertanto verificato
- la percentuale di superficie occupata dai moduli fotovoltaici (LOAR) è pari, il 34,55 % della superficie totale del sistema agrivoltaico, e dunque al di sotto del limite del 40% imposto dalle predette linee guida;
- la prosecuzione delle attività agricole verrà perseguita attraverso la creazione di prati pascoli permanenti all'interno del sottosistema energetico (area funzionalmente dedicata al campo solare) la prosecuzione delle colture foraggere a rotazione, la realizzazione dei medicaie nelle superfici irrigue e la disposizione degli alveari. La resa della attività previste viene stimata pari a 36.828,81 € a fronte di 34.858,16 € calcolata in fase ante operam pertanto potenzialmente superiore nella fase di post operam. In base a ciò si ritiene il requisito verificato se tali misure verranno attuate.
- l'altezza delle strutture è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici (altezza minima dei moduli prevista pari a 2.5 m).
- in riferimento al risparmio idrico allo stato attuale le superfici ricadenti nel sistema agrivoltaico sono condotte per gran parte in asciutta mentre le particelle 100,106 e 167 sono predisposte per l'irrigazione attraverso sistemi di subirrigazione. Nelle fasi progettuali non si prevede la continuazione delle attività irrigue e la coniugazione tra sistema irriguo e impianto solare. Il mancato approvvigionamento irriguo determina una riduzione della suscettività dei suoli e una riduzione della produttività. In tal senso il monitoraggio del risparmio idrico viene esteso a tutto le superfici coinvolte mediante 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 tracker solari, tale informazione potrà essere ottenuto attraverso il confronto tra aree adiacenti esterne al sistema agrivoltaico, condotte con il medesimo indirizzo produttivo. Tale comparazione dovrà tenere conto delle inevitabili incertezze relative alla variabile climatica (esposizione solare).
- Il monitoraggio delle attività agricole verrà garantito attraverso l'integrazione dei modelli di agricoltura 4.0 in grado di: 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; 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 o agrotecnico. 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.

- Il miglioramento della fertilità potrà essere garantito attraverso la scelta di essenze in grado di fissare l'azoto atmosferico per il miscuglio costituente i prati stabili permanenti. Il cambio di indirizzo colturale, l'ottimizzazione delle concimazioni naturali, la riduzione delle lavorazioni nelle aree più critiche, nonché le variazioni microclimatiche all'interno del campo solare potrebbero consentire un aumento della sostanza organica e della qualità biologica dei suoli che potrà essere indagata nel tempo attraverso i monitoraggi pedologici previsti.
- Il monitoraggio del microclima verrà garantito attraverso l'acquisizione dei dati agrometeorologici mediante stazioni meteo, una rete di sensori disposti a terra e fuori pannello e informazioni telerilevate che consentiranno di sviluppare delle mappe termiche in grado di registrare le variazioni di calore dell'impianto. I valori acquisiti consentiranno di verificare l'effetto dei pannelli fotovoltaici sulle colture e sull'ambiente circostante.

8 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

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

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. BARCA S., MELIS E. CALZIA. P. et al "Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 547 Villacidro".

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

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

YODEN 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://www.3bee.com/>

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

GLOSSARIO

A

Acidità

Vedi Reazione.

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.

Alcalinità

Vedi Reazione.

Alfico (aggettivo)

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.

Alofita

Pianta che vegeta bene in un suolo ricco di cloruro di sodio.

Alterazione

Trasformazione fisico-chimica di rocce, minerali, sedimenti e suoli che avviene in presenza dell'acqua che trasporta agenti attivi quali ossigeno, acidi organici e anidride carbonica. I minerali originari sono totalmente, o solo in parte, trasformati in minerali secondari, cristallini o amorfi.

Altimetro

Strumento atto alla misura della distanza verticale di un oggetto (quota o altitudine) da una superficie di riferimento, convenzionalmente la superficie del mare.

Alveo

Zona entro cui scorre un corso d'acqua.

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. 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 (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ e K^+) presenti nel complesso di scambio.

C

Calcarea attivo

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

Calcarea totale

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

Calcarea (suolo)

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

Calcico (orizzonte)

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.

Capacità in acqua disponibile

Vedi AWC.

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.

Complesso di scambio

Insieme dei cationi adsorbiti dai colloidali: H^+ , Al^{+++} , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , NH_4^+ , le cui proporzioni sono da collegarsi al tipo di pedogenesi caratterizzante il suolo. I cationi H^+ e Al^{+++} sono caratteristici dei terreni acidi, maggiore è la loro presenza più il terreno è acido.

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 acquiche

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⁻¹ o in mS cm⁻¹. 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.

Consociazione di suoli

Tipo di Unità cartografica (vedi) pedologica costituita, per almeno il 75%, da un solo tipo di suolo e dai suoi suoli simili. Le inclusioni di suoli dissimili non devono superare il 25% se non limitanti, il 15% se limitanti.

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.

Delineazione

Ogni singola area delimitata sulla carta. Delineazioni diverse ubicate variamente nel territorio indagato appartengono alla medesima unità cartografica se sono simili i suoli contenuti nell'area delineata.

Densità del suolo

Vedi Peso specifico reale e Peso specifico apparente.

Densità di osservazione

Numero di osservazioni pedologiche per unità di superficie. Per renderla indipendente dalla scala di rappresentazione può essere espressa come numero di osservazioni per cm² di carta.

Diagnostico (orizzonte, carattere)

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

Disponibilità di ossigeno

Si riferisce alla disponibilità di ossigeno per l'attività biologica nel suolo; è valutata in base alla presenza di acqua libera o di imbibizione capillare, a tracce di idromorfia, ecc.

Dosso

Zona altimetricamente rilevata rispetto alle aree limitrofe.

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) e del WRB (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 ed 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

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) e del WRB (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 formata per pressione tra aggregati del suolo.

Faccia di scorrimento

Superficie liscia, talvolta con sottili striature, formata 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.

Fase

Suddivisione di una qualsiasi categoria tassonomica del suolo, orientata all'uso ed alla gestione; si individuano fasi di pendenza, di erosione, di pietrosità, ecc.

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

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.

Gruppo indifferenziato

Unità cartografica nella quale due o più taxa, che non seguono un modello definito di distribuzione nel paesaggio, vengono cartografati assieme, poiché l'uso e la gestione agraria li rendono assimilabili. Generalmente tali suoli hanno in comune alcune caratteristiche come pendenza, pietrosità o inondabilità che ne limitano l'uso e la gestione.

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 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 ridurre 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 μm 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.

Metalli pesanti

Si definiscono metalli pesanti quei metalli con densità $> 5,0 \text{ g/cm}^3$, che si comportano in genere come cationi, che presentano bassa solubilità dei loro idrati, spiccata attitudine a formare complessi ed affinità verso i solfuri.

Micropori

Pori del suolo con diametro compreso tra 5 e 30 μm .

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 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 e quella WRB (vedi).

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.

Paleoalveo

Area in cui scorreva anticamente un corso d'acqua, abbandonata in seguito a vari fenomeni di tipo morfologico e/o tettonico.

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 oxico, 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 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.

pH

Misura dell'acidità o alcalinità del suolo. Rappresenta il logaritmo della concentrazione idrogenionica della soluzione acquosa del suolo (soluzione 1:2,5). Vedi anche Reazione.

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.

Rilevamento pedologico di dettaglio

Studio della natura e distribuzione dei suoli nel paesaggio tramite rilievo diretto, effettuato soprattutto in campagna.

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 ($EC1:2,5$ =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.

Scarpata

Superficie inclinata di una certa estensione che raccorda livelli di terrazzo o di pianura differenti.

Scavo pedologico

Consente l'osservazione fondamentale per un rilevamento pedologico. Può essere eseguito mediante pala meccanica oppure manualmente. Le sue dimensioni dipendono essenzialmente dalla profondità degli orizzonti. Di solito non supera i 200 cm di altezza. La larghezza, per uno scavo routinario, non supera i 200 cm.

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.

Sezione di controllo

Parte del profilo pedologico su cui si procede a valutare e/o misurare le differenti caratteristiche (umidità, temperatura, granulometria, ecc.). Lo spessore della sezione di controllo varia a seconda del tipo di suolo; generalmente è compreso tra 25 e 150 cm di profondità.

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.

Subunità

3° livello della classificazione WRB (vedi); rappresenta intergradi tra livelli superiori di classificazione (raggruppamenti principali, unità pedologiche) oppure indica suoli che posseggono caratteristiche particolari non comprese nell'unità.

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. E' 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 (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+), espresso in 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)

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 pedologica

2° livello della classificazione WRB (vedi); i suoli sono distinti in base alla presenza o meno di caratteristiche, facilmente osservabili e misurabili, e/o di orizzonti diagnostici.

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.

Vertisuoli

Ordine della Soil Taxonomy (vedi) che comprende suoli con contenuto medio-alto di argilla espandibile e presenza periodica di fessurazioni.

W

WRB (World Reference Base for Soil Resources)

Metodo di classificazione dei suoli ampiamente utilizzato, in quanto permette di avere un linguaggio comune per tutto il mondo. Rappresenta un ottimo compromesso per soddisfare gli scopi della classificazione dei suoli: è un sistema logico, flessibile e semplice da usare, particolarmente indicato per legende di carte pedologiche a grande scala. Al primo livello viene effettuata una suddivisione in base al principio pedogenetico, si ottengono così 32 gruppi di suolo, mentre al secondo livello il nome del gruppo viene affiancato da un prefisso qualificatore. Ai livelli successivi si aggiungono aggettivi dopo il nome del gruppo.

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

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 filioniane
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
O 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.
L 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.
A 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.
E 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 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

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 150 di 165
---	---	-----------------------------

		combinati); rimozione o arricchimento di carbonati; concentrazione residuale o presenza di rivestimenti di sesquiossidi; inizio di alterazione o di struttura; fragilità; gleizzazione intensa
C	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.
R	Orizzonti formati da roccia dura	Roccia madre inalterata e coerente
M	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.
W	Acqua	Questo simbolo indica livelli di acqua all'interno o sotto il suolo. Lo strato di acqua viene designato come Wf se è permanentemente ghiacciato e W se non è permanentemente ghiacciato. Il simbolo W (o Wf) non viene utilizzato per acque poco profonde, ghiaccio o neve posti al di sopra della superficie del suolo.

ORIZZONTI DI TRANSIZIONE

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
AB (o AE o AC)	Dominano i caratteri di A ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte B (o E o C)
EA (o EB)	Dominano i caratteri di E ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte A (o B)
BA (o BE)	Dominano i caratteri di B ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte A (o E)
BC	Dominano i caratteri di B ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte C
CB (CA)	Dominano i caratteri di C ma si ritrovano anche alcune caratteristiche dell'orizzonte B (o A)

COMBINAZIONI DI ORIZZONTI

Orizzonti in cui sono presenti due parti distinte e sono riconoscibili proprietà dei due tipi di orizzonti

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 151 di 165
---	---	-----------------------------

principali indicati dalle lettere maiuscole	
Orizzonte	Descrizione
A/B (o A/E o A/C)	Orizzonti in cui sono presenti frammiste parti di A e B (o A e E o A e C), con prevalenza di A
E/A	Orizzonti in cui sono presenti frammiste parti di E e A, con prevalenza di E
B/A (o B/E o B/C)	Orizzonti in cui sono presenti frammiste parti di B e A (o B e E o B e C), con prevalenza di B
C/B (o C/A)	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
a	Materiale organico leggermente decomposto. 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	Orizzonte genetico sepolto.
c	Accumulo di concrezioni o noduli cementati. L'agente cementante è generalmente ferro, alluminio, manganese o titanio; non può essere silice, dolomite, calcite o sali più solubili
co	Accumulo di escrementi. Utilizzato per specificare l'origine dell'orizzonte L
d	Restrizione fisica per le radici. 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
di	Accumulo di diatomee. Utilizzato per specificare l'origine dell'orizzonte L
e	Materiale organico mediamente decomposto. 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
f	Suolo ghiacciato. Indica la presenza permanente del ghiaccio nel suolo, non si usa per indicare la presenza di ghiaccio stagionale o il dry permafrost
ff	Dry permafrost. Indica un orizzonte o strato perennemente più freddo di 0°C che non ha ghiaccio a sufficienza per cementarlo
g	Forte gleyzzazione. 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
h	Accumulo illuviale di sostanza organica. 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
i	Materiale organico leggermente decomposto. Il simbolo si usa con O e indica la presenza di materiale organico, il cui contenuto in fibre è più del 40% dopo

	sfregamento
j	Accumulo di jarosite. La jarosite ($KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$) 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
jj	Evidenze di crioturbazione. 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	Accumulo di carbonati secondari. 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	Eccessivo accumulo di carbonati secondari. 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	Cementazione o indurimento. 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 silicati più solubili del gesso)
ma	Accumulo di sedimenti marnosi di origine lacustre. Utilizzato per specificare l'origine dell'orizzonte L
n	Accumulo di sodio di scambio.
o	Accumulo residuale di sesquiossidi.
p	Lavorazione del terreno e altri disturbi. 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	Accumulo di silicati secondari.
r	Substrato alterato o soffice. 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	Accumulo illuviale di sesquiossidi e sostanza organica. 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 value e il chroma, 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 value e il chroma, da umido, sono 3 o meno
ss	Presenza di slickensides. 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	Accumulo di argille silicatiche. 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

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 153 di 165
---	---	-----------------------------

	sulle superficie dei pedoni e nei pori, sia sotto forma di lamelle, o come ponticelli i granuliminerali
u	Presenza di manufatti. 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, gomma, carta, cartone, ferro e acciaio, metalli e minerali alterati, rifiuti sanitari e medici, spazzatura e discariche di rifiuti
v	Plintite. 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
w	Sviluppo di colore o struttura. 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
x	Fragipan. 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
y	Accumulo di gesso. 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
yy	Dominanza di gesso. 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.
z	Accumulo di sali più solubili del gesso.

A cura di
Agr. Dott. Nat. Nicola Manis

TITOLO
RELAZIONE AGROPEDOLOGICA

PAGINA
154 di 165

APPENDICE C

CATTERISTICHE DEL SUOLO

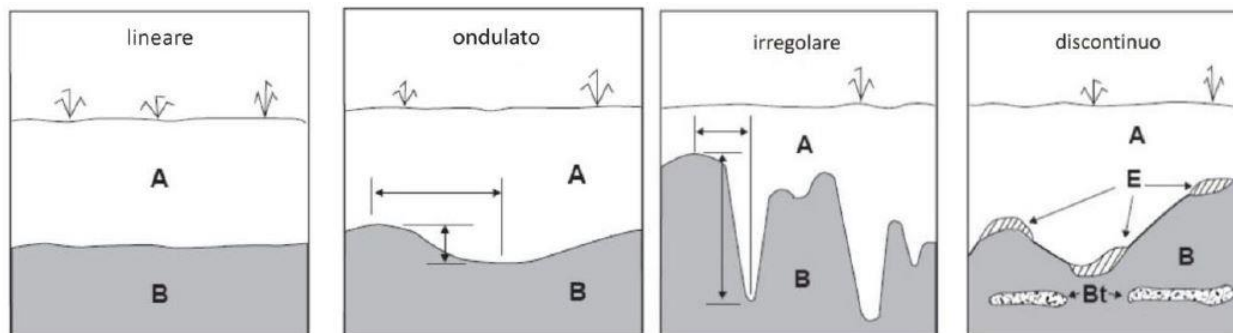
LIMITE

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

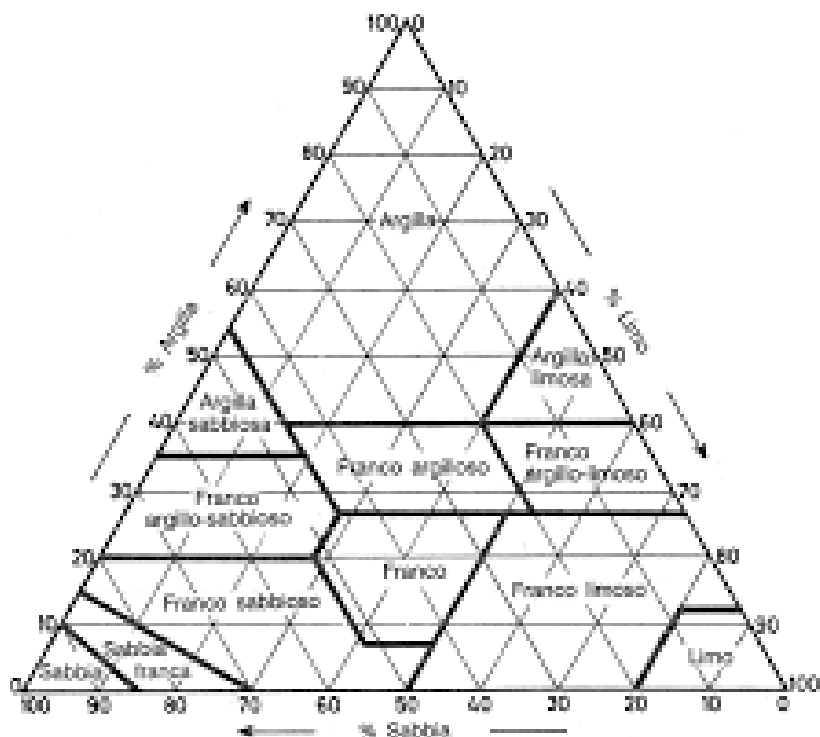
lineare	Senza o poche irregolarità
ondulato	Ondulazioni più larghe che profonde
irregolare	Ondulazioni più profonde che larghe
discontinuo	Limite interrotto
A glosse	Penetrazione a forma di lingue nell'orizzonte sottostante



UMIDITA'

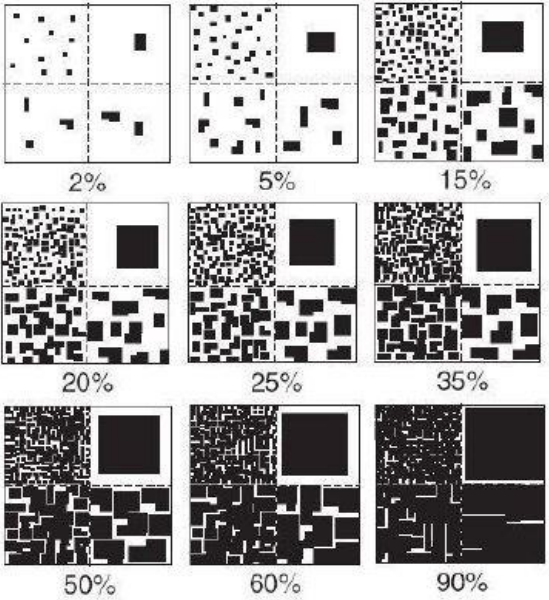
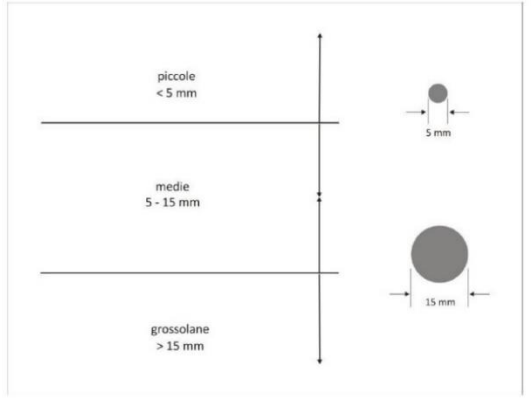
secco
umido
bagnato

TESSITURA

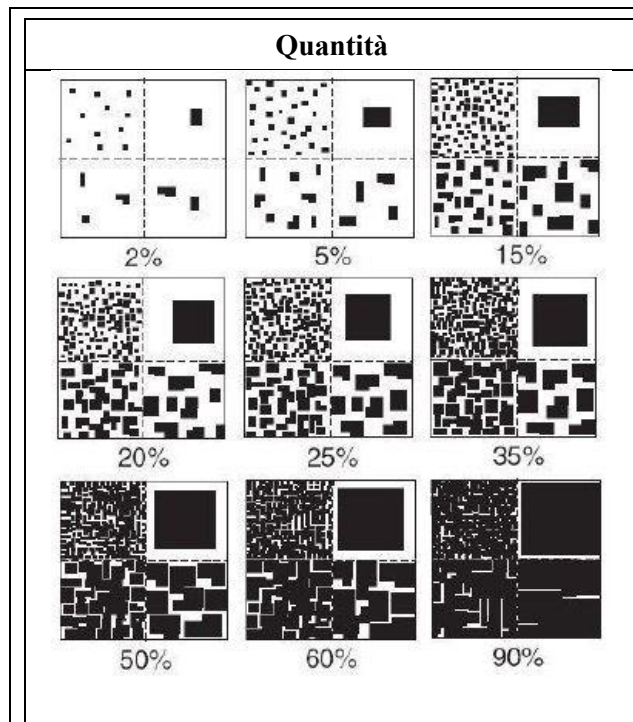


A	Argilloso
AL	Argilloso limoso
AS	Argilloso sabbioso
F	Franco
FA	Franco sabbioso
FLA	Franco limoso argilloso
FS	Franco sabbioso
FSA	Franco sabbioso argilloso
L	Limoso
S	Sabbioso
SF	Sabbioso franco

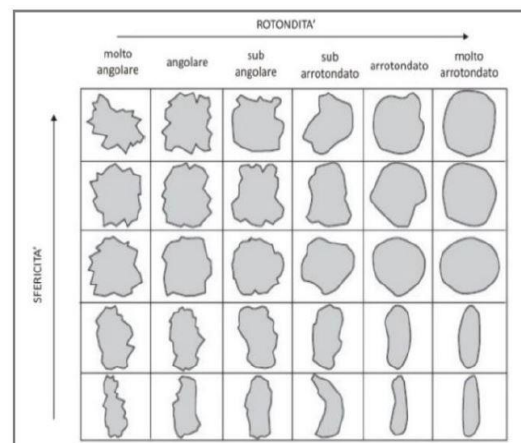
FIGURE DI OSSIDAZIONE E SCREZIATURE

Quantità	Dimensione						
 <p>2% 5% 15%</p> <p>20% 25% 35%</p> <p>50% 60% 90%</p>	<table border="1" data-bbox="815 367 1347 521"> <tr> <td>piccole</td> <td><5mm</td> </tr> <tr> <td>medie</td> <td>5 – 15mm</td> </tr> <tr> <td>grossolane</td> <td>> 15mm</td> </tr> </table> 	piccole	<5mm	medie	5 – 15mm	grossolane	> 15mm
piccole	<5mm						
medie	5 – 15mm						
grossolane	> 15mm						
<p>Localizzazione rispetto alla matrice del suolo</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>Localizzazione all'interno dell'orizzonte</p> <p>Prevalentemente nella parte bassa dell'orizzonte</p> <p>Prevalentemente nella parte alta dell'orizzonte</p> <p>In tutto l'orizzonte</p>						

SCHELETRO



Dimensione	
Ghiaia fine e media	2- 20mm
Ghiaia grossolana	20 – 75mm
Ciottoli	75 – 250mm
Pietre	>250mm

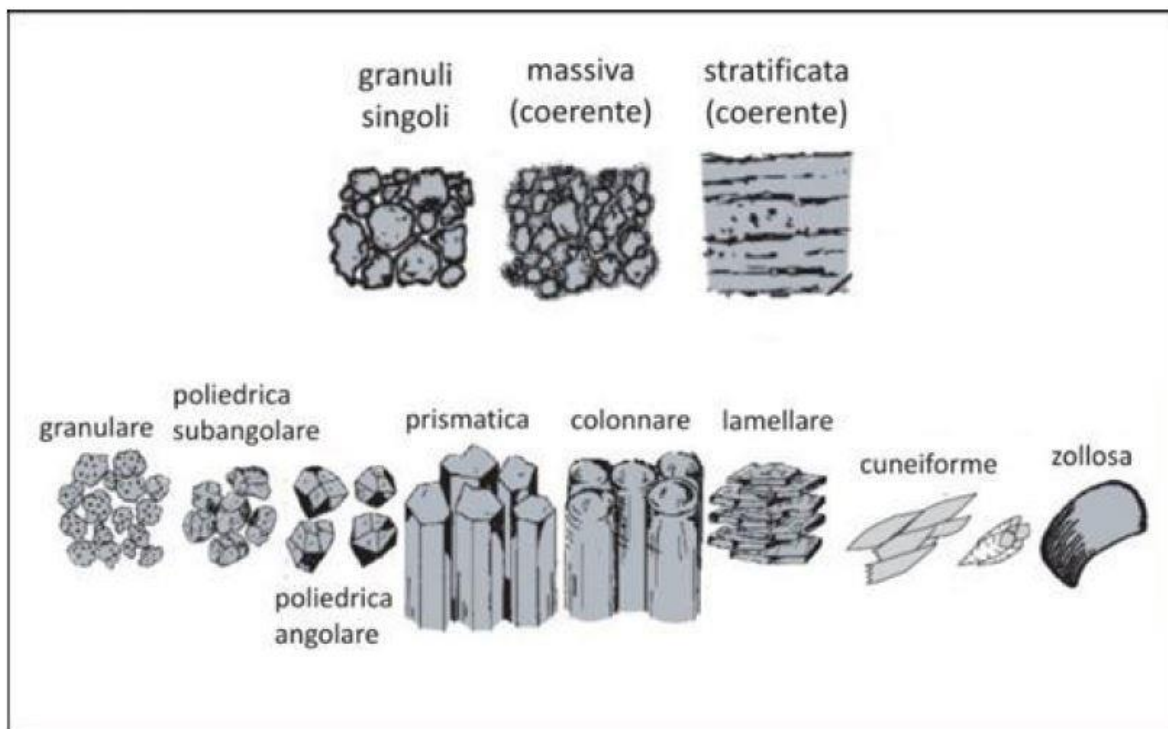


Alterazione	
non alterato	Alterazione assente o molto debole
sub arrotondato	Parziale alterazione mostrato dal cambiamento di colore tra parte esterna e interna, il nucleo interno è inalterato senza variazioni di consistenza
angolare	Il risultato dell'alterazione è l'arrotondamento degli elementi originariamente angolare e/o una riduzione delle dimensioni
irregolare	Tutti i minerali sono alterati e gli elementi possono essere sbriciolati

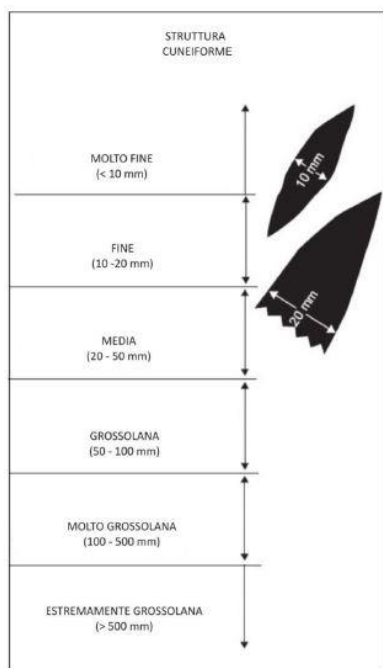
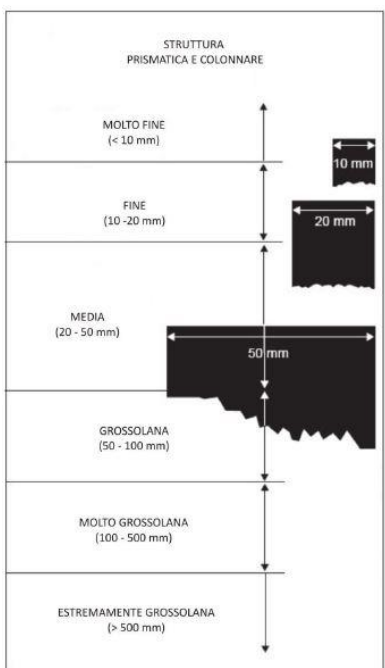
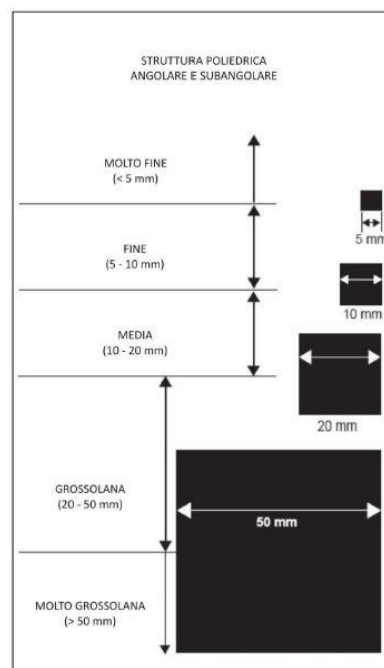
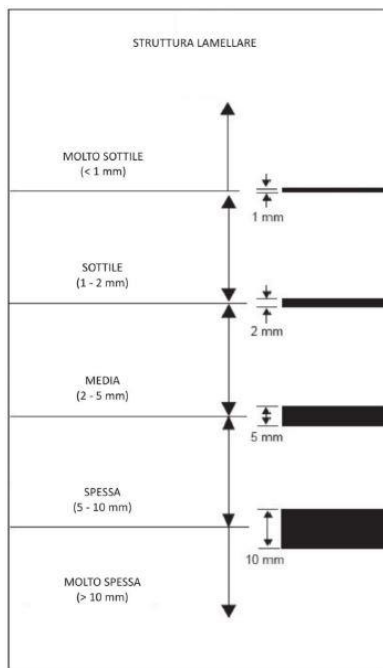
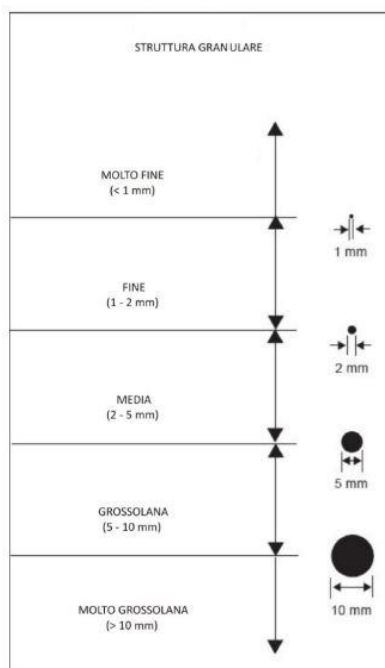
Forma	
arrotondato	La superficie è regolare e non sono presenti spigoli vivi
sub arrotondato	La superficie mostra lievi irregolarità ma non spigoli vivi
angolare	La superficie è irregolare e mostra spigoli vivi e/o arrotondati
irregolare	Una dimensione è inferiore alla metà delle altre
piatto	Una dimensione è inferiore alla metà delle altre

STRUTTURA

Forma della struttura intesa come disposizione naturale di particelle di terreno in aggregati derivanti dai processi pedogenetici



assente	Assenza di struttura (vedi grado: massivo o granuli singoli)
lamellare	Piatta, a forma di lamelle (con la dimensione verticale limitata rispetto all'orizzontale) che si sovrappongono su un piano orizzontale
di roccia incoerente (stratificata)	La struttura ricalca quella della roccia incoerente (stratificata)
di roccia coerente	La struttura ricalca quella della roccia di origine
prismatica	Gli aggregati hanno le due dimensioni orizzontali di lunghezza inferiore a quella verticale. Le facce sono ben distinguibili e i vertici angolari
poliedrica angolare	Gli aggregati sono poliedri con facce piane e subarrotondate, non sono presenti angoli acuti
granulare	Piccoli aggregati con facce curve e molto irregolari
zollosa	Blocchi irregolari formatisi in seguito a disturbi artificiali del suolo, ad esempio le lavorazioni meccaniche (aratura o compattazione)
cuneiforme	Gli aggregati hanno forma di cunei e presentano spigoli vivi, delimitati da slickensides, non si riferisce solo ai suoli con caratteri vertici
nuciforme	Simile alla poliedrica subangolare (non descritta nei manuali della FAO e dell'USDA)
colonnare	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	
sciolto o incoerente	Non si osservano aggregati e nessuna disposizione definita tra le superfici di separazione. Più del 50% del materiale è costituito da particelle separate (discrete)
massivo	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
debolmente sviluppata	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

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 161 di 165
---	---	-----------------------------

	disaggregato
moderatamente sviluppata	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
fortemente sviluppata	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

sciolto	Non coerente
soffice	La massa del suolo è debolmente coerente e friabile, sotto una leggera pressione il suolo si polverizza e sbriciola in granuli singoli
leggermente duro	Debole resistenza alla pressione, si rompe facilmente se schiacciato tra pollice e indice
duro	Moderatamente resistente alla pressione, può essere rotto nelle mani ma non tra pollice e indice
molto duro	Molto resistente alla pressione, si rompe con difficoltà se pressato tra le mani
estremamente duro	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

sciolto	Non coerente
molto friabile	Il suolo si deforma leggermente sotto una debole pressione, ma mantiene una certa coerenza quando schiacciato
friabile	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
resistente	Il suolo si deforma in seguito ad una pressione moderata esercitata tra pollice ed indice, ma la resistenza è molto evidente
molto resistente	Il suolo si deforma in seguito ad una forte pressione esercitata tra pollice ed indice, ma la deformazione è a malapena visibile
estremamente resistente	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

A cura di Agr. Dott. Nat. Nicola Manis	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 162 di 165
---	---	-----------------------------

quando viene premuto tra pollice e indice. Indicare il grado di adesività secondo le codifiche della tabella

non adesivo	Dopo aver esercitato una pressione tra pollice e indice nessuna particella di suolo aderisce alle dita
leggermente adesivo	Dopo la pressione esercitata tra indice e pollice, il suolo aderisce ad entrambe le dita ma se si allontanano aderisce solo ad un dito
adesivo	Dopo la pressione il suolo rimane aderente ad entrambe le dita anche quando si separano allungandosi tra esse prima di rompersi
molto adesivo	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.

Non plastico	Non è possibile formare un cilindretto
leggermente plastico	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
plastico	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
molto plastico	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)

Grado	
debolmente compattato	La massa del suolo si presenta fragile dura, ma può essere spezzata con le mani
compattato	La massa del suolo è apprezzabilmente più dura rispetto al resto (si disperde in acqua)
fortemente compattato	Il suolo non può essere rotto applicando un peso di 75kg (la cementazione coinvolge più del 90% della massa del suolo)

Natura
Assente
Ghiaccio
Argilla
Argilla e sesquiossidi
Meccanica
Aratura
Calpestio Animale

CONCENTRAZIONI

Quantità							
assenti		2%	5%	15%	20%		
poche	<2%						
comuni	2-20%						
mote	> 20%						
Dimensione							
		2 mm	5 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm
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 tenzialmente sferica rivestite di cristalli						

ATTIVITA BIOLOGICA

Indicare la stima della quantità e del tipo di attività biologica secondo i codici riportati nelle tabelle sottostanti

Quantità
assente
scarsa
comune
abbondante

Tipo
Manufatti
Cunicoli (non Specificati)
Cunicoli ampi e aperti
Cunicoli ampi riempiti
Materiale carbonioso
Canali di lombrichi
Pedotubuli
Canali e nidi di termiti e formiche
Altro

EFFERVESCENZA

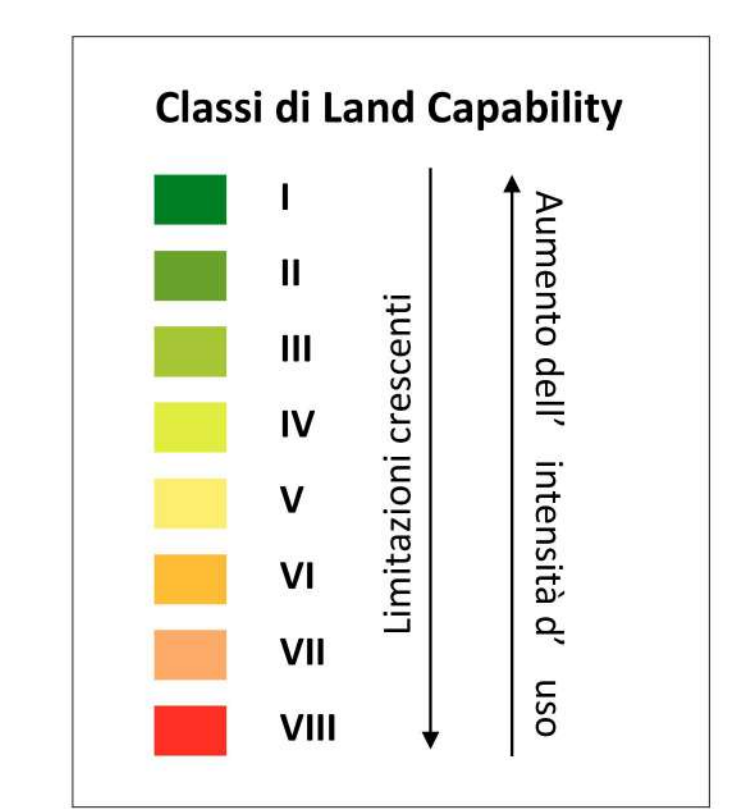
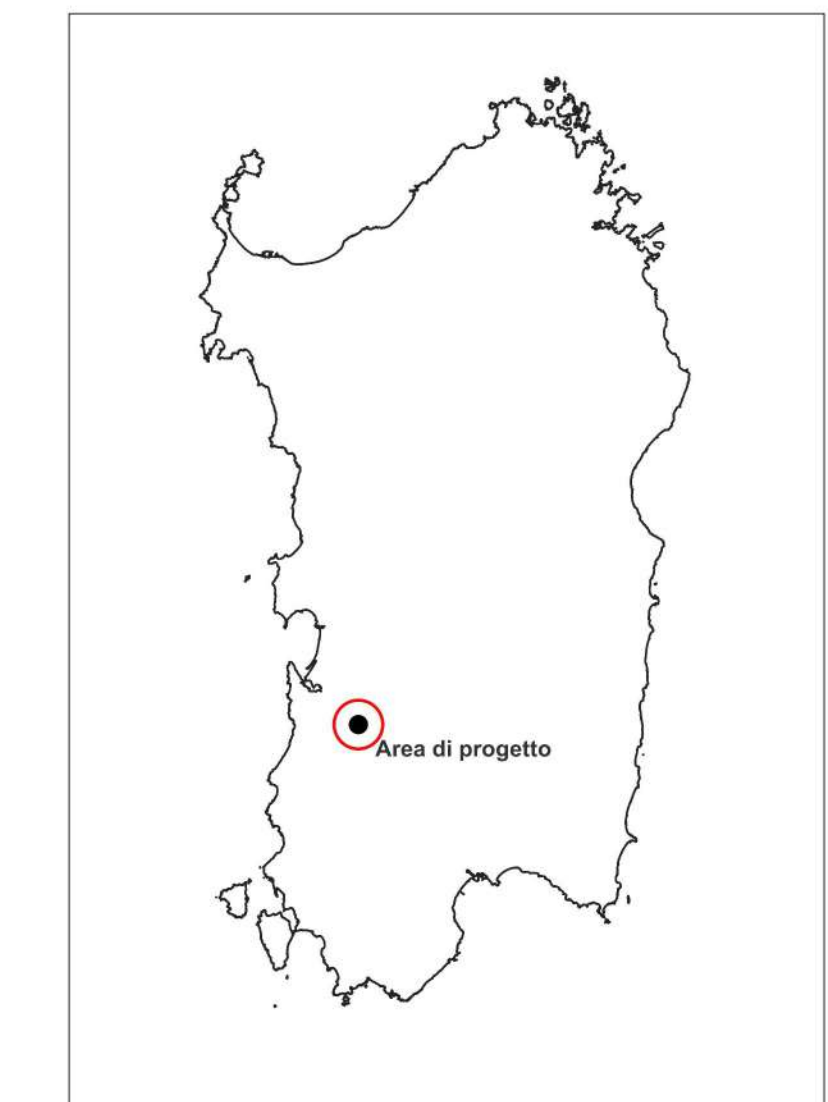
Indicare la presenza di carbonato di calcio applicando al suolo alcune gocce di acido cloridrico (1 N). La stima avviene sulla base della formazione di bolle.

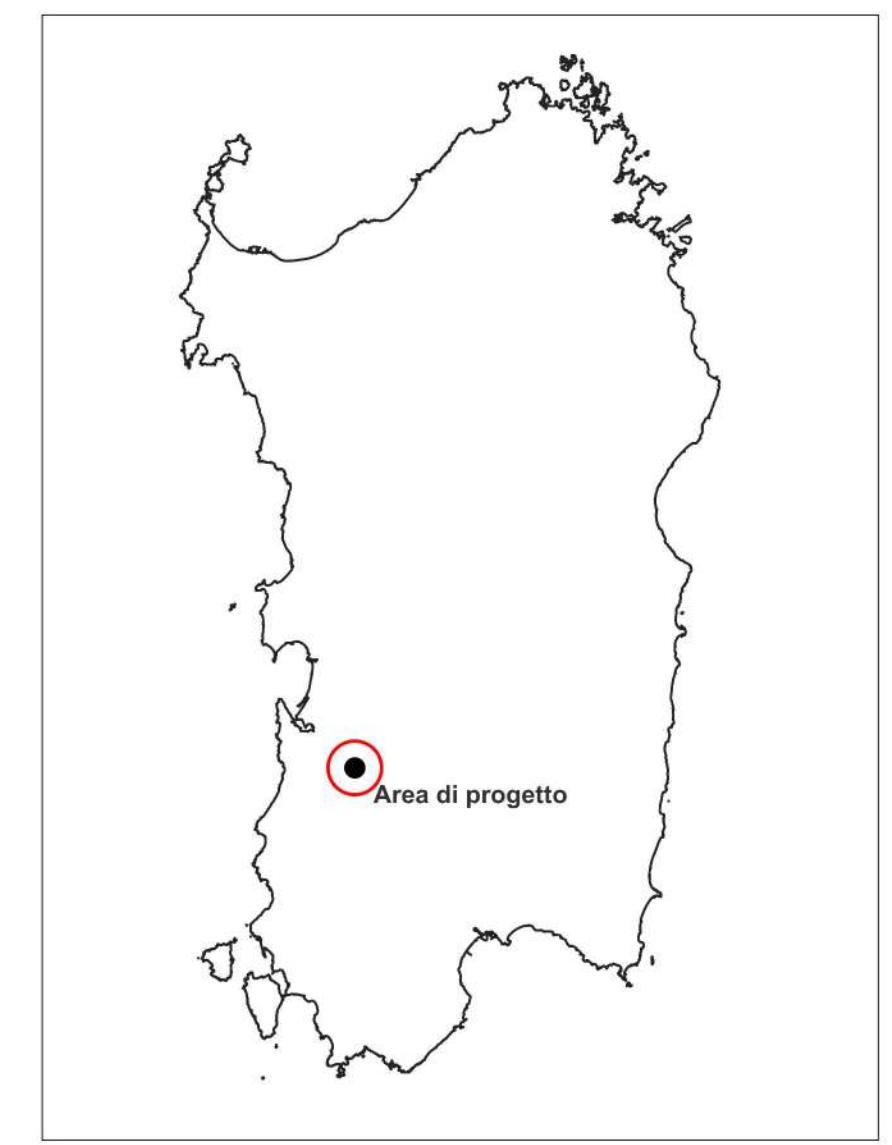
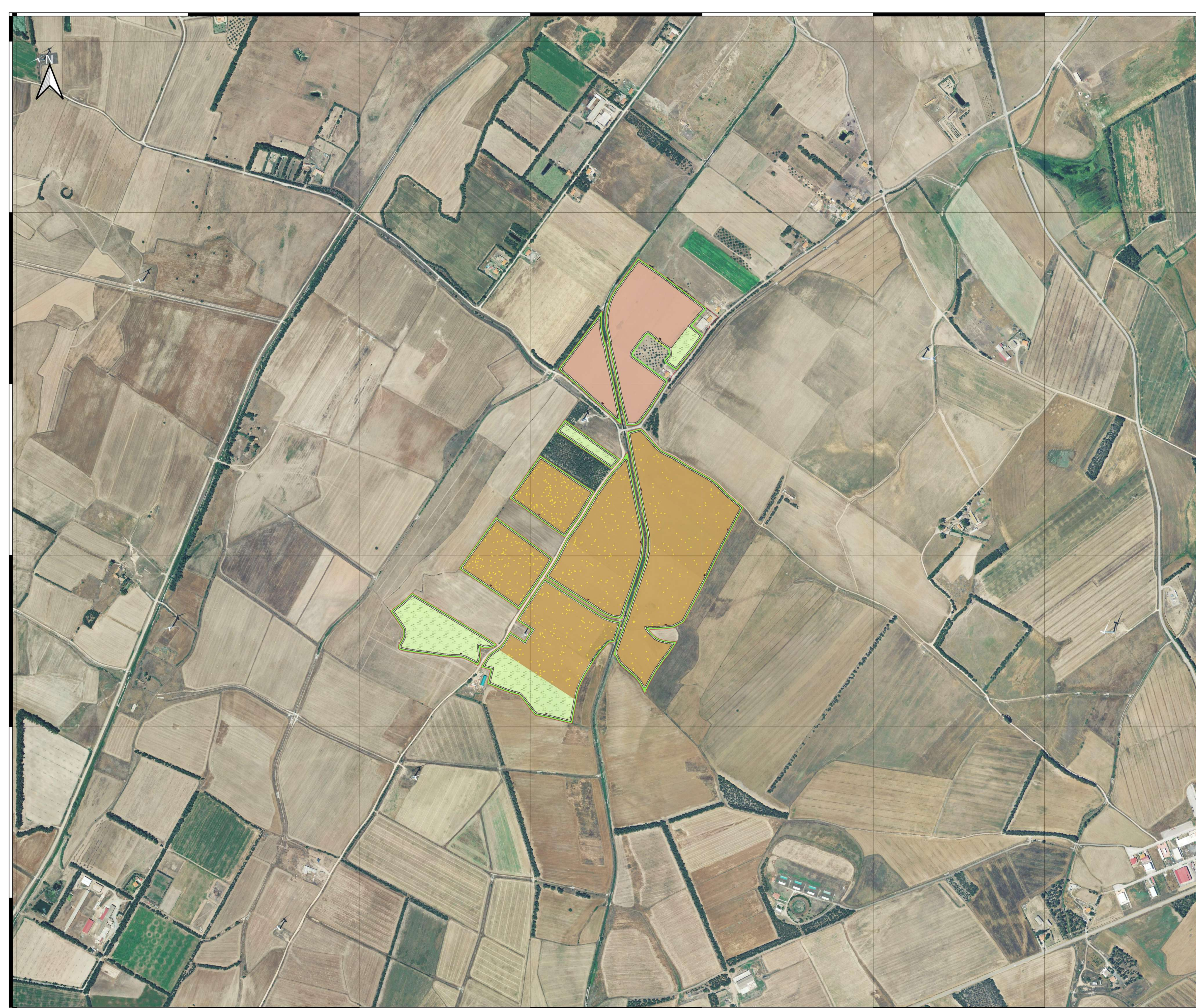
Grado	
non calcareo	Nessuna effervescenza
debolmente calcareo	Effervescenza udibile ma non visibile
moderatamente calcareo	Effervescenza visibile
fortemente calcareo	Forte effervescenza visibile. Le bolle formano una debole schiuma
estremamente calcareo	Reazione estremamente forte. Una spessa schiuma si forma rapidamente

Localizzazione
Generalizzata (matrice e frammenti)
Localizzata nella terra fine
Localizzata nei frammenti grossolani
Localizzata nelle concentrazioni

DRENAGGIO

molto mal drenato	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
mal drenato	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)
piuttosto mal drenato	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
moderatamente ben drenato	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
ben drenato	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.
piuttosto eccessivamente drenato	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
eccessivamente drenato	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





- Legenda**
- Area progetto
 - Indirizzi produttivi e uso del suolo**
 - Alveari
 - Colture foraggere a rotazione
 - Prati permanenti e pascoli
 - Medicaio
 - Fasce mitigative
 - Cabine elettriche
 - Viabilità interna