

Relazione agro-pedologica e piano colturale

Progetto Definitivo

Impianto agrivoltaico "F-CORTE"

Comune di Sassari (SS)

Località "Strada Vicinale La Corte-Campanedda"



N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
0	Emissione	NM	Asja Nurra s.r.l.	G.F.- IAT s.r.l.	17/04/2023 Corso Vittorio Emanuele II, 6 10123 Torino - Italia asja.nurra@pec.it

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 2 di 106

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	1
2	IL CONTESTO TECNICO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO	2
2.1	Premessa	2
2.2	La definizione normativa di "agro-voltaico"	2
2.3	Potenzialità dell'agrivoltaico per i sistemi colturali	4
2.4	Integrazione tra spazi e usi agricoli nel sistema di produzione FER	5
2.5	Parametri tecnici e requisiti degli impianti agrivoltaici e agrivoltaici avanzati secondo il D.L. 199/2021 e le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici..7	7
3	ANALISI PEDOLOGICA PROPEDEUTICA ALLA DEFINIZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO	10
3.1	Inquadramento geologico	10
3.2	Inquadramento pedologico	12
3.2.1	Introduzione	12
3.2.2	Unità terre	15
3.2.2.1	Introduzione	15
3.2.2.2	Unità di terre nell'area di studio	16
3.2.3	Descrizione dei suoli	18
3.2.4	Piano di campionamento	18
3.2.5	Profilo C1	20
3.2.6	Profilo C2	23
3.2.7	Profilo C3	26
3.2.8	Profilo C4	28
3.2.9	Profilo C5	30
3.2.10	Trivellate e Osservazioni	33
3.2.10.1	Trivellata TC1	33
3.2.10.2	Trivellata TC2	35
3.2.10.3	Trivellata TC3	37
3.2.10.4	Osservazione 01	39
3.2.10.5	Osservazione 02	40
3.3	Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation	41
3.3.1	Introduzione	41
3.3.2	Descrizione della Land Capability	41
3.3.3	Descrizione delle classi	41
3.3.4	Descrizione delle sottoclassi	44
3.4	Classificazione Land Capability dell'area in esame	48

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 3 di 106

3.5	Interferenze tra il progetto e la componente suolo	49
3.5.1	<i>Effetti in fase di cantiere</i>	50
3.5.2	<i>Effetti in fase di esercizio</i>	51
3.5.3	<i>Effetti in fase di dismissione.....</i>	52
3.5.4	<i>Misure di mitigazione proposte</i>	52
3.5.4.1	<i>Area delle cabine elettriche</i>	52
3.5.4.2	<i>Area del sottosistema energetico e attività agro-pastorali.....</i>	53
3.5.4.3	<i>Soluzioni per gli insetti pronubi</i>	53
4	ANALISI DEGLI USI AGRICOLI ATTUALI E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO.....	54
4.1	Sinergie tra agroecosistemi e sistemi agrivoltaici	54
4.2	Uso attuale dei suoli e calcolo della produzione standard ante operam.....	55
4.3	Progettazione del sottosistema agricolo dell'impianto agrivoltaico "CORTE".....	60
4.3.1	<i>Introduzione.....</i>	60
4.3.2	Piano agricolo.....	61
4.3.2.1	<i>Oliveti</i>	61
4.3.2.2	<i>Colture foraggere a rotazione irrigue</i>	64
4.3.2.3	<i>Prati pascolo permanenti per gli ovini</i>	65
4.3.2.4	Apicoltura	67
4.3.3	<i>Stima della produzione standard post operam.....</i>	69
5	MONITORAGGI	72
5.1	Monitoraggio della componente suolo	72
5.1.1	<i>Piano di monitoraggio.....</i>	73
5.1.2	<i>Fase ante operam</i>	74
5.1.3	<i>Fase in operam.....</i>	74
5.1.4	<i>Fase post operam.....</i>	75
5.1.5	<i>Fase di dismissione</i>	75
5.2	Monitoraggio degli indirizzi produttivi e Agricoltura 4.0	76
5.2.1	<i>Premessa</i>	76
5.2.2	Aspetti metodologici generali.....	77
5.2.2.1	<i>Indici vegetazionali cosa sono, come vengono acquisiti e interpretati..</i>	77
5.2.2.2	Strumenti di acquisizione: Droni e satelliti.....	78
5.2.2.2.1	<i>I droni</i>	78
5.2.2.2.2	<i>I satelliti</i>	79
5.2.2.2.3	<i>La scelta dello strumento.....</i>	79
5.2.3	Monitoraggio del risparmio idrico	80
5.2.3.1	<i>Fase ante operam</i>	81
5.2.3.2	<i>Fase in operam</i>	81

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 4 di 106

5.2.3.3	<i>Fase post operam</i>	81
5.2.3.4	<i>Fase di dismissione</i>	84
5.2.4	<i>Monitoraggio della continuità dell'attività agricola</i>	84
5.2.4.1	<i>Monitoraggio degli alveari 4.0 da remoto</i>	85
5.2.5	<i>Monitoraggio della fertilità del suolo</i>	86
5.2.5.1	<i>Fase ante operam</i>	87
5.2.5.2	<i>Fase in operam</i>	87
5.2.5.3	<i>Fase post operam</i>	87
5.2.5.4	<i>Fase di dismissione</i>	88
5.2.6	<i>Monitoraggio del microclima</i>	89
5.2.6.1	<i>Fase ante operam</i>	89
5.2.6.2	<i>Fase in operam</i>	89
5.2.6.3	<i>Fase post operam</i>	89
5.2.6.4	<i>Fase di dismissione</i>	91
6	RISPONDENZA DEL SISTEMA AI REQUISITI DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO	92
7	CONCLUSIONI	98
8	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	101

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 1 di 106

1 INTRODUZIONE

La Società Asja Nurra s.r.l., con sede legale a Torino in Corso Vittorio Emanuele II n. 6, intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile costituito da un impianto agrivoltaico con moduli installati su inseguitori solari monoassiali ubicato in Comune di Sassari (Provincia di Sassari), località "La Corte", e denominato "F-CORTE".

L'area in studio ricade nella regione storica della *Nurra* in un contesto geologico contraddistinto dalla successione sedimentaria mesozoica e cenozoica a cui si associano forme tipicamente collinari alternate da ampie vallate ed estese pianure.

Gli ecosistemi agrari e le coperture vegetali rispecchiano gli usi antropici del territorio. Alle estese superfici agro-pastorali si associano formazioni erbacee riconducibili ai prati post-colturali, originati dal riposo temporaneo delle colture finalizzate alla produzione cerealicola e foraggera; qui prevalgono specie vegetali ruderali e quelle proprie di ambienti ricchi di nutrienti, quali sono appunto le colture agrarie. Nelle aree che presentano limitazioni alla lavorazione, l'uso del suolo è associato al pascolo.

Accanto alle colture erbacee ed ai pascoli sono presenti piccoli appezzamenti di oliveti, vigneti e varie colture arboree. Le formazioni naturali sono rappresentate da garighe e macchie mesomediterranee calcicole che si riscontrano nelle aree sotto forma di nuclei e fasce ad estensione variabile anche tra le colture agrarie. Non mancano le formazioni più mature rappresentate dalle leccete sarde a mosaico con la macchia. In tale contesto la vocazione d'uso è pertanto associata alla produzione agricola, all'allevamento animale ovino e bovino. Particolarmente diffusa, infine, è l'attività estrattiva, testimoniata dalla elevata numerosità di cave a cielo aperto.

La presente relazione rappresenta la sintesi della fase dei rilevamenti pedologici effettuati in data 01/12/2022 a cui seguono le valutazioni tecniche relative alla capacità d'uso dei suoli. In queste pagine, si cercherà di approfondire le tematiche pedologiche concentrando l'attenzione sulle aree in cui è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici e si pianificheranno le attività agro-pastorali da avvicinare agli inseguitori solari, in coerenza con la legittimazione normativa dei cosiddetti sistemi "agro-voltaici" (o "agrivoltaici"), aventi caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia rinnovabile ed ammessi a beneficiare delle premialità statali.

L'obiettivo del progetto, pertanto, è quello di combinare la produzione energetica con la produzione agricola, l'attività zootecnica e la conservazione dei suoli. La sinergia tra i due modelli verrà assicurata attraverso l'applicazione dei sistemi di monitoraggio innovativi previsti nell'Agricoltura 4.0 in accordo con le linee guida emanate dal MiTE per l'applicazione dell'agrivoltaico in Italia (giugno 2022).

Quanto segue è stato redatto sotto il coordinamento della I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. nella persona del Agr. Dott. Nat Nicola Manis, iscritto all'ordine degli Agrotecnici e degli Agrotecnici laureati, al collegio interprovinciale di OR-CA-CI-VS, n 557.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 2 di 106

2 IL CONTESTO TECNICO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO

2.1 Premessa

Nel percorso di ricerca per la definizione delle infrastrutture energetiche necessarie a realizzare gli obiettivi di decarbonizzazione e nel contempo a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e zootecniche sul sito di installazione, il modello emergente ad oggi più accreditato è quello dei cosiddetti impianti "agrivoltaici".

Questi materializzano un approccio strategico e innovativo, capace di affrontare la complessità del problema di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di produzione da FER, per integrando il solare fotovoltaico (FV) con la produzione agricola e/o l'allevamento zootecnico ove presente e fornendo la potenzialità di rivitalizzare le aree agricole in stato di abbandono. Inoltre, 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.

Abbracciando questo sfondo teorico e metodologico 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 agrivoltaici 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 capaci di coniugare la produzione agricola con la produzione di energia da FER. 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"*.

Un altro tema fondamentale, sempre ai sensi della su citata legge, è legato alla struttura aperta e di tali progetti che 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"*. In funzione di queste caratteristiche peculiari sono ammessi a beneficiare delle premialità statali.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 3 di 106

Tale definizione imprime al settore un preciso indirizzo programmatico e innesca il processo di diffusione del modello agro-fotovoltaico con moduli elevati da terra e opportunamente distanziati che consenta la coltivazione delle superfici interessate dalla presenza del campo solare.

Nella norma non si rinviene un riferimento puntuale alla distanza tra le strutture e il piano di campagna, ma sono state le recenti "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" del giugno 2022 prodotte dal gruppo di lavoro coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA, che ha visto coinvolti CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria), GSE (Gestore dei servizi energetici S.p.A.), ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) RSE (Ricerca sul sistema energetico S.p.A.).

Lo scopo di dichiarato è stato quello di chiarire quali siano le caratteristiche minime (dimensionali e progettuali) e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

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

- 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.
- 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;
- 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.:
 - 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;
 - 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 4 di 106

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;

- 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 Potenzialità dell'agrivoltaico 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, diventa efficace strumento per la 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 5 di 106

2.4 Integrazione tra spazi e usi agricoli nel sistema di produzione FER

Ciò che distingue gli impianti agrivoltaici dai tradizionali impianti fotovoltaici è la possibilità di coltivare colture convenzionali sotto i pannelli fotovoltaici (o tra le file) affinché non sia compromessa “*la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale*”, in accordo con la recente definizione normativa contenuta nel DL 199/2021.

Un impianto agro-voltaico è un sistema - frequentemente ad inseguimento solare (come nel progetto in questione) - realizzato su strutture di sostegno provviste di sistemi di orientazione meccanizzati.

Negli inseguitori solari monoassiali (tecnologia prevista nel presente progetto) le strutture sono disposte secondo un orientamento longitudinale nord-sud e i pannelli fotovoltaici catturano le radiazioni solari ruotando intorno al proprio asse durante il corso della giornata seguendo il movimento del sole da Est a Ovest. Le singole installazioni hanno dimensioni ottimizzate in funzione delle superfici utilizzabili nello specifico appezzamento agricolo.

Nelle configurazioni tipicamente adottate le strutture presentano un'altezza minima di circa 2 metri e un distanziamento medio interfilare di 5/6 metri.

L'impianto agrivoltaico deve necessariamente possedere caratteristiche geometrico-costruttive tali da non entrare in competizione con l'uso agricolo dei terreni; in ogni tipologia di configurazione, la disposizione, le opportune geometrie fisse o mobili, l'altezza e il distanziamento devono dunque essere tali da non pregiudicare la normale attività agricola.

Secondo studi condotti da ENEA, infatti, l'80-90% dei terreni interessati dagli impianti agrivoltaici può essere coltivato con pratiche standard e comuni macchinari agricoli. Il restante 10-20%, dipendente dalla specifica configurazione, può presentare sistemi costruttivi che non consentono l'accesso e l'avanzamento di grandi macchinari. Tuttavia, gli spazi disponibili permettono comunque qualsiasi tipologia di attività agricola che non necessiti di macchinari di grandi dimensioni come, ad esempio, l'inerbimento e il pascolamento del bestiame.

In funzione del caso specifico, nella scelta del macchinario sarà indispensabile tenere conto della reale superficie di interfila o dell'altezza utile sottostante le strutture che sia transitabile dai mezzi agricoli e del reale spazio presente alla testa del filare per garantirne l'ottimale transito e raggio di sterzata. Particolarmente idonee saranno macchine con passi contenuti ed angoli di sterzata delle ruote direttrici elevati.

La larghezza utile dello spazio interfilare, nel caso di impianti di altezza minore di circa 2 metri, dovrà essere ottenuta sottraendo lo spazio aereo dell'interfila occupato dalla metà della lunghezza dei due pannelli opposti, come rappresentato in Figura 2.1 che illustra la configurazione prevista in progetto.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 6 di 106

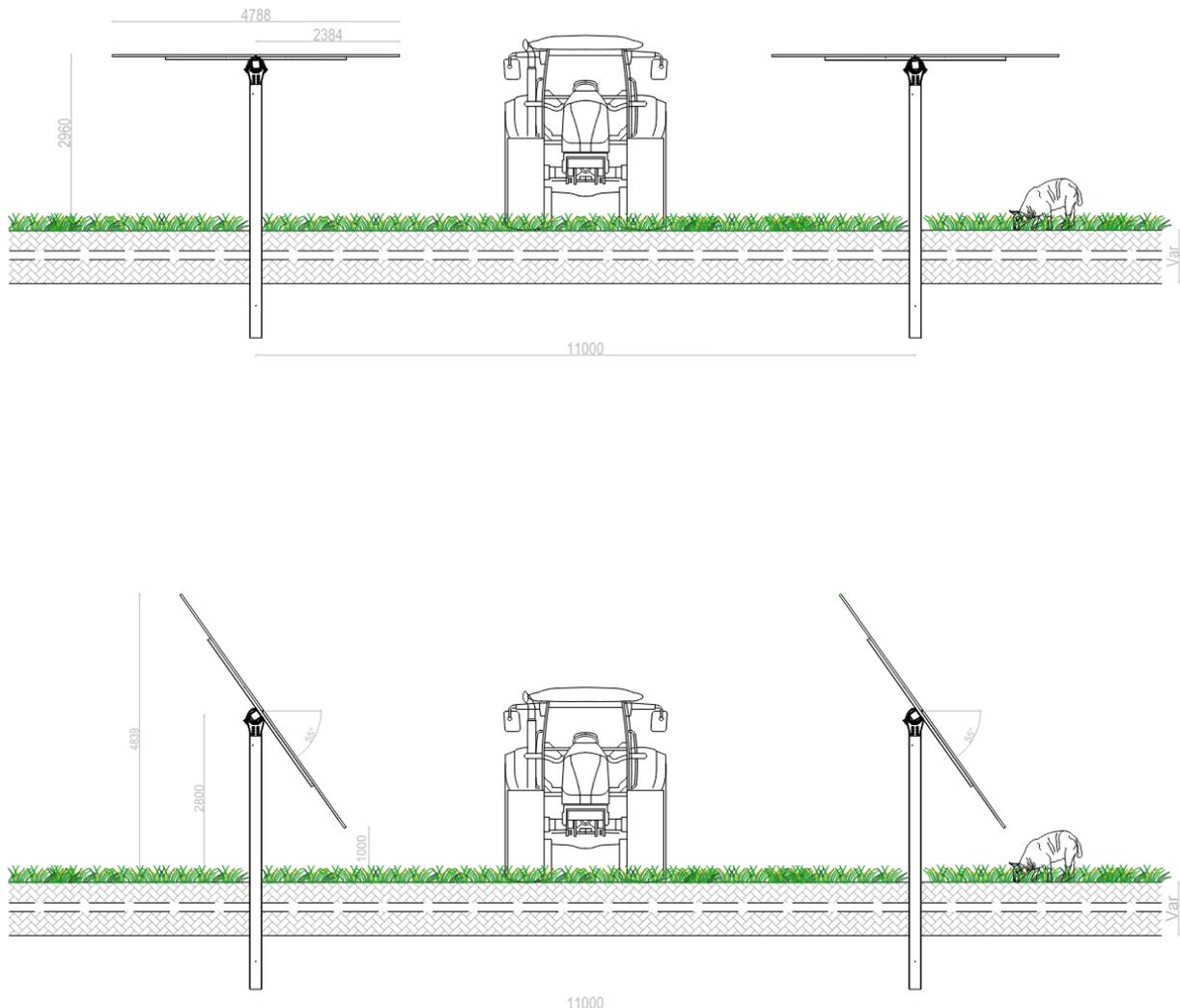


Figura 2.1 - Disposizione degli inseguitori solari e spazi utili per le lavorazioni agricole

Date le dimensioni medie (2,3 x 4 m) di un trattore standard disponibile sul mercato, è possibile quindi prevedere il suo normale utilizzo tra le file di tracker.

Per le lavorazioni principali, il trattore può essere combinato con le principali attrezzature che servono alla realizzazione delle lavorazioni (p.e. aratro, scarificatore e ripper), con dimensioni massime di circa 2,7 m, nel caso dello scarificatore.

Nei luoghi destinati ad uso agricolo o ad allevamenti zootecnici la pericolosità degli impianti elettrici è legata al fatto che spesso ci si trova in zone aperte o comunque bagnate. Le prescrizioni per la sicurezza elettrica sono contenute nella sezione 705 della norma CEI 64-8/7.

Particolare attenzione andrà prestata, in fase realizzazione dell'impianto, alla posa in opera di cavi elettrici interrati. A tale riguardo il rigoroso rispetto delle norme CEI applicabili - in riferimento alla profondità di posa e alla segnalazione/protezione - assicura adeguati requisiti di sicurezza. In ogni

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 7 di 106

caso e, anche nell'ottica di un'agricoltura conservativa, dovranno essere evitate lavorazioni profonde (> 40 cm). Eventuali pozzetti per canalizzazioni elettriche, per ispezioni di dispersori di terra, ecc., dovranno sporgere dal terreno di circa 40 cm ed essere ben segnalati per escludere interferenze con le macchine agricole. Per lo stesso motivo dovrà essere curato il taglio dell'erba intorno ai pozzetti.

Per quanto concerne le macchine operatrici è opportuno assicurare una opportuna formazione degli operatori incaricati affinché, durante le lavorazioni, siano adottate tutte le cautele per escludere danneggiamenti dell'impianto fotovoltaico. Una particolare attenzione andrà posta a preservare i moduli fotovoltaici dalla possibile proiezione di oggetti durante le lavorazioni del terreno; in tal senso dovrà essere rigorosamente assicurata la costante presenza ed integrità delle protezioni incernierate sugli utensili di lavoro.

Anche la semina/trapianto e la raccolta possono essere eseguite agevolmente con macchine agricole ordinarie.

Infine, per la manutenzione del verde al di sotto dei pannelli, le tipiche macchine per frutteti risultano essere le più idonee. Inoltre, sono presenti in commercio anche specifiche attrezzature per la gestione professionale del verde che, grazie al braccio a movimentazione idraulica, si prestano ad essere adattate anche per la pulizia dei pannelli solari.

In definitiva, il sistema agro-voltaico si presta ad una proficua combinazione delle tecniche agricole con la produzione energetica con sistemi fotovoltaici, ricorrendo all'ampio spettro di possibilità offerte dalle soluzioni di meccanizzazione agricola oggi presenti.

Un ulteriore aspetto significativo, inoltre, è dato dalla possibilità di sostituire progressivamente i motori endotermici dei trattori con motori elettrici, come già sta avvenendo per i trasporti civili.

2.5 Parametri tecnici e requisiti degli impianti agrivoltaici e agrivoltaici avanzati secondo il D.L. 199/2021 e le Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, composto da due sottosistemi ben definiti ma spazialmente integrati: un sottosistema energetico ed uno agronomico.

I sistemi agrivoltaici, in funzione del contesto e del sito di progetto, possono essere caratterizzati da diverse configurazioni spaziali (campo solare con grado di copertura più o meno "denso") e livelli di integrazione tra gli usi ed innovazione differenti, con il fine di massimizzare le sinergie produttive tra i due sottosistemi (energetico e colturale).

In generale, la prestazione legata al fotovoltaico e quella legata alle attività agricole possono trovarsi in antagonismo poiché le soluzioni spinte verso 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 8 di 106

Così, affinché un sistema fotovoltaico possa essere definito “agrivoltaico” o “agrivoltaico avanzato”, devono essere rispettate delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici specifici

- **REQUISITO A**, indirizza la configurazione spaziale e tecnologica, ed è articolato nei due sotto-criteri:
 - A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione ($S_{agricola} \geq 0,7 \cdot Stot$);
 - A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola ($LAOR \leq 40\%$);
- **REQUISITO B**: garantisce la produzione sinergica di energia elettrica senza compromettere la continuità dell’attività agricola e pastorale. È articolato nei due sottocriteri:
 - 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 ($FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$).
- **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. È articolato nei due sotto-criteri:
 - 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.
- **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. È articolato nei tre sotto-criteri:
 - E.1) il recupero della fertilità del suolo;
 - E.2) il microclima;
 - E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il rispetto simultaneo dei quattro requisiti A, B, C e D è condizione necessaria e sufficiente per consentire 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 9 di 106

legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

Il rispetto dei soli requisiti A, B è necessario invece per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico" e per tale tipologia di impianti dovrebbe inoltre essere previsto anche il rispetto del requisito D.2.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 10 di 106

3 ANALISI PEDOLOGICA PROPEDEUTICA ALLA DEFINIZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

3.1 Inquadramento geologico

La geologia dell'area in cui si prospetta la realizzazione dell'agrivoltaico presenta litologie stratigraficamente riconducibili al Mesozoico e al Cenozoico.

La Nurra mesozoica rappresenta un esempio di piattaforma carbonatica sottoposta ad oscillazioni eustatiche e a fasi tettoniche distensive, che hanno favorito, l'ingressione di mari epicontinentali alternati a fasi subaeree. Il controllo tettonico attivo in vari intervalli cronostratigrafici, unitamente al controllo eustatico, ha condizionato l'evoluzione sedimentaria della piattaforma, l'instaurarsi di bacini estensionali e lo loro colmata, innescando processi erosivi e le deposizioni di flussi silicoclastici e depositi pedogenetici. Le coperture mesozoiche sono rappresentate da dolomie, marne, calcari di varia natura (dolomitici, bioclastici, selficiferi) e affiorano maggiormente nel settore Sud Est dell'area in progetto.

Al di sopra della successione mesozoica poggiano coperture plio -quaternarie conseguenti a cicli vulcanici che interessarono la Sardegna a partire da 5 Ma fino al Pleistocene (0,14 Ma, BECCALUVA *et alii*, 1977). L'attività vulcanica diede luogo all'emissione di basalti e prodotti differenziati, connessa con una tettonica di tipo distensivo, che avrebbe interessato tutto il bacino del Mediterraneo occidentale (SELLI & FABBRI, 1971; FINETTI & MORELLI, 1973) e sarebbe all'origine dell'apertura del Tirreno centro-settentrionale.

Questo vulcanismo è rappresentato da massicci vulcanici, talvolta di grandi dimensioni, e da estesi altopiani che si sono trovati a varie altitudini coprendo formazioni di diverse età. Contemporaneamente all'attività vulcanica si ha la sedimentazione di depositi clastici di ambiente continentale (fluviale, lacustre, di versante) di transizione marino litorale.

Questa notevole varietà di ambienti va senz'altro ricercata nei mutamenti climatici e conseguenti variazioni del livello del mare (glacio-eustatismo), conosciute e ben documentare durante la fine del Terziario e particolarmente nel Pleistocene, che hanno controllato l'evoluzione delle piattaforme continentali e dei settori emersi costieri, determinandovi la migrazione degli ambienti sedimentari.

In merito ai depositi quaternari nell'area sono state distinte due principali unità deposizionali, separate da un'importante superficie di erosione corrispondente ad una fase di incisione e terrazzamento: il sintema di Portovesme (PVM), attribuito al Pleistocene superiore, e i depositi olocenici, questi ultimi considerati come unità informali, perché le Litofacies mancano di continuità geometrica e sono di difficile correlazione stratigrafica (PASQUARE *et alii*, 1992). Le distinzioni all'interno dell'unità olocenica corrispondono a diversi ambienti deposizionali e i depositi sono distinti in antichi ed attuali, questi ultimi legati a dinamiche di sedimentazione ed erosione ancora in atto.

Il sintema di Portovesme è costituito da sedimenti marini e continentali depositati dopo la fine della

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 11 di 106

penultima fase fredda pleistocenica. Esso comprende i depositi marino-costieri del subsistema di Calamosca (PVM1), presente in numerose località della Sardegna mai affiorante nel Foglio di Sassari e i sovrastanti depositi continentali del subsistema di Portoscuso (PVM2). Le superfici di discontinuità che delimitano il sistema rispettivamente alla base e alla sommità hanno carattere regionale. La superficie basale a contatto con il substrato pre-Quaternario nell'area continentale è una discordanza angolare originata durante il massimo approfondimento delle valli fluviali non è stato sovraccaricato di detrito.

Sono compresi in questo subsistema le ghiaie e le sabbie alluvionali (PVM2a), le arenarie e sabbie eoliche (PVM2b), i detriti di versante stratificati tipo "éboulis ordonnés" (PVM2c), i corpi ed accumuli di frane relitte (PVM2D) e i calcari lacustri con gasteropodi polmonati (PVM2a).

Nell'area progettuale si riscontra la Litofacies (PVM2a) costituiti prevalentemente da ghiaie fini subangolose e subarrotondate e sabbie grossolane, con elementi di vulcaniti terziarie, calcari mesozoici quarzo e metamorfiti paleozoiche.

Oltre ai depositi pleistocenici del subsistema di Portoscuso buona parte delle superfici interessate nel progetto Agrivoltaico sono ricoperte dai depositi olocenici nello specifico da coltri eluvio-colluviali principalmente connesse alla gravità.

Si tratta di depositi sabbiosi e silteosi in cui sono presenti percentuali variabili di detriti da fini a medi, con porzioni arricchite di frazione organica e, talora, suoli sepolti in genere a profilo poco differenziato. L'elevata presenza della frazione organica indica che si tratta di sedimenti derivanti dall'erosione del suolo durante l'Olocene, mescolati a sedimenti provenienti, per degradazione fisica, direttamente dal substrato. Lo spessore in genere esiguo, di solito inferiore al metro, localmente può arrivare fino a qualche metro.

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

FORMAZIONE DI MONTE NURRA (NNR) Dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi, e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose. Alla base calcari e dolomie scure di ambiente lacustre a carofite. DOGGER.

KEUPER AUCT(KEU). Marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi; argille varicolori gessifere. TRIAS SUP. (LONGOBARDICO SUP. -? RETICO).

FORMAZIONE DI CAMPANEDDA (NDD). Calcari oolitici, oncolitici e bioclastici, marne e calcari marnosi; calcari grigio-bluastri con lenti di selce. LIAS.

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

Coltri eluvio-colluviali (b2). Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 12 di 106

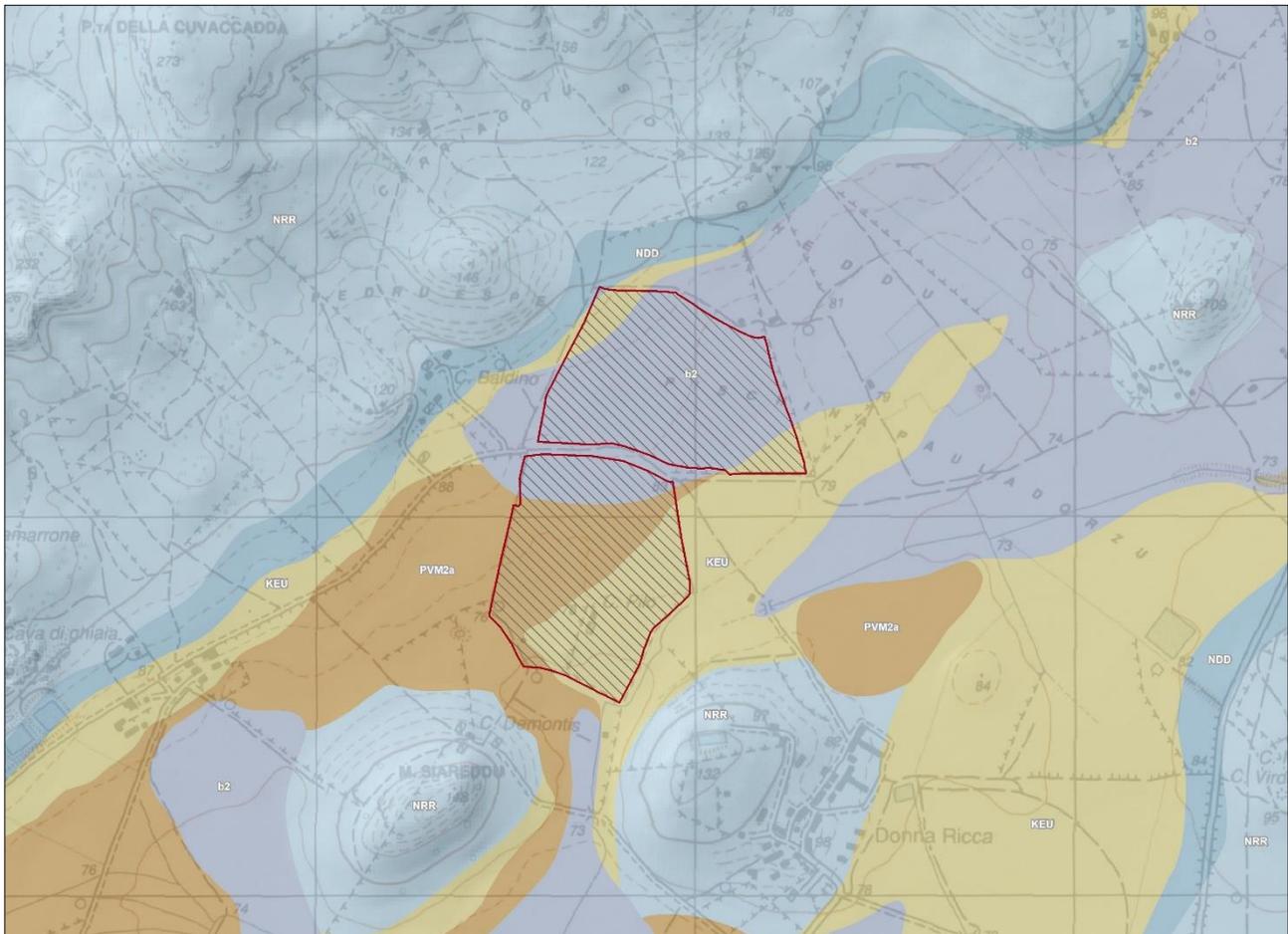


Figura 3.1 - Stralci della Carta Geologica in scala 1:25000 con l'ubicazione delle superfici in cui si prospetta la realizzazione del sistema agrivoltaico. Ad ogni etichetta sulla carta corrisponde l'unità geologica descritta in precedenza

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 13 di 106

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,

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 14 di 106

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. E 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. della morfologia (es. rilievi montani, plateaux, pianure, terrazzi, valli, morene, etc.);
2. di elementi fisiografici (es. le vette e le spalle dei versanti);
3. dei 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 15 di 106

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 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 16 di 106

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 MRN: suoli sviluppatisi su marne, calcari marnosi e nodulari e relativi depositi di versante

MRN +1 e -1 (sottounità fisiografica +1 e -1)

Dominanza di forme concave e convesse, versanti semplici e displuvi con pendenze compresa tra 2,5% e 15%. Uso del suolo associato in prevalenza a seminativi e pascolo naturale, localmente aree a macchia mediterranea e garighe calcicole a diverso grado di evoluzione con rocciosità affiorante e pietrosità superficiale, nelle aree coltivate coperture vegetali erbacee post colturali. Nella sottounità fisiografica MRN 1 le principali limitazioni all'uso sono attribuibili alla ridotta profondità del suolo, localmente associata ad elevata rocciosità affiorante e abbondante pietrosità superficiale, erosione

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 17 di 106

idrica laminare da debole a moderata. Si tratta di suoli arabili. Localmente marginali agli usi agricoli intensivi, gli indirizzi per la tutela devono essere ideati al fine di ripristinare e conservare la vegetazione naturale, localmente attuare misure per il controllo dei processi erosivi in atto o potenziali e limitare la profondità di lavorazione. Localmente non arabili e adatti ad usi agricoli estensivi. Nella sottounità fisiografica MRN -1 le principali limitazioni vanno ricondotte a tratti, alla scarsa profondità dei suoli, degli orizzonti di accumulo di carbonati o cementati, erosione. Si tratta di suoli arabili. Localmente irrigabili, possibili moderati interventi di drenaggio, limitazione delle profondità di lavorazione. Marginali suoli non arabili.

MRN 0 (sottounità fisiografica 0)

Aree sommitali pianeggianti e sub-pianeggianti con pendenze <2,5%. Uso del suolo associato a seminativi e colture arboree. Limitazioni d'uso principali associate alla ridotta profondità del suolo e al contenuto localmente elevato di concrezioni di carbonati secondari, erosione idrica laminare debole e localizzata. Si tratta di suoli da non adatti ad adatti agli usi agricoli intensivi. Localmente irrigabili, si predispone l'adozione di misure per il controllo dei processi erosivi in atto o potenziali.

Unità DAP: suoli sviluppatisi su depositi alluvionali pleistocenici

DAP +1 e -1 (sottounità fisiografica +1 e -1)

Dominanza di forme concave (-1) e convesse (+1) ed aree sub-pianeggianti, con pendenze comprese tra 2,5 e 15%, localmente tra 15 e 35%. Superfici talvolta terrazzate, talvolta incise, frequentemente ai piedi dei versanti in raccordo con la piana o talvolta a contorno degli alvei dei corsi d'acqua principali. Uso del suolo prevalenza di seminativi semplici anche irrigui, colture ortive di pieno campo, colture permanenti quali oliveti e vigneti. La copertura vegetale prevalente è contraddistinta da formazioni erbacee terofitiche ed emicriptofite post colturali.

Le principali limitazioni d'uso nella sottounità DAP +1 sono riconducibili a pietrosità superficiale, erosione, profondità scarsa, difficoltà di drenaggio. Talvolta eccesso di scheletro. A tratti debole spessore. Si tratta di suoli arabili, ad attitudine agricola da moderata a scarsa. Necessaria l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità. Nella sottounità DAP -1 le limitazioni riguardano pietrosità superficiale, erosione, talvolta pendenza eccessiva, a tratti eccesso di scheletro o eccesso di ritenzione idrica. Si tratta di suoli arabili, ad attitudine agricola da moderata a scarsa. Localmente suoli non arabili adatti ad usi agricoli estensivi

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

DAP 0 (sottounità fisiografica 0)

Aree pianeggianti e subpianeggianti con pendenze <2,5%. Superfici talvolta terrazzate, talvolta incise, a contorno degli alvei dei corsi d'acqua principali.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 18 di 106

Prevalentemente seminativi semplici e colture orticole a pieno campo e vivai, seminativi in aree anche irrigue, vigneti, oliveti ed eucalitteti. Coperture vegetali prevalenti associate a formazioni erbacee post-colturali.

Le principali limitazioni d'uso sono pietrosità superficiale, erosione, a tratti profondità scarsa, difficoltà di drenaggio. Talvolta eccesso di scheletro.

Si tratta di suoli arabili, ad attitudine agricola da moderata a scarsa. Necessaria l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità, contenimento del consumo di suolo soprattutto se irreversibile e se determinato da interventi non pertinenti con gli usi agricoli attuali e potenziali.

Unità DCO: suoli sviluppatisi su depositi colluviali olocenici (sottounità fisiografica +1, 0, -1)

Sedimenti legati alla gravità in aree pianeggianti e sub-pianeggianti con pendenze <2,5% e in aree concave o convesse con pendenza compresa tra 2,5 e 15%. Subordinatamente, aree concave con pendenza compresa tra 15% e 35%. Uso del suolo associato a seminativi semplici e colture ortive a pieno campo. Subordinatamente pascolo naturale. Le principali limitazioni sono riconducibili a rischio di erosione comune, drenaggio localmente lento, pietrosità superficiale da comune a frequente, localmente scarso spessore del suolo. Si tratta di suoli arabili a scarsa o moderata attitudine agricola, localmente con forti limitazioni. Necessaria l'adozione di misure di mantenimento e conservazione della fertilità, protezione dal consumo di suolo per erosione accelerata.

3.2.3 Descrizione dei suoli

L'analisi pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 01/12/2022, che hanno consentito allo scrivente di analizzare e verificare le effettive caratteristiche dei suoli dell'area su cui verranno ubicati i pannelli fotovoltaici. I rilevamenti riportati di seguito, sono stati fatti in accordo con le linee guide sviluppate dall'Ente AGRIS in merito alle metodiche di campionamento pedologico e alla compilazione della scheda di campagna.

Come introdotto precedentemente, per approfondire lo studio e avere maggiori informazioni, i rilevamenti, sono stati eseguiti prendendo come riferimento le unità cartografiche della Carta delle Unità di Terre.

3.2.4 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 e saranno funzionali a pianificazione della attività agro-pastorali da condurre all'interno dell'agrivoltaico.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 19 di 106

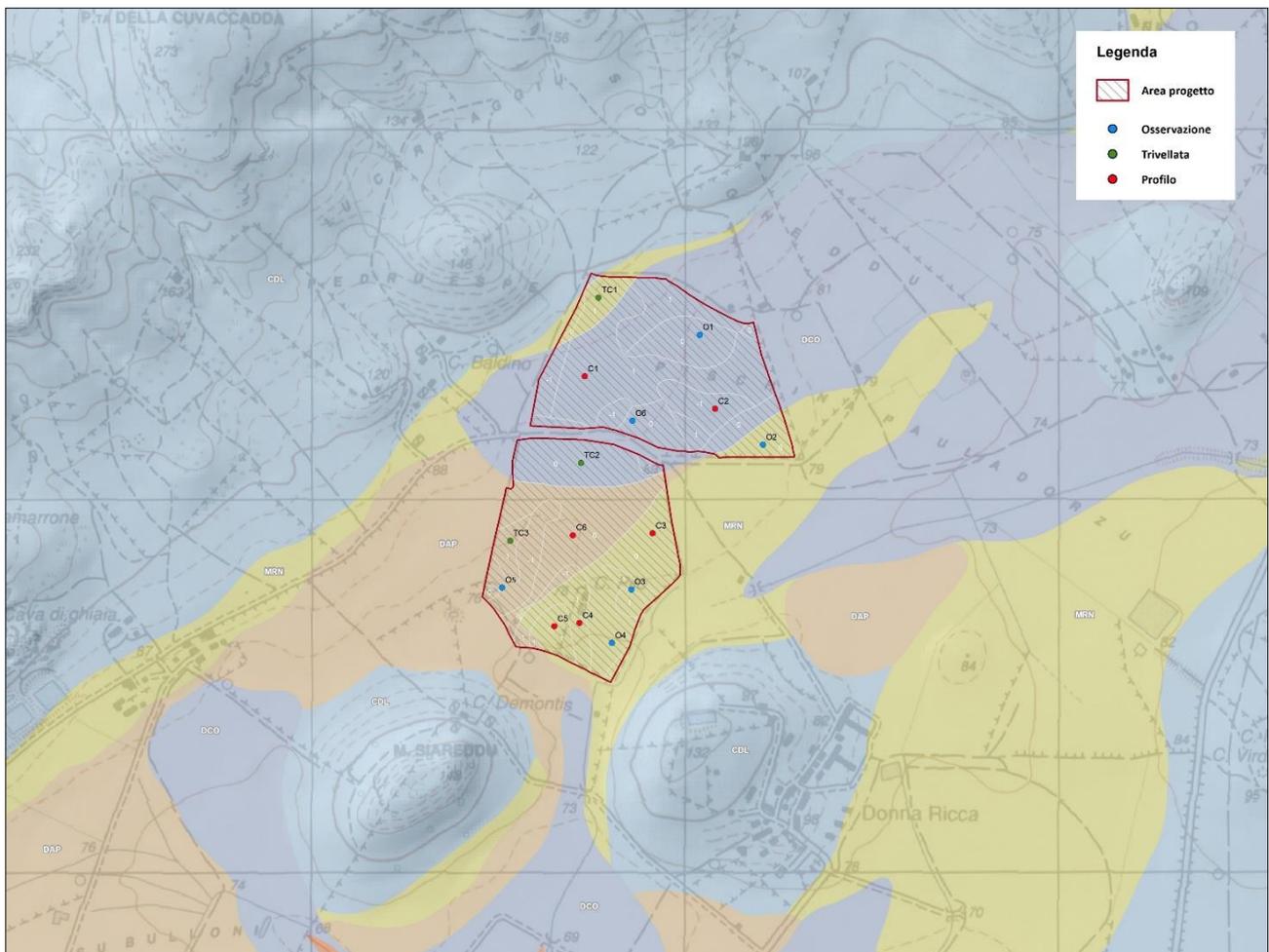


Figura 3.2 - Carta delle Unite di Terre con l'ubicazione delle superfici interessate e i relativi punti campionati

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 20 di 106

3.2.5 Profilo C1



Figura 3.3 – Stazione C1 ricadente nella particella catastale 42, in basso il minipit eseguito nel punto rilevato



Il sito il cui è stato realizzato il profilo C1 ricade morfologicamente su una superficie sub-pianeggiante, riconducibile geologicamente alle coltri eluvio-colluviali oloceniche. La sottounità fisiografica di appartenenza è la DCO 1, la micromorfologia è leggermente convessa con una pendenza media del campo superiore al 2,5%. La particella catastale di riferimento è la 42.

La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale da comune ad abbondante, a tratti, è stata stimata per un valore pari al 25%, costituita prevalentemente da ghiaia (0,2cm – 7,5cm) per il 23% e ciottoli piccoli per il 2% (7,5cm – 15cm). Sul fondo sono state eseguite operazioni di miglioramento fondiario al fine di ridurre la quantità di clasti superficiali di grandi dimensioni e facilitare le operazioni colturali. Il rilevamento ha permesso di identificare una

sequenza pedologica Ap-C. L'orizzonte Ap va da 0 a 36cm, limite lineare abrupto, scheletro composto dal 7% di ghiaia grossolana e di ghiaia fine e media per il 5%. La matrice è di medio

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 21 di 106

impasto finemente lavorato con una tessitura tendenzialmente franca. Dai 36cm ai 55 cm e oltre si sviluppa l'orizzonte C, caratterizzato da un aumento di argille, colorazioni rossastre e un aumento netto di scheletro che aumenta con la profondità. Il volume è così ripartito 15% di ciottoli grandi (15cm -25cm), 5% di ciottoli piccoli, ghiaia grossolana (2cm – 7,5cm) per il 30% e infine ghiaia fine e media (0,2 cm – 2cm) per il 10%, per un totale complessivo del 60% circa. L'uso del suolo è indirizzato alla produzione agricola si tratta di un seminativo condotto con tecniche di minima lavorazione.



Figura 3.4 - Vista in direzione E dal punto rilevato



Figura 3.5 – A sinistra dettaglio della pietrosità superficiale. A destra cumuli di pietre artificiali

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 22 di 106



Figura 3.6 – Confronto tra orizzonti pedologici a sinistra l'orizzonte A a destra l'orizzonte C



Figura 3.7 - Vista in direzione Ovest dal punto rilevato

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 23 di 106

3.2.6 Profilo C2



Figura 3.8 – Stazione C2 ricadente nella particella catastale 43, in basso il minipit eseguito nel punto rilevato



Il sito il cui è stato realizzato il profilo C2 ricade morfologicamente su superficie sub-pianeggiante, facente parte geologicamente dei depositi olocenici che ricoprono le marne dell'Unità di Keuper Auct affioranti localmente in superficie. La sottounità fisiografica di appartenenza è la DCO -1. Si tratta di un'area leggermente concava, con una pendenza media del campo superiore al 2,5%. La particella catastale di riferimento è la 43.

La rocciosità affiorante è pari al 3% mentre la pietrosità superficiale media stimata è scarsa stimata per un valore pari al 6%, costituita prevalentemente da ghiaia (0,2cm – 7,5cm) per il 4%, ciottoli piccoli per l'1% (7,5cm – 15cm) e infine pietre (>25cm) per l'1%. Si riscontra la presenza di erosione idrica laminare diffusa.

Il rilevamento ha permesso di identificare una sequenza pedologica Ap-Bw-R, con una profondità degli orizzonti che varia in pochi metri. Oltre al minipit è stata effettuata una trivellata che ha dato conferma di questa variabilità in prossimità degli affioramenti rocciosi. La

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 24 di 106

profondità dell'orizzonte Ap va da 0 a 18cm, limite lineare abrupto, ricco in sostanza organica, scheletro composto dal 2% di ghiaia fine e media. Dai 18 in poi si rileva l'orizzonte Bw cui spessore varia in pochi metri da 2cm a 30cm, colorazioni tendenzialmente rossastre scheletro scarso stimato per il 2% composto da ghiaia fine e media oltre è stato rilevato il contatto litico. L'uso del suolo attuale è indirizzato alla produzione agricola si tratta di un seminativo recentemente lavorato.



Figura 3.9 – Affioramenti rocciosi nel sito



Figura 3.10 – A sinistra dettaglio che mostra la scarsità di pietrosità superficiale. A destra cumuli di pietra artificiali risultato delle operazioni di miglioramento fondiario.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 25 di 106



Figura 3.11 - Vista in direzione E dal punto rilevato



Figura 3.12 - Vista in direzione Ovest dal punto rilevato

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 26 di 106

3.2.7 Profilo C3



Figura 3.13 – Stazione C3 ricadente nella particella catastale 30, in basso il minipit eseguito nel punto rilevato



Il sito in cui è stato effettuato il rilievo C3 ricade morfologicamente, su una superficie pianeggiante ubicato nel settore meridionale del progetto agrivoltaico, pertanto a valle dei precedenti rilievi eseguiti. Dal punto di vista geologico è compreso nelle marne dell'Unità di Keuper Auct, la sottounità fisiografica di appartenenza è la MRN 0 con una pendenza inferiore a 2,5%. La rocciosità affiorante è stata stimata per un valore pari al 5% ma potrebbe essere maggiore in quanto la densa copertura erbacea ne ha inficiato la stima. Allo stesso modo anche per la pietrosità non è stato possibile definirne il valore ma si presume che il volume dei clasti sia inferiore al 10%.

Il rilevamento ha permesso di individuare una sequenza pedologica così composta: Ap-Bw-R. L'orizzonte Ap va da 0 a 20cm, limite lineare abrupto, scheletro pressoché assente pari al 2% di ghiaia fine e media.

Il colore della massa presenta colorazioni scure, la struttura è poliedrica subangolare, leggermente umido con una buona attività biologica ad opera dei lombrichi. Dai 20 ai 28cm è stato individuato l'orizzonte Bw che presenta un arricchimento di argilla e colorazioni tendenti al giallastro riconducibili

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 27 di 106

ai caratteri del parent material Lo scheletro è comparabile al valore dell'orizzonte superficiale. Oltre si rileva la roccia (Figura 16). L'uso del suolo è indirizzato al pascolo brado bovino.



Figura 3.14 – Affioramenti rocciosi



Figura 3.15 – Vista panoramica in direzione Ovest dal sito rilevato

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 28 di 106

3.2.8 Profilo C4



Figura 3.16 – Stazione C4 ricadente nella particella catastale 29, in basso il minipit eseguito nel punto rilevato.

Il sito il cui è stato realizzato il rilevamento C4 ricade morfologicamente su un'area sub-pianeggiante



al di sopra di piccolo tavolato carbonatico incluso geologicamente nell' Unità di Keuper Auct. La sottounità fisiografica di appartenenza è la MRN 1 con una pendenza media del campo superiore al 2,5%. La particella catastale corrispondente è la 29.

La rocciosità affiorante è stata stimata per un valore pari all'1% mentre la pietrosità superficiale è scarsa stimata per un valore medio pari al 6%, costituita da ghiaia (0,2cm – 7,5cm) per il 4%, ciottoli piccoli per il 1% (7,5cm – 15cm) e infine 1% di pietre (>25cm). Il rilevamento ha permesso di identificare una sequenza pedologica Ap-AB-R. L'orizzonte Ap va da 0 a 15cm, limite lineare abrupto, struttura poliedrica subangolare, scheletro composto dal 2% di ghiaia fine e media. Da 15 a 18/25 si riscontra l'orizzonte AB limite abrupto irregolare, scheletro composto dal 2% di ghiaia fine e media e 1% di

ghiaia grossolana. Oltre è stata rilevato il contatto con la roccia madre. L'uso del suolo attuale è

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 29 di 106

indirizzato al pascolo brado bovino.



Figura 3.17 – Vista in direzione Ovest dal punto rilevato



Figura 3.18 – Vista in direzione Est e vista in direzione Nord dal punto rilevato

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 30 di 106

3.2.9 Profilo C5



Figura 3.19 – Stazione C5 ricadente nella particella catastale 29 in basso il minipit eseguito nel punto rilevato

A circa 250 m in direzione nord dal rilievo C4 è stato effettuato il profilo C5 ubicato geologicamente nei depositi alluvionali pleistocenici del Subsistema di Portoscuso. La morfologia è pianeggiante e la sottounità fisiografica di appartenenza è la DAP 0, con una pendenza inferiore a 2,5%. La particella catastale di riferimento è la 29.



La rocciosità è pari a circa l'8% mentre la pietrosità da scarsa a frequente è stimata per un volume complessivo del 5% composta principalmente da ghiaia. Sono evidenti le opere di miglioramento fondiario, funzionali alle pratiche di coltivazione. In passato si trattava di un seminativo irriguo come testimonia la presenza di un fatiscente pivot a perno centrale utilizzato per l'irrigazione.

Il rilevamento ha permesso di identificare una sequenza pedologica così composta Ap – Bt. L'orizzonte Ap va da 0 a 30cm limite lineare abrupto, struttura poliedrica subangolare, scheletro stimato al 2% di ghiaia fine e media. Dai 30 ai 75cm e oltre si sviluppa l'orizzonte Bt caratterizzato da una colorazione nettamente rossastra e un arricchimento di argilla mentre lo scheletro è comparabile al volume

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 31 di 106

dell'orizzonte superficiale. L'uso del suolo attuale è indirizzato al pascolo brado bovino.



Figura 3.20 - Sequenza che ritrae un fatiscente pivot a perno centrale utilizzato per l'irrigazione, nell'immagine di destra si possono notare i cumuli di pietre abbancati per migliorare il fondo



Figura 3.21 – Affioramenti rocciosi nel punto rilevato

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 32 di 106



Figura 3.22 – Vista in direzione S dal punto rilevato



Figura 3.23 – Bovini al pascolo brado

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 33 di 106

3.2.10 Trivellate e 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 trivellate e osservazioni superficiali alcune delle quali vengono riportate di seguito nella sequenza fotografica e brevemente descritte nelle didascalie.

3.2.10.1 Trivellata TC1



Figura 3.24 - Stazione TC1 ricadente nella particella catastale 42, in basso la trivellata eseguita

Il sito in cui è stata eseguita la trivellata TC1 ricade a poco più di 210m in direzione N dal rilievo C1. Il rilevamento è ubicato all'estremità della parcella 42 e nonostante la superficie faccia parte della sottounità fisiografica MRN 1 i caratteri pedologici sono attribuibili all'unità DCO confinante alla stazione.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 34 di 106



La rocciosità affiorante è pressoché assente mentre la pietrosità superficiale è stata stimata per un valore complessivo pari al 31% composta prevalentemente da ghiaia di tutte le dimensioni per il 27%, da ciottoli piccoli per il 2% da ciottoli grandi per l'1% e da pietre per l'1%. Anche in questa porzione del fondo sono presenti cumuli artificiali di clasti abbancati lungo il perimetro della particella dovuti all'azione di miglioramento fondiario. La trivellata ha permesso di rilevare una sequenza pedologica Ap – Bw. L'orizzonte Ap va da 0 a 28 cm mentre l'orizzonte Bw dai 28 a 35cm, oltre non è stato possibile proseguire il rilievo a causa dell'impedimento dato dall'abbondanza dello scheletro. L'uso del suolo è attualmente associato alla produzione agricola si tratta di un seminativo.



Figura 3.25 – Pietrosità superficiale



Figura 3.26 - A sinistra vista in direzione E e a destra vista in direzione S dei confini della particella 42

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 35 di 106

3.2.10.2 Trivellata TC2



Figura 3.27 – Stazione TC2 ricadente nella particella catastale 29, in basso la trivellata eseguita



Il sito in cui è stata eseguita la trivellata TC2 ricade a circa 200m in direzione N dal rilievo C5. La morfologia è pianeggiante e la sottounità fisiografica di appartenenza è la DCO 0.

La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale è scarsa a comune stimata per un valore complessivo pari al 14% di cui ghiaia per il 12% e ciottoli piccoli per il 2.

La trivellata ha permesso di rilevare una sequenza pedologica Ap – Bw. L'orizzonte Ap va da 0 a 36cm lo scheletro è pari a circa il 2% di ghiaia fine e media il colore della massa è rossastro. Dai 36 ai 52cm è stato rilevato l'orizzonte Bw, caratterizzato da avere colori sensibilmente più chiari e un contenuto di argilla maggiore, mentre il valore dello scheletro è lo stesso dell'orizzonte superficiale. Oltre i 52cm non è stato possibile proseguire il rilievo. L'uso del suolo è attualmente associato al pascolo brado bovino.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 36 di 106



Figura 3.28 – Vista panoramica in direzione S-E



Figura 3.29 – Vista panoramica in direzione O

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 37 di 106

3.2.10.3 Trivellata TC3



Figura 3.30 – Stazione TC3 ricadente nella particella catastale 29, in basso la trivellata eseguita



Il sito in cui è stata eseguita la trivellata TC3 ricade a circa 170 m in direzione Ovest dal rilievo C5. La morfologia è pianeggiante e la sottounità fisiografica di appartenenza è la DAP 1. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale, difficilmente valutabile a causa del cotico erboso, è stata stimata per un valore complessivo pari al 18% di cui 17% ghiaia e 1% di ciottoli piccoli.

La trivellata ha permesso di rilevare una sequenza pedologica Ap – Bw. L'orizzonte Ap va da 0 a 45cm, lo scheletro è pari a circa al 2% di ghiaia fine e media. L'orizzonte Bw va da 45 a 52cm. Oltre non è stato possibile proseguire il rilievo.

L'uso del suolo è attualmente associato al pascolo brado bovino.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 38 di 106



Figura 3.31 – Vista panoramica in direzione N dal punto rilevato



Figura 3.32 A sinistra vista panoramica in direzione S-E a destra vista in direzione S.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 39 di 106

3.2.10.4 Osservazione 01



Figura 3.33 - Osservazione eseguita all'interno della particella 43 nella sottounità fisiografica DC0. I valori di petrosità superficiale si riducono drasticamente rispetto alla sottounità DC0 ed aumenta il contenuto di sostanza organica. Si tratta di un seminativo.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 40 di 106

3.2.10.5 Osservazione 02



Figura 3.34 - Osservazione eseguita in prossimità del rilievo C3 nella sottounità MRN 0. Il contesto morfologico pedologico e di uso del suolo è il medesimo e vengono confermati i caratteri riscontrati nel rilievo C3. Le coperture di roccia affiorante sono comprese tra il 5% e il 7%

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 41 di 106

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

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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 42 di 106

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.

I 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 43 di 106

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

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

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

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

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

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

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

Suoli in classe VI: presentano forti limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Inoltre, hanno limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 44 di 106

radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera, Alcuni suoli ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni.

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

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

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

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

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

3.3.4 Descrizione delle sottoclassi

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 45 di 106

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.

Sottoclasse c (clima), ricadono in questa sottoclasse le situazioni dove i fattori limitanti sono di natura climatica quali elevata frequenza di precipitazioni di notevole intensità oraria ed istantanea, frequenza di gelate e nebbie, elevate altitudini condizionanti negativamente le colture.

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo della Capacità d'uso dei suoli con le classi ed i possibili usi:

Tabella 3.1 – Schema della Land Capability e tipi di usi possibili

Classi di capacità d'uso	Usi								
	Ambiente naturale	Forestazioni e	Pascolo			Agricoltura			
			limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	m. intensiva
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 46 di 106

Nella Tabella successiva, sempre tratta dal Progetto "CUT - 1° lotto (2014)" sono schematizzati i criteri utilizzati per valutare la Capacità d'uso

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 47 di 106

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-
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	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,	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	> 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 48 di 106

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 le unità caratterizzanti l'area del territorio amministrativo di Sassari in cui è prevista la messa in opera dell'agrivoltaico sono la MRN, la DAP e la DCO

Sotto il profilo geologico l'areale in progetto è costituito dalle marne grigio-giallognole con subordinati calcari marnosi; argille varicolori gessifere dell'Unità di Keuper Auct (Unità MRN), dai depositi pleistocenici del Subsistema di Portoscuso costituiti da ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. (Unità DAP), e dai depositi olocenici composti da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (Unità DCO)

Considerata l'eterogeneità morfologica delle superfici coinvolte durante le indagini si è sviluppato un piano di campionamento rappresentativo al fine di caratterizzare le diverse sottounità fisiografiche presenti. Ciò ha permesso di valutare al meglio le caratteristiche fisiche dei suoli nelle aree in progetto; tramite le stesse è stato possibile classificarli secondo il modello di Land Capability Classification.

L'analisi svolta conferma la suscettività di questi suoli all'uso agricolo seppur presentano da lievi a moderate limitazioni, e in alcuni casi severe, che ne restringono lo spettro colturale e possono renderli marginalmente adatti alle meccanizzazioni o inadatti. Alcune di queste criticità possono essere superate attraverso opere di miglioramento fondiario altre sono irreversibili e permanenti.

Questo, ad esempio, è il caso delle superfici dove è stato effettuato il rilievo C4 la criticità permanente riscontrata è imputabile alla profondità utile alle radici compresa tra i 10 - 25cm che determina il salto di classe nella classificazione collocando questi suoli in VII classe di Land Capability, alle quale, si può affiancare la sottoclasse "s". Tali elementi rendono questi suoli adatti ad usi principalmente di pascolo naturale o migliorato prevendo misure di gestione che consentano la conservazione e il mantenimento delle proprietà chimico-fisiche dei suoli nel tempo tramite la realizzazione di inerbimenti permanenti.

I suoli rilevati nella stazione C3 e C5 vengono invece collocati in V classe di capacità d'uso. Le criticità permanenti riscontrate sono imputabili alla presenza di roccia affiorante con coperture comprese tra 5 e 10% e secondariamente alla profondità utile alle radici compresa tra i 25 - 50cm con limiti irregolari dati dalla presenza degli affioramenti marnosi. Allo stesso modo i suoli del sito C2 presentano affioramenti rocciosi ma compresi tra il 2% e il 5% tale da collocarli in IV classe di

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 49 di 106

capacità d'uso.

Nel sito TC1 la criticità permanente che colloca i suoli in IV classe è attribuibile alla profondità utile alle radici compresa tra 25 e 50cm ma la presenza di pietre (>25cm) per un valore pari all'1% attribuisce ai suoli la classe V. Tuttavia tale criticità può essere superata mediante opere di miglioramento fondiario, pertanto, si attribuisce all'area una classe mista IV/V di capacità d'uso. I suoli presenti in questa classe possono essere destinanti marginalmente alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale.

Infine, le restanti stazioni presentano lievi criticità e vengono collocate in III classe di capacità d'uso poiché si presume che la profondità utile alle radici sia inferiore al metro. 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.

Sulla base del contesto pedomorfologico dell'area nonché dei rilievi e delle valutazioni effettuate si ritiene di avere sufficienti elementi per estendere la valutazione di Land Capability in tutte le superfici coinvolte nel progetto.

3.5 Interferenze tra il progetto e la componente suolo

Gli aspetti ambientali maggiormente significativi che si originano dalla realizzazione di un impianto agrivoltaico 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 50 di 106

loro impermeabilizzazione, se non parzialmente in corrispondenza delle aree adibite alla realizzazione delle cabine elettriche. 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 circa 0.0263 ha, per le cabine elettriche determineranno inevitabilmente effetti diretti e irreversibili sulla risorsa, misurabili in termini di 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), determina una sottrazione di suolo pari a circa 2.4716 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 51 di 106

della durata dell'impianto. L'impatto sarebbe potenzialmente più avvertibile nelle superfici che hanno mostrato una buona propensione ad essere utilizzate come seminativi a seguito del cambio d'uso. Tuttavia, l'effetto previsto benché riduca buona parte delle funzioni del suolo nelle superfici interessate, non può essere considerato come irreversibile in quanto le piste non saranno impermeabilizzate. Nelle fasi di installazione l'effetto della compattazione sulle superfici restanti, conseguente al transito dei mezzi, è valutabile come non significativo.

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

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 agricoli (SAU) ammonterebbe a circa 44,62 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 52 di 106

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.

La de-impermeabilizzare ha come obiettivo il recupero di un reale collegamento col sottosuolo naturale attraverso la rimozione del materiale estraneo e la ristrutturazione del profilo pedologico.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 53 di 106

Se adeguatamente gestito, questo sistema permette di recuperare una parte considerevole delle funzioni del suolo.

3.5.4.2 Area del sottosistema energetico e attività agro-pastorali.

La presenza del campo solare assicura la piena compatibilità con le attività di pascolo ovino, conciliando l'utilizzo agro-zootecnico con la produzione energetica. Con tali finalità il previsto piano colturale prevede la creazione di prati pascoli permanenti (cfr. paragrafo 4.3.2.3.) che concorreranno al raggiungimento di un ulteriore obiettivo, ovvero la conservazione e il mantenimento dei suoli nel tempo in assenza di lavorazioni 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 impiegato per la realizzazione delle piste di servizio sarà rimosso completamente nella fase di dismissione.

3.5.4.3 Soluzioni 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".

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 54 di 106

4 ANALISI DEGLI USI AGRICOLI ATTUALI E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

4.1 Sinergie tra agroecosistemi e sistemi agrivoltaici

Un agroecosistema si configura come un sistema aperto le cui dinamiche, pur svolgendosi secondo le leggi dell'ecologia, sono artificialmente controllate dall'uomo attraverso l'apporto di energia sussidiaria. Pertanto, dal punto di vista ecologico, si tratta di 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 pedo-climatico. 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 realizzazione di un impianto fotovoltaico all'interno di un contesto agricolo 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 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 55 di 106

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 *Uso attuale dei suoli e 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 4.1 e consultabili al seguente link <https://rica.crea.gov.it/redditi-lordi-standard-rls-e-produzioni-standard-ps-210.php>.

Tabella 4.1 - PS 2017 Regione Sardegna

Ru- brica RICA	Descrizione Rubrica	SOC_EUR	UM
D01	Frumento tenero e spelta	632	EUR / ha
D02	Frumento duro	935	EUR / ha
D03	Segale	550	EUR / ha
D04	Orzo	698	EUR / ha
D05	Avena	460	EUR / ha
D06	Mais	1.508	EUR / ha
D07	Riso	1.608	EUR / ha
D08	Altri cereali da granella (sorgo, miglio, panico, farro, ecc.)	1.020	EUR / ha

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 56 di 106

Ru- brica_RICA	Descrizione Rubrica	SOC_EUR	UM
D09	Leguminose da granella - totale	1.307	EUR / ha
D09A	Legumonose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci)	1.026	EUR / ha
D10	Patate (comprese le patate primaticce e da semina)	10.085	EUR / ha
D11	Barbabietola da zucchero	2.386	EUR / ha
D12	Piante sarchiate foraggere	3.827	EUR / ha
D14	Orticole - all'aperto	15.191	EUR / ha
D14A	Orticole - all'aperto - in pieno campo	11.594	EUR / ha
D14B	Orticole - all'aperto - in orto industriale	19.233	EUR / ha
D15	Orticole - in serra	33.459	EUR / ha
D16	Fiori e piante ornamentali - all'aperto	98.670	EUR / ha
D17	Fiori e piante ornamentali - in serra	187.154	EUR / ha
D18	Piante raccolte verdi	892	EUR / ha
D18A	Prati avvicendati (medica, sulla, trifoglio, lupinella, ecc.) (erbai)	751	EUR / ha
D18B	Altre foraggere avvicendate	222	EUR / ha
D18C	Altre foraggere: Mais verde	1.344	EUR / ha
D18D	Altre foraggere: Leguminose	418	EUR / ha
D19	Semi e piantine seminativi	5.363	EUR / ha
D20	Altre colture per seminativi	1.145	EUR / ha
D21	Terreni a riposto o a set-aside senza aiuto	-	EUR / ha
D23	Tabacco	8.882	EUR / ha
D24	Luppolo	10.175	EUR / ha
D25	Cotone	1.400	EUR / ha
D26	Colza e ravizzone	326	EUR / ha
D27	Girasole	570	EUR / ha
D28	Soia	872	EUR / ha
D29	Lino da olio	1.819	EUR / ha
D30	Altre oleaginose erbacee	2.310	EUR / ha
D31	Lino da fibra	1.195	EUR / ha
D32	Canapa	1.169	EUR / ha
D33	Altre colture tessili	1.152	EUR / ha
D34	Piante aromatiche, medicinali e da condimento	28.890	EUR / ha
D35	Altre piante industriali	1.760	EUR / ha
F01	Prati permanenti e pascoli	360	EUR / ha
F02	Pascoli magri	132	EUR / ha
F03	Prati e pascoli permanenti non in uso	-	EUR / ha
F04	Orti familiari	-	EUR / ha

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 57 di 106

Ru- brica_RICA	Descrizione Rubrica	SOC_EUR	UM
G01A	Frutteti - di origine temperata	5.808	EUR / ha
G01B	Frutteti - di origine sub-tropicale	11.364	EUR / ha
G01C	Frutteti - frutta a guscio	5.171	EUR / ha
G01D	Bacche (piccoli frutti)	11.550	EUR / ha
G01E	Pomacee	7.047	EUR / ha
G01F	Drupacee	5.122	EUR / ha
G02	Agrumeti	5.909	EUR / ha
G03A	Oliveti - per olive da tavola	1.790	EUR / ha
G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548	EUR / ha
G04A	Vigneti - per uva da vino di qualità DOP	9.487	EUR / ha
G04B	Vigneti - per uva da vino comune	6.613	EUR / ha
G04C	Vigneti - per uva da tavola	4.695	EUR / ha
G04D	Vigneti per uva passa	12.250	EUR / ha
G04E	Vigneti - per uva da vino di qualità IGP	9.487	EUR / ha
G04F	Vigneti da vino	8.474	EUR / ha
G05	Vivai	48.181	EUR / ha
G06	Altre colture permanenti - Alberi di Natale	1.860	EUR / ha
G06	Altre colture permanenti	1.860	EUR / ha
G07	Colture permanenti in serra (Frutteti - di or.temp.)	26.594	EUR / ha
I02	Funghi coltivati sotto copertura (100 mq) - 7,2 raccolti	38.556	EUR / 100m ²
J01	Equini	-	EUR / capo
J02	Bovini maschi e femmine meno di 1 anno	1.131	EUR / capo
J03	Bovini maschi da 1 a meno di 2 anni	485	EUR / capo
J04	Bovini femmine da 1 a meno di 2 anni	372	EUR / capo
J05	Bovini maschi d 2 anni e più	848	EUR / capo
J06	Giovenche di 2 anni e più anni	399	EUR / capo
J07	Vacche da latte	2.468	EUR / capo
J08	Altre vacche (vacche nutrici, vacche da riforma)	838	EUR / capo
J09A	Pecore	316	EUR / capo
J09B	Ovini - altri (arieti e agnelli)	164	EUR / capo
J10A	Capre	388	EUR / capo
J10B	Caprini - altri	83	EUR / capo
J11	Suini - lattinzoli < 20 Kg	441	EUR / capo
J12	Suini - scrofe da riproduzione > 50 Kg	1.834	EUR / capo
J13	Suini - altri (verri e suini da ingrasso > 20 Kg)	712	EUR / capo
J14	Polli da carne (broilers)	2.068	EUR / 100 capi

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 58 di 106

Ru- brica_RICA	Descrizione Rubrica	SOC_EUR	UM
J15	Galline ovaiole	3.058	EUR / 100 capi
J16A	Tacchini	5.420	EUR / 100 capi
J16B	Oche	2.893	EUR / 100 capi
J16B	Anatre	3.156	EUR / 100 capi
J16C	Struzzi	52.500	EUR / 100 capi
J16D	Altro pollame (faraone, ecc.)	1.110	EUR / 100 capi
J17	Conigli - fattrici	65	EUR / capo
J18	Api (alveare)	190	EUR / alveare
J19	Vacche	1.680	EUR / capo
J20	Bufale	2.468	EUR / capo

Segue il calcolo della produzione standard (PS) per le superfici coinvolte in progetto. In assenza di informazioni documentate ad ogni particella è stato ricondotto l'utilizzo agricolo sulle base dei sopraluoghi effettuati, delle informazioni storiche satellitari e sulle potenziali colture che potrebbero essere attuate negli appezzamenti utilizzati come seminativi

Particella 29			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ha	Produzione standard
11.78.52	Pascoli magri	132,00 €	1.555,65 €

Particella 30			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ha	Produzione standard
11.99.87	Pascoli magri	132,00 € *	1.583,83 €

Particella 42			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ha	Produzione standard
07.50.15	Seminativi (Avena, Orzo, Trifoglio, Erbai Fave, semi, granella)	733 € *	5.498,60 €

* valore medio del valore dell'avena 460,00 €, dell'orzo 698,00 €, delle leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, del trifoglio e degli erbai 751,00 €

Particella 43			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ha	Produzione standard
13.89.66	Seminativi	733,00 € *	10.186,21 €

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 59 di 106

	(Avena, Orzo, Trifoglio, Erbai Fave, semi, granella)		
* valore medio del valore dell'avena 460,00 €, dell'orzo 698,00 €, delle leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, del trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 48			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ha	Produzione standard
00.68.74	Pascoli magri	132,00 € *	90,74 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 €, dell'orzo 698,00 €, delle leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, del trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 69			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
02.46.01	Seminativi (Avena, Orzo, Trifoglio, Erbai Fave, semi, granella)	733,75 € *	1.803,25 €
* valore medio del valore dell'avena 460,00 €, dell'orzo 698,00 €, delle leguminose da granella (piselli, fave e favette, lupini dolci) 1.026,00 €, del trifoglio e degli erbai 751,00 €			

Particella 93			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
00.35.26	Pascoli magri	132,00 €	46,54 €

Produzione Standard (PS) ante operam				
Particella	S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
29	11.78.52	Pascoli magri	132,00 €	1.555,65 €
30	11.99.87	Pascoli magri	132,00 € *	1.583,83 €
42	07.50.15	Seminativi (Avena, Orzo, Trifoglio, Erbai Fave, semi, granella)	733,75 € *	5.498,60 €
43	13.89.66	Seminativi (Avena, Orzo, Trifoglio, Erbai Fave, semi, granella)	733,75 € *	10.186,21 €
48	00.68.74	Pascoli magri	132,00 € *	90,74 €

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 60 di 106

Produzione Standard (PS) ante operam				
Particella	S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
69	02.46.01	Seminativi (Avena, Orzo, Trifoglio, Erbai Fave, semi, granella)	733,75 € *	1.803,25 €
93	00.35.26	Pascoli magri	132,00 €	46,54 €
TOTALE	48,6821			20.764,82 €

In totale si stima che per l'annata 2022 la produzione standard delle superfici coinvolte nel progetto sia stata pari a 20.764,82 € su una superficie agricola corrispondente a circa 48.68.21 ettari.

4.3 Progettazione del sottosistema agricolo dell'impianto agrivoltaico "CORTE"

4.3.1 Introduzione

Le scelte progettuali riguardanti la parte agricola del sistema agrivoltaico, sono state guidate da una forte spinta alla contestualizzazione territoriale e ambientale finalizzate a integrare al massimo le due componenti che sarebbero, e sono state, storicamente antagoniste: la componente agricola e la componente da FER.

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 l'insieme 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.

Altro importante tema, dato che l'agricoltura è 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 deve porre 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 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.

I principi enunciati hanno guidato il progetto del sottosistema agricolo di seguito illustrato.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 61 di 106

4.3.2 Piano agricolo

4.3.2.1 Oliveti

L'olivicoltura riveste in Sardegna un'importanza rilevante non solo sotto il profilo economico ma anche per alcuni aspetti legati alla storia, alle tradizioni, al paesaggio e alla complessiva salvaguardia del territorio. In linea col trend nazionale, l'olivo rappresenta l'unica coltura arborea con tendenza espansiva, coprendo l'1,-1,8% della superficie regionale.

La coltivazione è presente in quasi tutti i comuni dell'Isola, con una diffusione "a macchia di leopardo" e con aree di concentrazione consolidate nel tempo come l'area vasta del Sassarese, il Parteolla, la zona di Oliena, il *Montiferru*, il *Linas* e altre ancora. L'olivo predilige i climi temperato-caldi con precipitazioni non abbondanti ma elevata illuminazione; mal sopporta gli abbassamenti di temperatura invernali, specie se duraturi, ed anche eccessiva siccità. Si adatta a tutti i tipi di terreno anche se fortemente calcarei, resiste fino al 20% di calcare attivo, purché senza ristagni idrici nelle zone esplorate dalle radici.

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

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

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

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

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

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 62 di 106

In considerazione delle caratteristiche pedo-morfologiche delle superfici, della cultivar e della forma di allevamento adottata, si ritiene opportuno sviluppare un sesto di impianto di 6x5, pertanto con una distanza di 6 metri tra le fila e una distanza tra le piante di 5 metri. Nel complesso la superficie in cui potrà realizzarsi l'oliveto avrà una estensione pari a circa 2,53 ha con un investimento totale di piante di circa 840/850 unità. La forma di allevamento adottata dovrà essere il vaso policonico, la più adatta in base al contesto, che consenta di tenere una forma bassa al fine di favorire la raccolta manuale o semimeccanizzata. In questa fase non si tiene conto della configurazione geometrica delle superfici interessate ma si prende in considerazione l'estensione delle superfici disponibili da indirizzare alla coltura. Pertanto, il numero di giovani esemplari da piantumare è ritenuto una stima approssimativa soggetta a variazioni.

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

La varietà scelta dovrà essere autofertile capace di adattarsi al meglio nelle superfici interessate.

Nella scelta delle varietà si propende all'utilizzo della "bosana", particolarmente diffusa in tutte le aree a vocazione olivicola del centro e del nord della Sardegna (Sassari, Alghero, *Marghine* e *Planargia*)

È una cultivar di media vigoria, a portamento espanso, con foglie ellittico-lanceolate, piane, di medio sviluppo. Le olive sono di pezzatura media (2,5-3 g), forma leggermente ovoidale, abbastanza simmetrica, con il diametro maggiore verso lenticelle di piccole dimensioni. L'invasatura (colorazione della buccia del frutto) procede iniziando dall'apice ed è abbastanza scalare. La colorazione inizialmente rosso-violaceo, a maturità è nera. È una cultivar medio-tardiva. Tradizionalmente usata per l'estrazione dell'olio, in grado di dare buone rese e ottime caratteristiche dell'olio, ricco di polifenoli. Le drupe di maggiore pezzatura sono spesso destinate alla trasformazione come olive da mensa, sia verdi sia nere. È considerata un pregio la proprietà di non scolorire durante la lavorazione. È ritenuta una cultivar molto produttiva, adatta anche per l'impianto di oliveti intensivi anche con sestri abbastanza stretti. Ha una tendenza all'alternanza che si può limitare negli oliveti intensivi con le adeguate cure colturali. Ha una media autofertilità, pertanto si avvantaggia della presenza di impollinatori. Non presenta particolare sensibilità alle principali avversità, fatta eccezione per l'occhio di pavone, soprattutto nei comprensori più umidi della Sardegna centrosettentrionale, ha una alta resistenza al caldo e alla tignola.

Per quanto riguarda la gestione dell'irrigazione, l'impianto sarà sviluppato in asciutta, ma verrà garantita nelle prime fasi di avviamento e di stress idrico un'irrigazione di soccorso, mediante autobotti, fondamentale per superare il periodo critico. I volumi irrigui dipendono da un insieme di fattori quali le caratteristiche del terreno, il portainnesto, la cultivar, il microclima dell'areale di coltivazione e la fase fenologica della coltura. Indicativamente si stima un volume pari a 92 litri d'acqua mensili a pianta ripartiti in due interventi irrigui per un periodo totale di quattro mesi da

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 63 di 106

giugno a settembre. In totale la quantità d'acqua utilizzata potrebbe corrispondere a 310.567 litri pari a 310,567 m³ annui da impiegare fino al 3° anno della coltura. Ad ogni modo Il fabbisogno idrico dell'impianto arboreo potrà essere monitorato e calibrato su misura attraverso l'integrazione dei modelli di Agricoltura 4.0. Ad ogni modo, il fabbisogno idrico dell'impianto arboreo potrà essere monitorato e calibrato su misura attraverso l'integrazione dei modelli di Agricoltura 4.0.

Nella messa a dimora, l'epoca di impianto deve permettere alla pianta il perfetto attecchimento e la lignificazione degli organi epigei, la certezza della immediata e continua disponibilità idrica per facilitare la colonizzazione delle radici del terreno, il corretto allineamento e l'adeguata profondità di piantagione. Il periodo migliore per la messa a dimora è compreso tra marzo ed aprile onde evitare i freddi intensi.

È importante che ogni pianta sia provvista di un protettore in polycarbonato (*shelter*) e munita di un tutore di sostegno in bambù da 80cm fondamentali nei primi due anni durante la lignificazione del fusto. Lo *shelter* crea le condizioni ideali per lo sviluppo della pianta e la protegge da parassiti, roditori, trattamenti erbicidi e danneggiamenti meccanici. La messa a dimora potrà avvenire già dalle prime fasi di realizzazione dell'impianto agrivoltaico. Non sono previste lavorazioni di fondo nella fase di preimpianto ma lavorazioni localizzate finalizzate all'apertura delle buche che avranno una dimensione di 40cm di diametro e 40cm di profondità. Si suggerisce di procedere prima della piantumazione degli ulivi con una coltura leguminosa. Nelle fasi di post impianto si prevedono ispezioni periodiche finalizzate alla sostituzione delle fallanze, rincalzature e al ripristino di tutori e shelter.

Per quanto riguarda la gestione del suolo si prevede l'inerbimento artificiale in ottemperanza con la nuova PAC 2023, con particolare riferimento all'ECO 2. L'inerbimento è una tecnica colturale a basso impatto ambientale priva di lavorazioni meccaniche e prevede la crescita del cotico erboso a seguito di una semina con diverse specie auto riseminanti, che viene sottoposto a sfalcio periodico. La gestione del cotico erboso può essere effettuata con macchina trinciatrice nei primi anni di avviamento dell'impianto, successivamente potranno anche essere pascolati dalle greggi. Gli sfalci possono assolvere alla funzione di pacciamante o utilizzati come foraggi per gli ovini.

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 64 di 106

realizzazione dei prati pascolo permanenti (paragrafo 5.3.1.2).

Nella gestione della nutrizione, le analisi chimiche del terreno e i monitoraggi pedologici previsti saranno necessari per sviluppare, all'occorrenza, piani di concimazioni naturali adeguati ed evitando di intervenire nei periodi di massimo sviluppo della flora spontanea che caratterizza il cotico erboso.

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

4.3.2.2 Colture foraggere a rotazione irrigue

La rotazione delle colture è il sistema in cui diverse specie vengono coltivate sullo stesso terreno in successione ricorrente e rappresenta il mezzo 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 21,2 ha.

La scelta delle colture, da avvicendare nell' aree preposte ricade tra: trifoglio, orzo, erba medica, veccia e favino da granella che potranno essere alternate durante la fase di esercizio dell'impianto. In particolare tra queste la coltura che fornisce alle aziende un beneficio importante in termini di produzione zootecnica è l'erba medica che potrà essere coltivata nelle aree idonee. La produzione potrà essere utilizzata come foraggiamento per il bestiame. Affinché possa essere garantita una produzione foraggera cospicua all'interno dell'agrivoltaico dovrà prevedersi la realizzazione dell'impianto irriguo.

Il sistema di irrigazione più adatto è quello ad aspersione in cui si prevede la disposizione al di sotto di ogni fila dei moduli fotovoltaici un'ala singola superficiale. Ogni 3,5 metri verrà posizionato un irrigatore.

L'ala singola superficiale è una soluzione pratica poiché permette l'ispezione periodica del tubo e la tempestiva risoluzione di rotture accidentali o malfunzionamenti. Inoltre, la posizione centrale al di sotto dei tracker non disturba la macchina nelle operazioni colturali.

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, qualità dell'acqua, efficienza impiantistica, capacità gestionale e 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 65 di 106

attraverso l'integrazione dei modelli di Agricoltura 4.0.

4.3.2.2.1 *Medicai*

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. Nei confronti del pH l'erba medica predilige una leggera alcalinità per cui non tollera l'acidità. 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.

4.3.2.3 Prati pascolo permanenti per gli ovini

Il sistema agrivoltaico permette la piena compatibilità con le attività di pascolo ovino; pertanto, si prevede la realizzazione di prati-pascolo permanenti per una superficie complessiva pari a circa 19,05 ha, conciliando 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 66 di 106

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

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

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 67 di 106

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), *Hedysarum coronarium* (sulla), *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.

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.

In tale senso il pascolo dovrà essere gestito mediante turnazione, un sistema detto a rotazione che prevede la suddivisione in lotti. Pertanto, si prevedono all'interno dell'agrivoltaico 3 aree adibite a prato pascolo permanente. Le aree adibite a prato pascolo saranno circoscritte e separate, qualora già non lo siano secondo il disegno progettuale, da chiudenda metallica di altezza pari a 1m disposta perimetralmente alla viabilità interna prevista. I seguenti "lotti" sono così ripartiti:

- 1 aree nelle particelle catastali n. 42, 43 e 69 dell'estensione di 6,4556 ha;
- 1 area inclusa nelle particelle n. 42, 43 e 69 dell'estensione di 5,6910 ha;
- 1 area inclusa nella particella n. 42, 43 e 69 dell'estensione di 6,9060 ha;

A turnazione dovrà essere garantito il completamento della fioritura del prato permanente evitando sfalci o pascolo al fine di garantire la presenza di risorse nutritive per gli insetti pronubi.

4.3.2.4 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 del sistema agrivoltaico porterebbe ad una serie di vantaggi sotto l'aspetto agricolo e ambientale. Le api possono fornire un adeguato servizio di

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 68 di 106

impollinazione in favore della biodiversità floristica locale. La gestione per inerbimento controllato sottoforma di prati pascoli perenni e la coltivazione dei medicaï rappresenta un aspetto migliorativo dell'agroecosistema poiché origina microhabitat idonei per le fioriture ad alto potenziale mellifero. Inoltre, grazie all'ombreggiamento delle strutture FV e alle irrigazioni, le fioriture potranno prolungarsi per un tempo maggiore nei periodi tipicamente poveri. In più sono previste delle superfici specifiche pari a circa 1,84 Ha con piante mellifere dedicate esclusivamente alle api in cui non sono previste operazioni di sfalcio per tutto il periodo che si estende dalla germinazione alla completa fioritura.

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. Con tali finalità, le aree ritenute idonee vengono individuate all'interno della particella catastale n. 30, come indicato nella Figura 4.1. Le fasce vegetate naturali preesistenti agiranno da frangivento naturali e le arnie potranno essere posizionate sotto le piante.

Si prevedono in totale 30 arnie; se ritenuto opportuno il numero potrebbe essere eventualmente 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 69 di 106

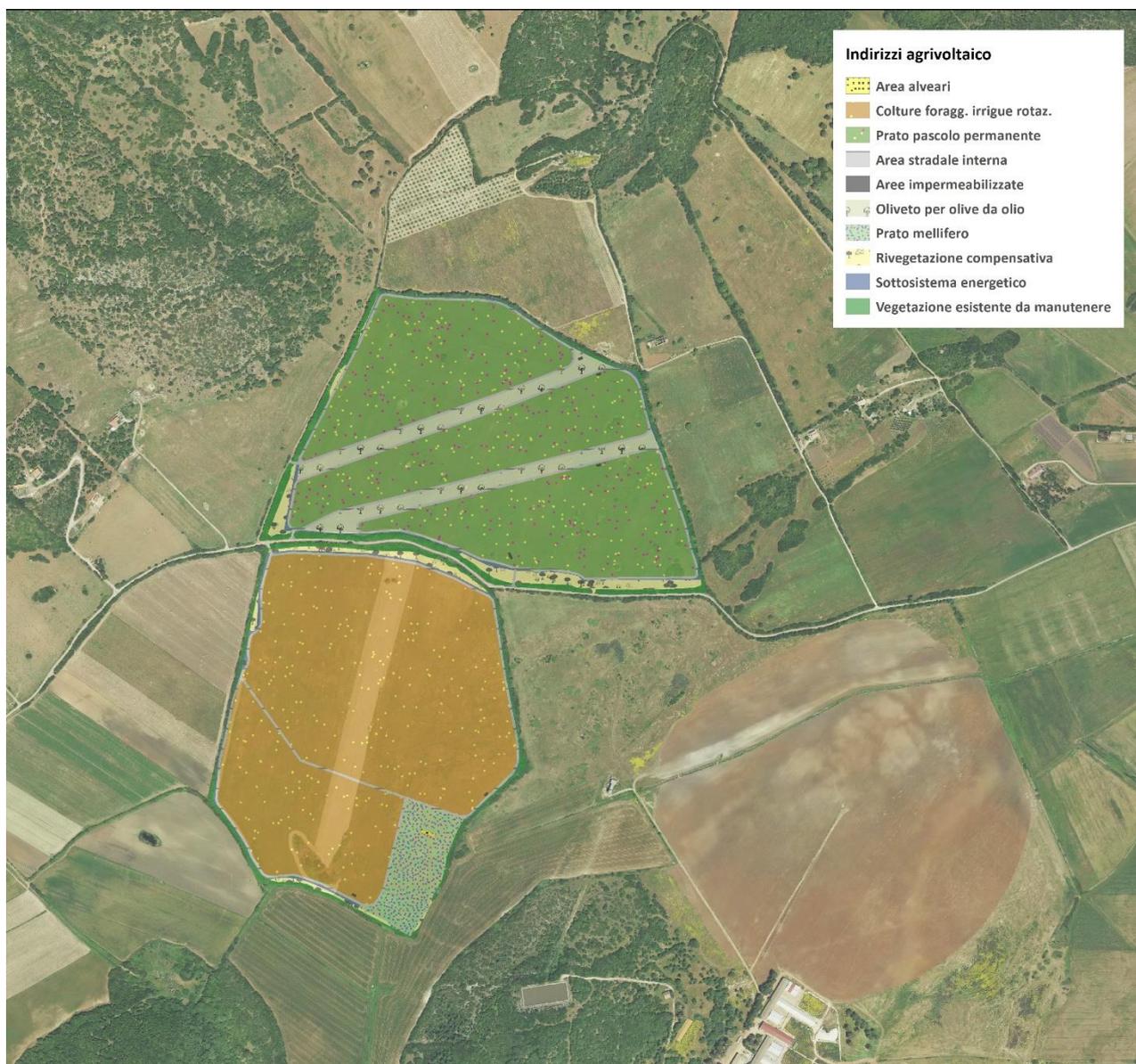


Figura 4.1 Carta degli indirizzi d'uso del suolo e produttivi dell'agrivoltaico avanzato Corte.

4.3.3 Stima della produzione standard post operam

La stima della produzione standard post operam vede oltre alle colture inserite come scelta progettuale del sottosistema agricolo, una lieve diminuzione delle aree sottoposte agli usi agricoli legata sostanzialmente alla presenza durante la vita utile dell'impianto della viabilità di progetto che non può essere ascritta alle categorie produttive agricole.

Particella 29			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
10.86.37	Colture foraggere a rotazione	733,00 €	7.963,09 €

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 70 di 106

--

Particella 30			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
09.69.52	Colture foraggere a rotazione	733,00 €	7.106,58 €
01.60.20	Aree di interesse apistico	0,00 €	0,00 €
30	Api (alveare)	190,00 €	5.700,00 €

Particella 42			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
06.26.11	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	2.254,00 €
00.67.41	Oliveti - per olive da olio	1.548, 00 €	1.043,51 €

Particella 43			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
11.32.59	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	4.077,32 €
01.28.20	Oliveti - per olive da olio	1.548, 00 €	1.984,54 €

Particella 48			
S.A.U ha / unità	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
00.38.10	Colture foraggere a rotazione	733,00 €	279,27 €
00.23.57	Aree di interesse apistico	0, 00 €	0,00 €

Particella 69			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
01.46.58	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	527,69 €
00.57.57	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548, 00 €	891,18 €

Particella 93			
S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
04.48.23	Colture foraggere a rotazione	733,00 €	190,43 €

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 71 di 106

Produzione Standard (PS) post operam				
Particella	S.A.U ha	Indirizzo produttivo	€/ ha	Produzione standard
29	10.86.37	Colture foraggere a rotazione	733,00 €	7.963,09 €
30	09.69.52	Colture foraggere avvicendate	733,00 €	7.106,58 €
	1.60.20	Aree di interesse apistico	0,00 €	0,00 €
	30	Api (alveare)	190,00 €	5.700,00 €
42	06.26.11	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	2.254,00 €
	00.67.41	Oliveti - per olive da olio	1.548, 00 €	1.043,51 €
43	11.32.59	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	4.077,32 €
	01.28.20	Oliveti - per olive da olio	1.548, 00 €	1.984,54 €
48	00.38.10	Colture foraggere a rotazione	733,00 €	279,27 €
	00.23.57	Aree di interesse apistico	0, 00 €	0,00 €
69	01.46.58	Prati permanenti e pascoli	360,00 €	527,69 €
	00.57.57	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548, 00 €	891,18 €
93	04.48.23	Colture foraggere a rotazione	733,00 €	190,43 €
TOTALE	44.62.20			32.017,61€

In totale si stima una produzione standard pari 32.017,61 € su una superficie agricola utilizzabile pari a circa 44.62.20 SAU ha.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 72 di 106

5 MONITORAGGI

5.1 Monitoraggio della componente suolo

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 individuare, alla fine dell'esercizio, le più efficaci azioni di recupero. Con tali finalità andranno operate mirate valutazioni delle caratteristiche pedologiche del sito al termine delle operazioni di dismissione, al fine di restituire adeguate condizioni di fertilità e di capacità d'uso in rapporto alla situazione *ex-ante*.

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 (*subsoil*), 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 73 di 106

sarà maggiore sarà la vulnerabilità in caso di disturbo.



Figura 5.1 - 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 questi parametri 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 più ravvicinato nella fase di avvio dell'attività di produzione energetica per poi diminuire negli anni sino alla fase di dismissione dell'impianto.

5.1.1 Piano di monitoraggio

Il Piano di monitoraggio è 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 evidenzia 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.

Le azioni di monitoraggio di seguito illustrate sono state pianificate in accordo con:

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 74 di 106

- 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 AGRIS (Regione Sardegna);
- le Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra” redatte dalla Regione Piemonte, in collaborazione con IPLA;
- le linee guida (giugno 2022) in materia di impianti agrivoltaici elaborate dal MiTE;
- 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 75 di 106

stoccata, con spandimento regolare ed omogeneo finalizzato alla ricostituzione dell'orizzonte A (orizzonte vegetale) del suolo.

5.1.4 Fase post operam

Saranno oggetto di monitoraggio nella fase di esercizio (in operam) i parametri chimici previsti nelle linee guida della regione Piemonte oltre a i caratteri e proprietà fisiche che si ritiene possano essere influenzati dalla presenza del campo fotovoltaico. Il campionamento verrà effettuato mediante trivella pedologica manuale 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 e 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 76 di 106

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 Premessa

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.

L'attività di monitoraggio delle colture nel progetto in questione seguirà i modelli dell'agricoltura 4.0 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 77 di 106

Per ogni obiettivo da raggiungere viene è stata sviluppata una scheda tecnica corredata 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.

5.2.2 Aspetti metodologici generali

5.2.2.1 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 78 di 106

- 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.

5.2.2.2 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.

5.2.2.2.1 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 79 di 106

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.

5.2.2.2.2 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.

5.2.2.2.3 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).

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 80 di 106

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.

5.2.3 Monitoraggio del risparmio idrico

Stando al requisito D1 riportato nel paragrafo 2.2.4 il monitoraggio del consumo idrico varia in funzione della disponibilità irrigua nelle superfici interessate dal progetto solare. Nelle aziende con colture in asciutta, 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 dal campo solare.

Allo stesso modo anche nelle aziende con colture irrigue questo effetto potrebbe rappresentare una soluzione per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica ma è importante che il sistema agrivoltaico preveda specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua adoperata.

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 in merito alla disponibilità irrigua le superfici possono essere distinte in due settori uno in cui è possibile l'approvvigionamento irriguo dal consorzio di bonifica della Regione Sardegna. Mentre il secondo sarà condotto in asciutta. Pertanto il monitoraggio dovrà essere sviluppato tenendo in considerazione di questo aspetto. Nelle superfici non irrigue pertanto si prevede un monitoraggio delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione. Nell'area irrigua invece l'utilizzo della

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 81 di 106

risorsa idrica monitorata dipenderà da una serie di variabili non sempre prevedibili che riguardano il tipo di coltura, la tecnica colturale, gli apporti idrici naturali e dall'evapotraspirazione così come la tecnica di irrigazione.

5.2.3.1 Fase ante operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi.

5.2.3.2 Fase in operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi

5.2.3.3 Fase post operam

Durante la fase di esercizio dell'impianto nell'area in asciutta è previsto il monitoraggio delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 82 di 106

Tabella 5.1 - Scheda monitoraggio delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione

CHECK 01a	
Oggetto	Risparmio idrico
Obiettivo	<u>Monitoraggio delle precipitazioni e dell'evapotraspirazione</u>
Fase (AO, CO, PO)	Corso d'opera
Modalità	I dati agrometeorologici verranno acquisiti da un numero definito di stazioni e sensori che verranno installate sul campo. Le unità centrali saranno dotate anche di pluviometro cui informazioni permetteranno di sviluppare dei modelli previsionali utili per programmare le attività colturali, creare statistiche ed evidenziare dei trend e misurare i valori di evapotraspirazione fuori e dentro il campo solare.
Indicatori	Pioggia (mm), bagnatura fogliare, umidità del terreno
Frequenza (AO, CO, PO)	I dati vengono acquisiti in tempo reale
Azioni correttive	Qualora il valore di evapotraspirazione all'interno del campo solare sia superiore rispetto all'esterno si prevede una gestione del cotico erboso attraverso lo sfalcio. Ciò consentirà di ridurre la quantità d'acqua sfruttata dalle specie erbacee all'interno del campo solare.

Oltre al monitoraggio dell'efficienze delle del risparmio si ritiene opportuno predisporre un piano per colture permanenti che consentirà di ottimizzare al meglio il consumo irriguo. Il fabbisogno idrico potrà essere efficacemente monitorato e calibrato con l'applicazione dei modelli di agricoltura 4.0. L'indicatore prescelto è l'indice NDMI (indice di stress idrico) che verrà acquisito da satellite ogni 5 giorni ad una risoluzione spaziale di 3metri/pixel. I dati consentiranno ad esperti tecnici di agricoltura di precisione, di sviluppare delle mappe utili ad accertare le aree che presentano problemi di stress idrico. Attraverso questa procedura sarà possibile identificare il momento migliore per irrigare le colture agendo in maniera precisa e puntuale ottimizzando la quantità di acqua utilizzata. In assenza dell'impianto irriguo nelle superfici in cui verrà sviluppato l'impianto arboreo l'acqua verrà somministrata mediante autobotti.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 83 di 106

Tabella 5.2 - Scheda monitoraggio fabbisogno idrico delle colture permanenti

CHECK 01b	
Oggetto	Risparmio idrico
Obiettivo	<u>Monitoraggio fabbisogno idrico dell'impianto arboreo</u>
Fase (AO, CO, PO)	Post opera
Modalità	<p>Le informazioni telerilevate verranno acquisite da satellite ad una risoluzione spaziale di 3 metri/pixel.</p> <p>I dati consentiranno di sviluppare delle mappe utili ad accertare le aree che presentano problemi di stress idrico. Attraverso questa procedura sarà possibile identificare il momento migliore per irrigare le colture agendo in maniera precisa e puntuale ottimizzando la quantità di acqua utilizzata.</p>
Indicatori	Indici vegetazionale NDMI
Frequenza (AO, CO, PO)	L'acquisizione temporale del dato satellitare è prevista ogni 5 giorni

Per quanto riguarda il monitoraggio del risparmio delle colture irrigue verrà monitorato attraverso un numero definito di contatori lungo la linea di adduzione del consorzio di bonifica che acquisiranno in tempo reale il volume di acqua utilizzata. Inoltre per evidenziare un miglioramento conseguente alla riduzione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico verranno messi a confronto a parità di coltura 2 tipologie di terreni attigui per il monitoraggio periodico dell'umidità: un medicaio senza pannelli e un medicaio con pannelli FV.

L'analisi e la comparazione dei dati evidenzieranno 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. Inoltre tramite il monitoraggio 4.0 il fabbisogno idrico potrà essere efficacemente monitorato e calibrato su misura.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 84 di 106

Tabella 5.3 - Scheda monitoraggio fabbisogno idrico colture foraggere

CHECK 01c	
Oggetto	Risparmio idrico
Obiettivo	<u>Monitoraggio fabbisogno idrico delle colture foraggere</u>
Fase (AO, CO, PO)	Post opera
Modalità	<p>Le informazioni telerilevate verranno acquisite da satellite ad una risoluzione spaziale di 3 metri/pixel. I dati consentiranno di sviluppare delle mappe utili ad accertare le aree che presentano problemi di stress idrico. Attraverso questa procedura sarà possibile identificare il momento migliore per irrigare le colture agendo in maniera precisa e puntuale ottimizzando la quantità di acqua utilizzata.</p>
Indicatori	Indici vegetazionale NDMI
Frequenza (AO, CO, PO)	L'acquisizione temporale del dato satellitare è prevista ogni 5 giorni

5.2.3.4 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.

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 85 di 106

Seguono le schede relative all'ottimizzazione della fertilizzazione e alla ratio del pascolo ovino.

5.2.4.1 Monitoraggio degli alveari 4.0 da remoto

L'avanzata dell'Agricoltura 4.0 anche nel settore apistico risponde all'esigenza di ottimizzare la gestione del lavoro in apiario consentendo di migliorare così il benessere e la tutela delle api.

Da questi insetti pronubi dipende circa il 70% delle colture di interesse alimentare e quasi il 90% delle piante selvatiche. I pericoli che corrono le api sono dovuti a cambiamenti climatici, malattie, parassiti, impoverimento degli habitat naturali e distruzione degli ecosistemi.

La tecnologia fornisce un significativo contributo agli apicoltori per far fronte a queste minacce sempre più preoccupanti ideando degli alveari 4.0 che prevedono il monitoraggio di alcuni essenziali parametri.

Installando dei sensori sull'alveare, l'apicoltore ha la possibilità di raccogliere preziosi dati da un semplice dispositivo mobile, connesso da remoto con un'unità centrale, sui principali parametri biologici dell'alveare. Misurare la temperatura, sia interna che esterna, il livello di umidità, il peso e l'intensità sonora dà informazioni importanti sullo stato di salute delle api.

La temperatura interna dell'arnia indica se le api si trovano in stato di riposo o in covata interna consente di capire se la regina è presente nell'alveare e se sta deponendo uova. La deposizione, infatti, si associa a una temperatura costante all'interno dell'alveare, che rimane sempre vicina ai 34-35°C e non segue le oscillazioni della temperatura esterna. Questo è un dato importante, soprattutto per capire le fasi di sviluppo dell'alveare e individuare il momento migliore per intervenire contro la varroa, un pericolosissimo parassita che minaccia costantemente la sopravvivenza dell'alveare.

Il peso dell'arnia è un indicatore importante per conoscere lo stato di salute della colonia o il livello di produzione. Ad esempio, un aumento in peso può significare che la regina sta deponendo le uova e/o che le altre api stanno producendo il miele. Una riduzione potrebbe significare una perdita di produzione o un blocco della covata.

Quindi conoscere questi valori in tempo reale è fondamentale per organizzare e razionalizzare il lavoro dell'apicoltore.

Inoltre, attraverso delle nuove metodiche di ricerca biomolecolare è possibile utilizzare il miele prodotto dalle api come strumento di monitoraggio degli ecosistemi e degli agroecosistemi. L'analisi del DNA consente di definire il grado di biodiversità rilevando la ricchezza entomologica dell'ambiente; tracciare la presenza di insetti dannosi per le piante e misurare la concentrazione degli elementi in traccia per valutare il livello di inquinamento ambientale.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 86 di 106

Tabella 5.4 - Scheda monitoraggio degli alveari

CHECK 02a	
Oggetto	Produttività dell'apicoltura
Obiettivo	<u>Monitoraggio da remoto degli alveari</u>
Fase (AO, CO, PO)	Post opera
Modalità	Per ogni arnia verrà installato uno strumento a doppia slitta antiscivolo costituito da una bilancia e un sensore interno. I dati verranno trasmessi da remoto e saranno consultabili da qualsiasi dispositivo mobile. Le informazioni permetteranno agli apicoltori di gestire meglio il loro lavoro, intervenendo solo quando necessario, aumentando la produttività e l'efficienza.
Indicatori	temperatura interna, peso dell'arnia, livelli di umidità
Frequenza (AO, CO, PO)	Acquisizione del dato ogni 2 ore

5.2.5 Monitoraggio della fertilità del suolo

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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 87 di 106

5.2.5.1 Fase ante operam

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

5.2.5.2 Fase in operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi.

5.2.5.3 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 88 di 106

Tabella 5.5 - Scheda monitoraggio degli elementi nutritivi del suolo e ottimizzazione della fertilizzazione

CHECK 03a	
Oggetto	Produttività agricola
Obiettivo	<u>Ottimizzazione della fertilizzazione</u>
Fase (AO, CO, PO)	Post opera
Modalità	<p>Le informazioni telerilevate verranno acquisite sia da satellite ad una risoluzione spaziale di 3 metri/pixel.</p> <p>I dati consentiranno di sviluppare delle mappe di prescrizione di concimazione in funzione della vigoria delle piante nelle superfici coltivate. In base a questo processo si potranno definire delle 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.</p>
Indicatori	Indice vegetazionale NDVI
Frequenza (AO, CO, PO)	L'acquisizione temporale del dato satellitare è prevista ogni 5 giorni

5.2.5.4 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 89 di 106

5.2.6 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.

5.2.6.1 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 stazione meteo più vicina che è quella di Olmedo.

5.2.6.2 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.

5.2.6.3 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 90 di 106

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. Inoltre, l'irrigazione dei pascoli permanenti può rappresentare un'azione correttiva nella riduzione della temperatura.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 91 di 106

Tabella 5.6 Scheda Monitoraggio delle variazioni microclimatiche

CHECK 04a	
Oggetto	Impatto sulle colture
Obiettivo	<u>Monitoraggio delle variazioni microclimatiche</u>
Fase (AO, CO, PO)	Ante opera e Post opera
Modalità	<p>Le informazioni utili per il monitoraggio verranno acquisite sia da satellite ad una risoluzione spaziale di 3-5 metri/pixel che da stazioni meteo e sensoristica annessa.</p> <p>Le informazioni telerilevate consentiranno di sviluppare delle mappe termiche in grado di registrare le variazioni di calore dell'impianto. L'interpretazione del dato consentirà di verificare gli effetti della variazione termica sulle colture e sul suolo.</p> <p>I dati agrometeorologici verranno acquisiti da un numero definito di stazioni meteo e una rete di sensori disposti a terra sotto e fuori pannello. I valori acquisiti da remoto consentiranno di verificare l'effetto dei pannelli fotovoltaici sulle colture attraverso la variazione dei parametri agrometeorologici. In questo modo si potranno sviluppare dei modelli previsionali creare statistiche ed evidenziare dei trend.</p>
Indicatori	<p>Satellite: infrarosso termico (TIR)</p> <p>Sensori: pioggia, intensità del vento, pressione atmosferica, umidità del suolo, temperatura terreno- aria, bagnatura fogliare.</p>
Frequenza (AO, CO, PO)	<p>L'acquisizione temporale del dato satellitare è prevista a cadenza giornaliera.</p> <p>I sensori acquisiscono le informazioni in tempo reale.</p>

5.2.6.4 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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 92 di 106

6 RISPONDENZA DEL SISTEMA AI REQUISITI DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO

I seguenti prospetti riepilogano sistematicamente l'osservanza dei requisiti previsti dalle LL.GG. ministeriali degli impianti agrivoltaici.

Ai fini delle verifiche dei suddetti requisiti si assumono le seguenti definizioni:

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 (sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione)</i>
S_{pv}	<i>Somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici (a 0°) costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)</i>
S_{energetica}	<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.): le superfici cabine corrispondono a 0,0227 ha mentre la viabilità occupa 2,5 ha.</i>
S_{agricola}	<i>SAU superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo (superficie fondiaria al netto delle aree occupate dalla viabilità e cabine di impianto nonché della fascia di mitigazione):</i>

Nel caso specifico i suddetti indicatori sono così quantificati:

$$S_{tot} = 513.800 \text{ m}^2 = 51,38 \text{ ha}$$

$$S_{pv} = 157.000 \text{ m}^2 = 15,70 \text{ ha}$$

$$S_{agricola} = 446.000 \text{ m}^2 = 44,60 \text{ ha}$$

Nel proseguo si riporta la puntuale verifica dei predetti requisiti.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 93 di 106

REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola		
S_{tot}		51,38
$0,7 S_{tot}$		35,96
$S_{agricola}$		44,6
Sagricola \geq 0,7 S tot		
VERIFICATO		
REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)		
S_{pv}		15,7
S_{tot}		51,38
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 del sistema agrivoltaico.</i>	30,55 %
LAOR = 30,55 \leq 40%		
VERIFICATO		

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 94 di 106

REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola		
	<i>Ante operam</i>	<i>Post operam</i>
Indirizzo produttivo	Seminativi (Avena, Orzo, Trifoglio, Erbai Fave, semi, granello)	Prati permanenti e pascoli
Indirizzo produttivo	Pascoli magri	Coltura foraggiere a rotazione
Indirizzo produttivo		Oliveti – per olive da olio
Indirizzo produttivo		Aree di interesse apistico
Indirizzo produttivo		Api (alveari)
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area (€/ha) (valori produzione standard 2017 Sardegna, fonte RICA)	733,00 € (valore medio produzione Standard delle colture)	360,00 €
	132,00 €	1.548,00 €
		1.548,00 €
		0,00 €
		190,00 €
Sup. (ha)/ unità * valore medio	17.488,06 €	6.859,01 €
	3.276,75 €	15.539,38 €
		3.919,23 €
		5.700,00 €
(PS) - Produzione Standard	20.764,82 €	32.017,61€
VERIFICATO		

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 95 di 106

REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima

Modulo	Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale Vertex TSM-DEG21C.20 650 della Trina solar®	Potenza nominale [Wp]		650
		Dimensioni	L [mm] =	2384
			P [mm] =	1303
	Sup. energetica	S_{energetica} [ha] =	47,44	
Impianto agrivoltaico Potenza = 26,00 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =			67,9
	FV_{agri} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =			1,32
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 45,14 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [GWh/anno] =			92,9
	FV_{standard} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =			1,81

*Inseguitori solari con interdistanze ridotte a valori standard

$$FV_{agricola} \geq 0,6 FV_{standard}$$

VERIFICATO

REQUISITO C - Adottare soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

TIPO 1	l'altezza media (inseguitori solari) 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 Zootecnica	Hmed
		<i>moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura</i>		2,8 m
Attività zootecnica - Hmed = 1,3 m		Attività colturale - Hmed = 2,1 m		
VERIFICATO PER ATTIVITÀ ZOOTECNICA				

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 96 di 106

REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico

<p><u>Aziende con colture irrigue:</u> 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. 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).</p>
<p><u>Aziende con colture in asciutta:</u> 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 evidenzieranno 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 periodica redatta da parte del proponente.

VERIFICATO

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

Esistenza e resa della coltivazione	<i>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).</i>
Mantenimento dell'indirizzo produttivo	

Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo

VERIFICATO

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 97 di 106

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 di autocontrollo redatta dal Proponente

VERIFICATO

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 98 di 106

7 CONCLUSIONI

Il territorio entro cui si propone la realizzazione del progetto di impianto agrivoltaico avanzato denominato "CORTE", come ampiamente descritto, ricade in un contesto agro-pastorale caratterizzato dalla presenza di suoli mediamente profondi che attualmente vengono utilizzati come pascoli, seminativi e presentano della limitazione che non permettono a questi suoli di rientrare nelle classi migliori della Land capability.

Tali limitazioni, in parte risultato di una certa variabilità spaziale delle unità fisiografiche rientranti all'interno delle superfici agricole interessate, sono rappresentate da: potenza ridotta, rocciosità affiorante, pietrosità superficiale e difficoltà di drenaggio. In virtù di ciò, si ritiene il prospettato instaurarsi del sistema agro-energetico non comporti una perdita dal punto di vista produttivo ma, concorra ad utilizzare al meglio le superfici presenti in base alle potenzialità.

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 0,026 ha, rispetto al totale delle superfici fondiarie (51 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 superficie coinvolte nella realizzazione della viabilità di servizio, la locale modifica delle condizioni d'uso comporterà un'occupazione di suolo pari a 2,5 ha.

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

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 99 di 106

pascoli permanenti e degli alveari mitigano gli effetti dovuti alla parziale sottrazione di uso del suolo nel medio e lungo periodo innescando un modello produttivo sinergico.

In merito ai requisiti inerenti agli aspetti agronomici necessari a soddisfare i requisiti di agrivoltaico avanzato previsti dalle Linee Guida elaborate dal MiTE, gli stessi saranno verificati in quanto:

- la superficie minima per le attività agricole, pari a circa 44.6 ettari, sarà superiore al 70% della superficie complessiva afferente al sistema agrivoltaico, pari a 51,38 ettari;
- la percentuale di superficie occupata dai moduli fotovoltaici (LAOR) è pari a circa 15,7 ettari, ossia circa il 30,55% della superficie totale del sistema agrivoltaico, e dunque al di sotto del limite del 40% indicato dalle predette linee guida;
- la prosecuzione delle attività agricole verrà perseguita attraverso la creazione di prati pascoli permanenti e alle colture foraggere irrigue all'interno del sottosistema energetico (area funzionalmente dedicata al campo solare); nelle restanti superfici del sistema agrivoltaico, le colture arboree (oliveti) e le attività apistiche prospettano una resa economica superiore rispetto allo stato *ante operam* (pari a 31.827,18 € a fronte di 20.764,82 € in fase *ante operam*).
- l'altezza delle strutture è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici (altezza media dei moduli pari a 2,8 m).
- in riferimento al risparmio idrico trattandosi di superfici potenzialmente irrigue, questo parametro potrà essere monitorato mediante l'utilizzo di contatori posizionati lungo le linee di adduzione dell'acqua consortile. Inoltre, per valutare l'efficienza d'uso dell'acqua nel tempo e verificare un eventuale miglioramento verranno messe a confronto aree adiacenti, esterne al sistema agrivoltaico, condotte con la medesima coltura e facenti parte di aziende irrigue incluse nella rete consortile dotate anch'esse di contatori d'acqua. Tale comparazione sul consumo irriguo dovrà tenere conto delle inevitabili incertezze relative alla variabile climatica (esposizione solare). Allo stesso modo tale confronto dovrà essere svolto anche per le colture in asciutta.
- 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 100 di 106

- 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.

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 101 di 106

8 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

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

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

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

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

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

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.

CREA: CARDILLO C., GABRIELI G., VASSALLO M., La rete di informazione Contabile (RICA)

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

LAORE, MATTA G., PES I., ARCA G., FANCELLO F., et al. Olio extra vergine Sardegna,

COMMITTENTE 	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO "F-CORTE" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO IT/FTV/F-CORTE/PDF/A/RS/009-a
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA E PIANO COLTURALE	PAGINA 102 di 106

l'agroalimentare a marcio di qualità

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

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

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

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

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

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

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

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

YOU DEN 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 ITA-LIA, LE GREENHOUSE, S.E.A TUSCIA S.R.L, CONSIGLIO NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORE-STALI, 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/>