

**REGIONE SARDEGNA**  
**Provincia di Sassari**  
**COMUNE DI SASSARI**



**IMPIANTO FOTOVOLTAICO**  
**denominato "NURRA" da 35 MW**

<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>	
<p>Oggetto</p> <p style="text-align: center;"><b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b></p>	<p>Cod.elab. VGE-FVS-PD6</p> <p>scala</p>

Data	Rev.	Descrizione	Eseg.	Contr.	Appr.
Maggio 2023	1	Integrazioni documentali	IAT	GF	VGE
Luglio 2021	0	Emissione	IAT	GF	VGE



<p><b>A cura di:</b>                  I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.                  Dott. Ing. Giuseppe Frongia</p> <p><b>Gruppo di lavoro:</b>                  Ing. Giuseppe Frongia                  (cordinatore e responsabile)                  Ing. Marianna Barbarino                  Ing. Enrica Batzella                  Dott. Agr. Federico Corona                  Dott. Geol. Francesca Lobina                  Dott. Nat. Maurizio Medda                  Ing. Gianluca Melis                  Dott. Nat. Fabio Schirru                  Dott. Geol. Mauro Pompei                  Ing. Emanuela Spiga                  Dott. Matteo Tatti (Archeologia)</p>	<p><b>Progettazione:</b>                  Dott. Ing. Giuseppe Frongia</p> <div style="text-align: center;"> </div>
<p><b>Il Committente:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Volta Green Energy S.r.l.</b> </p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</p>	

<p><b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI                  www.iatprogetti.it</p> <div style="text-align: right;"> </div>	<p><b>Committente:</b>                  Volta Green Energy S.r.l.                  Corso di Porta Vittoria n. 4                  20122 - Milano                  PEC volta-ge.arn@pec.a2a.eu</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Formato	VGE-FVS-PD6_Analisi agronomica e studio interventi di mitigazione e inserimento ambientale File origine	VGE-FVS-PD6_Analisi agronomica e studio interventi di mitigazione e inserimento ambientale File di stampa	2021/0247 Codice pratica
---------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------



Elaborazioni: I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Santa Margherita 4, 09124 Cagliari, Tel./Fax +39.070.658297

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 1 di 56

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>IL CONTESTO TECNICO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
2.1	Definizioni di "Agro-Voltaico" .....	6
2.2	Potenzialità dell'agrivoltaico per i sistemi agricoli .....	7
2.3	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 . 9	
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO CATASTALE.....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO CLIMATICO .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA DEL SITO .....</b>	<b>15</b>
5.1	Inquadramento pedologico .....	15
5.2	Piano delle osservazioni pedologiche.....	18
5.3	Osservazioni pedologiche.....	19
5.4	Interpretazione delle analisi .....	23
5.4.1	Unità G3 (RdP N° 238).....	24
5.4.2	Unità G2 (RdP N° 239).....	25
5.4.3	Metalli .....	26
5.5	Il metodo della Land Capability Evaluation.....	27
5.6	Classificazione secondo la Land Capability Classification .....	30
<b>6</b>	<b>ASSETTO AGRICOLO ATTUALE E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO .....</b>	<b>32</b>
6.1	Uso attuale del suolo e contesto agrario .....	32
6.2	Uso futuro del suolo e suo inserimento nel contesto agrario .....	34
6.2.1	Stima del fabbisogno idrico delle colture .....	37
6.2.2	Principali operazioni colturali.....	39
6.2.3	Azioni di miglioramento del contesto agricolo-ambientale .....	41
6.2.4	Indicazione dei costi delle opere di miglioramento fondiario necessarie .....	42
6.3	Comparazione con la situazione ex ante.....	43
6.4	Rispondenza del sistema ai requisiti di un impianto agrivoltaico avanzato..	45
<b>7</b>	<b>ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI DEL PROGETTO SUL SISTEMA AGRICOLO .....</b>	<b>49</b>
7.1	Suolo.....	49
7.2	Agricoltura: aspetti generali e possibilità di integrazione del progetto con le attuali pratiche agricole .....	49



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  2 di 56

<b>8</b>	<b>MONITORAGGIO DEGLI INDIRIZZI PRODUTTIVI E AGRICOLTURA 4.0 .....</b>	<b>52</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>54</b>

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  3 di 56

## Elenco didascalie figure

Figura 1-1 – Inquadramento dell'area di progetto su Ortofoto .....	5
Figura 3-1 – Identificativi catastali. ....	13
Figura 1-1 Stazione di monitoraggio qualità dell'aria .....	14
Figura 5-1 Panoramica dell'area di intervento a Luglio 2021 .....	15
Figura 5-2 - Panoramica area di intervento con gregge al pascolo - aprile '23 .....	15
Figura 5-3 - Panoramica area di intervento con fienagione in corso aprile '23.....	16
Figura 5-4 - Panoramica area di intervento con operazione di pulizia crisantemo selvatico in corso aprile '23 .....	16
Figura 5-5 - Panoramica area di intervento con superfici incolte aprile '23.....	16
Figura 5-6 - Piano di campionamento. Schema rilievi e osservazioni su carta Udt Puc Sassari .....	17
Figura 5-7 - Piano dei campionamenti e aree di cantiere .....	19
Figura 5-8 – Paesaggio e dettaglio osservazione 1 .....	20
Figura 5-9 – Paesaggio e dettaglio Osservazione 2. ....	21
Figura 5-10 - Paesaggio e dettaglio Osservazione 3.....	22
Figura 5-11 Triangolo della Tessitura (USDA).....	24
Figura 5-12 Triangolo della Tessitura (USDA).....	25
Figura 5-13 - Land Capability e tipi d'uso effettuabili .....	27
Figura 6-1 - Inquadramento su Carta dell'uso del suolo .....	32
Figura 6-2 - Inquadramento su Corine Land Cover 2018 .....	33
Figura 6-3 - Ripartizione colturale Ante operam .....	34
Figura 6-4 - Definizione delle aree a disposizione .....	35
Figura 6-5 - Ripartizione colturale (mappa ruotata di -45°) .....	36
Figura 7-1 - Area di indagine sul Contesto Agricolo-ambientale .....	50
Figura 8-1 - Sensori per il monitoraggio degli impianti.....	53

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  4 di 56

## 1 PREMESSA

La presente relazione agronomica elaborata secondo le richieste contenute nelle note prot. n. 0027000 del 24/02/2023 del Ministero della Transizione Ecologica (ora Mase – Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica) e prot. n. 0024632-P del 30/06/2022 del Ministero della Cultura - Direzione Generale Archeologia Belle Arti e Paesaggio - Servizio V, sostituisce integralmente la relazione omologa depositata.



Scopo del presente lavoro è quello di effettuare la caratterizzazione in via preliminare delle risorse pedo-agronomiche delle aree di intervento, insistente sulla superficie d'intervento in agro del Comune di Sassari (SS) in località "S'Eligheddu", e di eseguire tutti i necessari rilievi, gli studi e la classificazione pedologica dell'area mediante raccolta ed analisi dei dati disponibili e rilievi speditivi in campo, comprendendo l'esecuzione dei profili di studio pedologico, la raccolta di campioni rappresentativi dell'area oggetto di indagine e la successiva analisi fisica interna mediante prova al setaccio e prova di reazione all'HCl, determinazione della dimensione e della forma delle aggregazioni e loro grado e consistenza, indicazione della scala cromatica con riferimento alla Munsell Soil Color Code.

Sulla base dei risultati ottenuti, lo studio definisce il piano colturale per il sistema ora inteso come agrivoltaico e la stima dei relativi costi da inserire in progetto, la verifica/dimostrazione che il sistema AgriPV sia conforme alle LLGG ministeriali del giugno 2022 anche attraverso l'elaborazione piano di monitoraggio conforme alla definizione di impianto AgriPV "avanzato" di cui all'art. 65 comma 1-quater e 1-quinquies del DL 24/01/2012 n. 1.

L'impianto avrà una potenza complessiva di 35 MW (potenza nominale lato DC pari a 35.08 MWp – Potenza lato AC di 30.0 MW), e sarà costituito da n. 2558 inseguitori monoassiali (tracker da n. 26 e 13 pannelli FV).

Si stima che l'impianto produrrà 61,6 GWh annui di elettricità, permettendo un risparmio di CO<sub>2</sub> immessa in atmosfera pari a 866.186 tonnellate nell'arco della sua vita utile, stimata in 30 anni (cfr. Elaborato GNI-FVS-RP1 - Relazione tecnica descrittiva).

Il sistema fotovoltaico per la produzione elettrica sarà configurato come "*insieme di tessere*", ciascuna delle quali invierà l'energia prodotta agli inverter e successivamente ad una cabina di trasformazione equipaggiata con n. 1 trasformatore MT/BT. All'interno della cabina si eleverà la tensione BT da 800 V fornita in uscita dagli inverter alla tensione MT di 30 kV per il successivo vettoriamento dell'energia alla stazione di trasformazione MT/AT in area condivisa con altro produttore, in prossimità della centrale elettrica di "Fiumesanto".

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 5 di 56

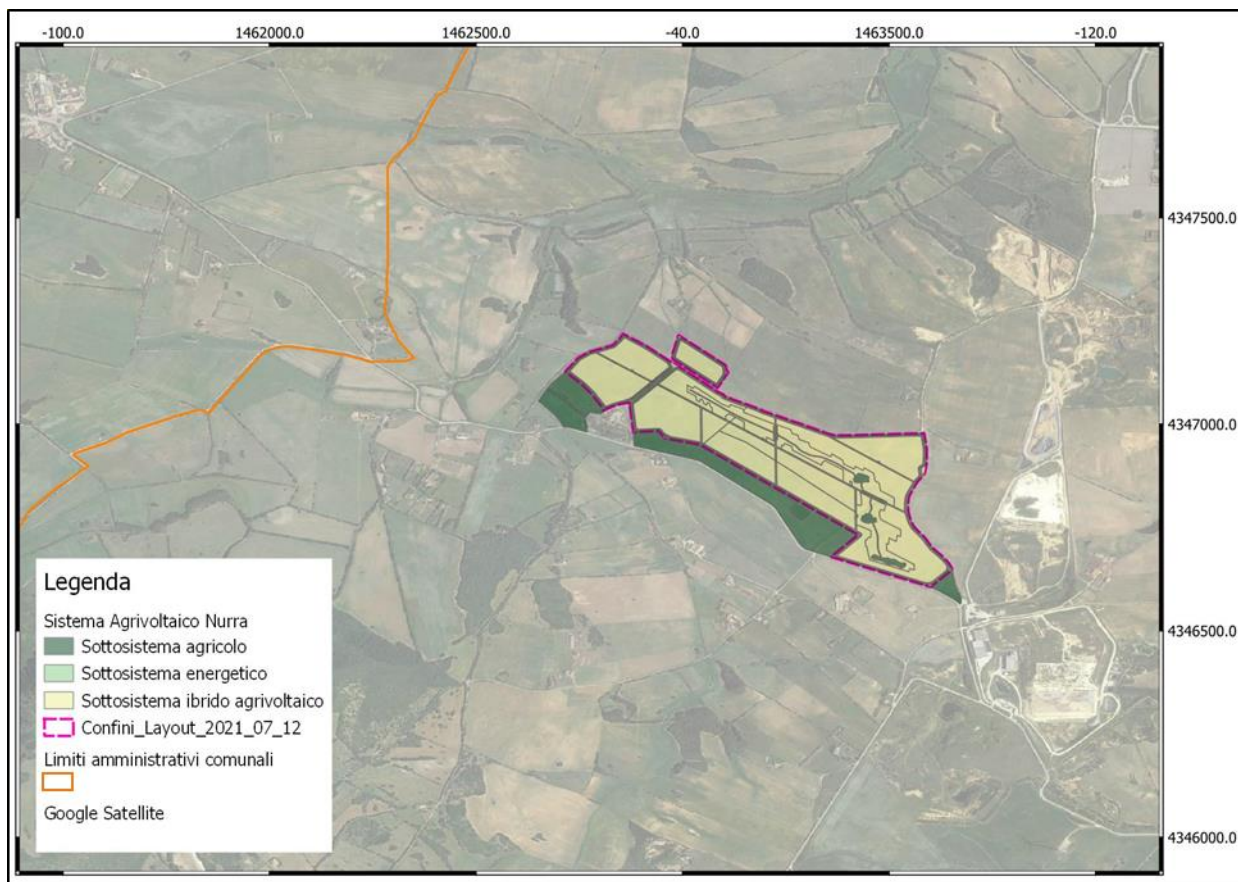




Figura 1-1 – Inquadramento dell'area di progetto su Ortofoto

Il sistema agrivoltaico, inteso come sistema complesso che integra sia la produzione agricola esclusiva (sottosistema agricolo) che la produzione da FER (sottosistema energetico – aree con funzionalità esclusivamente legate alla produzione di energia elettrica) che entrambe (sottosistema ibrido agrivoltaico – ad esempio le aree sotto i trackers destinate alla produzione agricola). Rispetto al precedente progetto esclusivamente fotovoltaico depositato, il progetto agrivoltaico di seguito illustrato comprende tutti i terreni contrattualizzati dalla Proponente e inserisce in questo nuovo assetto del progetto anche quelli che non erano stati destinati alle aree di produzione da FER per gli accordi presi con i proprietari che desideravano, in tali aree, proseguire le attività agro-zootecniche.

 CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  6 di 56

## 2 IL CONTESTO TECNICO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO

### 2.1 Definizioni di "Agro-Voltaico"

Le locuzioni "agro-fotovoltaico" o "agro-voltaico" o ancora "agri-voltaico" e "agro-photovoltaic" e le relative abbreviazioni "AFV", "AV" o "APV" indicano un moderno sistema di utilizzo dei terreni agricoli che integra la produzione di energia elettrica a quella agricola mediante la realizzazione di strutture capaci di captare e convertire l'energia solare in energia elettrica.



La definizione di impianto agro-voltaico è contenuta nella Legge 29 luglio 2021 n. 108 di Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure, con l'aggiunta all'art. 65 del Dlgs 24 gennaio 2012 dei seguenti commi: "1-quater. Il comma 1 non si applica agli impianti **agrovoltaici** che adottino 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 consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione. 1 -quinqües. L'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1 -quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione 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."

Sulla base di tali dispositivi, nel giugno 2022 sono state pubblicate dal MiTE le "Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici"<sup>1</sup>, con lo scopo di dichiarato di definire 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.

<sup>1</sup> Scaricabile dal sito del Ministero al seguente link: [https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee\\_guida\\_impianti\\_agrivoltaici.pdf](https://www.mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/PNRR/linee_guida_impianti_agrivoltaici.pdf)

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 7 di 56

- 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-quinqies, 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 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.

## 2.2 Potenzialità dell'agrivoltaico per i sistemi agricoli



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:



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 8 di 56

- 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.

Ciò premesso la reale capacità produttiva dei sistemi agrovoltaiici è un argomento di grande interesse per la comunità scientifica e attualmente oggetto di specifiche ricerche in diverse parti del mondo.

Ad esempio, una recente ricerca dagli Stati Uniti dal titolo “Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behaviour in Agrivoltaic Production System, pubblicato su *Frontiers in Sustainable Food Systems*”<sup>2</sup>, ha mostrato i numerosi vantaggi derivanti dalla combinazione tra il pascolo di agnelli e la produzione di energia solare. I ricercatori hanno scoperto, in particolare, che il rendimento complessivo del pascolo era lo stesso sia nei pascoli solari che nei campi aperti senza pannelli fotovoltaici.

Gli scienziati della Oregon State University hanno confrontato la crescita degli agnelli e la produzione di pascoli da pascoli in sistemi agrovoltaiici e pascoli aperti tradizionali per un periodo di due anni e hanno scoperto che la combinazione del pascolo di agnelli con la produzione di energia fotovoltaica ha diversi vantaggi per entrambe le attività.



La ricerca è stata condotta in una struttura agrovoltaica da 1,4 MW situata all’interno dell’università della Oregon State University nella primavera 2019 e 2020 e costituita da un impianto fotovoltaico orientato a est-ovest con i pannelli posti ad una distanza di 6 m tra le file. Questa disposizione offriva 3 metri di aree completamente ombreggiate e 3 metri di aree parzialmente ombreggiate (copertura al 50%). Sui terreni è stata misurata la quantità di biomassa prodotta e sono stati fatti pascolare liberamente gli agnelli, andando poi a rilevare gli incrementi di peso (indice di conversione in carne). Il risultato è stato che a fronte di una riduzione media della produzione di erba (-38%) si è avuto un incremento della qualità della stessa tale da determinare variazioni sul peso degli agnelli (rispetto a metodi tradizionali) del tutto trascurabili. Inoltre, si è rilevato che gli agnelli preferivano pascolare nelle zone in ombra, direttamente sotto i pannelli solari, per il 45%. Le attività di ruminazione invece avvenivano all’ombra dei pannelli per il 95% del tempo.

Altri studi tendono a comparare il grado di mantenimento degli habitat naturali nei sistemi agrovoltaiici con quelli dei sistemi colturali ad elevata intensità.

Nel documento dal titolo “Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks”<sup>3</sup> viene spiegato che la biodiversità potrebbe essere influenzata sia positivamente che negativamente dai parchi

<sup>2</sup>Frontiers - link: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.659175/full>

<sup>3</sup><https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121003531?via%3Dihub>

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 9 di 56

solari e dal cambiamento dell'uso del suolo associato. Nei paesaggi agricoli gestiti in modo intensivo e poveri di specie, tuttavia, i parchi solari possono aiutare a ripristinare le condizioni ideali per gli habitat degli impollinatori. "La creazione di habitat idonei sui parchi solari, che sono comunemente situati tra terreni agricoli a gestione intensiva, potrebbe offrire rifugi per gli impollinatori in paesaggi in cui è stato perso molto habitat, aumentando anche l'eterogeneità e la connettività del paesaggio", hanno sottolineato gli scienziati.

Infine, si cita lo studio dal titolo "Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem"<sup>4</sup> attraverso il quale sono stati indagati gli effetti dei pannelli solari sulla composizione delle piante, tempo di fioritura e comportamento di bottinamento degli impollinatori da giugno a settembre (dopo il picco di fioritura) in aree in piena ombra e in zone a ombra parziale sotto i pannelli solari, nonché in aree in pieno sole (controlli) al di fuori dei pannelli solari. Si è riscontrato che l'abbondanza floreale è aumentata e il tempo di fioritura è stato ritardato nelle parcelle in ombra parziale, il che ha il potenziale per avvantaggiare gli impollinatori di fine stagione negli ecosistemi con acqua limitata. L'abbondanza, la diversità e la ricchezza degli impollinatori erano simili in aree in pieno sole e in ombra parziale, entrambe maggiori che in piena ombra. I tassi di visita dei fiori impollinatori non differivano tra i trattamenti a questa scala. Ciò dimostra che gli impollinatori usano l'habitat sotto i pannelli solari, nonostante le variazioni nella struttura della comunità attraverso i gradienti d'ombra.



Vista la novità del settore, la letteratura scientifica di riferimento è ancora carente in Italia e non sono presenti modelli di gestione agronomica appositamente implementati sulla base di esperienze documentate in campo, per cui ci si aspetta in un immediato futuro di avere sempre migliori parametri per il dimensionamento, la comprensione e la valutazione delle potenzialità dell'agrivoltaico per i sistemi agricoli e le modalità di convivenza con gli usi tradizionali dei suoli.

### **2.3 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

<sup>4</sup> <https://www.nature.com/articles/s41598-021-86756-4>



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  10 di 56

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.

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

Requisito	Definizione generale	Sub Requisito	Definizione specifica
A	Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;	A.1 Superficie minima per l'attività agricola	Sugli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, $S_{tot}$ ) almeno il 70% della superficie è destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).  $S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$
		A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)	Al fine di non limitare l'aggiunta di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti si ritiene opportuno adottare un limite massimo di LAOR (% di superficie complessiva coperta dai moduli del 40 %):  $LAOR \leq 40\%$
B	Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere	B.1 Continuità dell'attività agricola: esistenza e resa della coltivazione e mantenimento dell'indirizzo produttivo	Confronto del valore produttivo <i>ante operam</i> con quello <i>post operam</i> .  $PSa \leq PSp$  Mantenimento dell'indirizzo produttivo o passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  11 di 56

	la continuità dell'attività agricola e pastorale;	B.2 Producibilità elettrica minima	La produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV <sub>agri</sub> in GWh/ha/anno), paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard (FV <sub>standard</sub> in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:  FV <sub>agri</sub> ≥ 0,6 FV <sub>standard</sub>
C	L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli.		L'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);</li> <li>• 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).</li> </ul>
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;	D.1 Monitoraggio del risparmio idrico	Per aziende in asciutta, analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici.  Prevedere specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento)
		D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola	Verifica dell'esistenza e della resa della coltivazione;  Verifica del mantenimento dell'indirizzo produttivo.  Mediante relazione tecnica asseverata da un agronomo.



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  12 di 56

<b>E</b>	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.	<b>E.1 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo</b>	Tramite analisi chimiche integrate nella relazione di cui al sub requisito D.2
		<b>E.2 Monitoraggio del microclima</b>	Tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto
		<b>E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici</b>	In fase di progettazione: produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;  In fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).

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 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.

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 13 di 56

### 3 INQUADRAMENTO CATASTALE

Dal punto di vista amministrativo l'area ricade interamente nel perimetro delle aree del comune di Sassari, ed è individuata catastalmente dai seguenti identificativi:

Comune	Foglio	Sezione	Numero	Superficie N.	Qualità
I452	19	B	111	97.861	SEMINATIVO
I452	19	B	324	20.433	PASCOLO
I452	19	B	379	112.093	SEMINATIVO
I452	19	B	40	30.802	SEMINATIVO
I452	19	B	41	226.383	SEMINATIVO
I452	19	B	55	99.992	SEMINATIVO
I452	28	B	56	5.193	SEMINATIVO
<b>Totale superficie</b>				<b>592.757</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

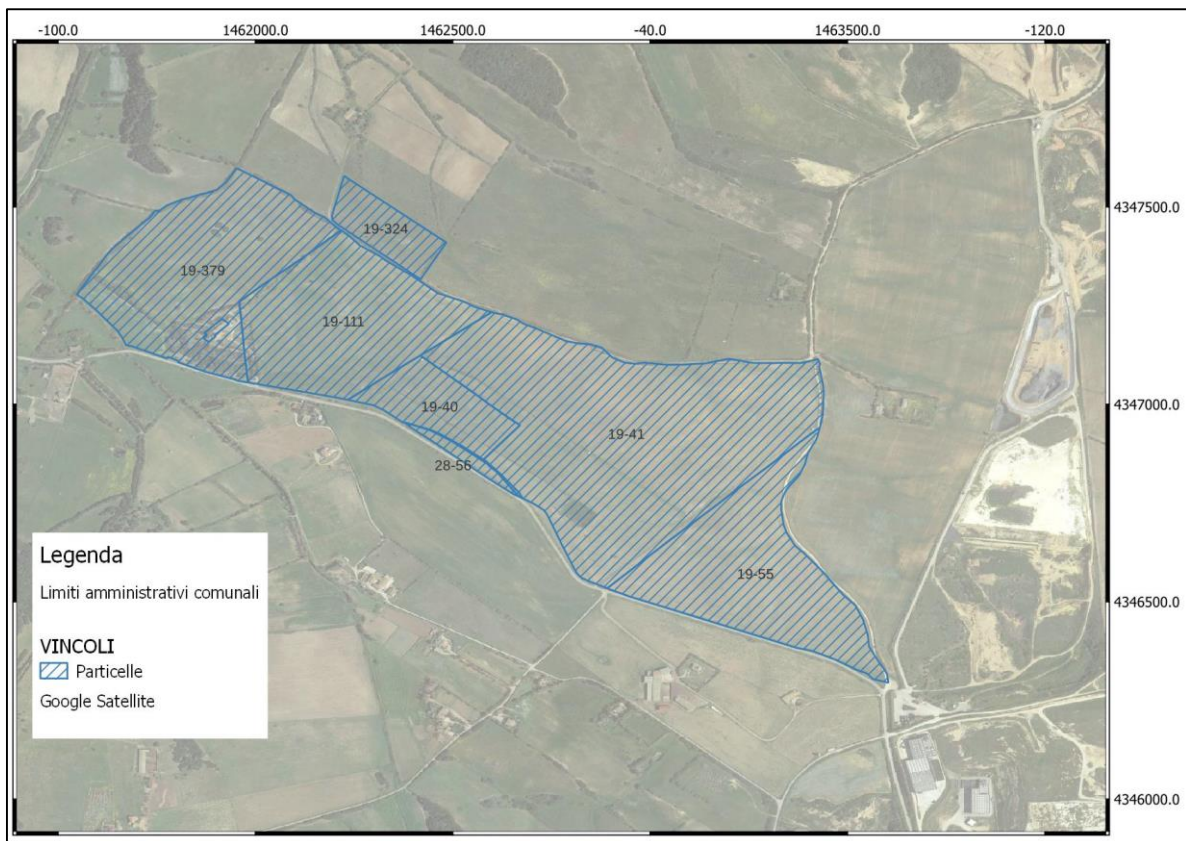




Figura 3-1 – Identificativi catastali.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  14 di 56

## 4 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Nel sito in esame il clima locale, tipico mediterraneo, è caratterizzato da scarse precipitazioni annue e temperature medie abbastanza elevate, così come riportato dai Risultati preliminari dell'Elaborazione della climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010 del dipartimento Meteorologico dell'ARPA.



L'andamento pluviometrico stagionale è contraddistinto da un minimo di piovosità estiva e da un massimo autunno-invernale. Si riportano le precipitazioni registrate nella stazione meteorologica di Porto Torres, che per il trentennio ha registrato un cumulo annuo di 511,9 mm, concentrato nei mesi autunno-vernini. Nel mese di luglio si rileva la quantità più bassa di precipitazioni, mentre i mesi più piovosi sono quelli di novembre e dicembre.

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	Anno
Porto Torres	44,5	37,3	41,8	47,6	33,3	13,6	3,3	9,8	42,6	82,9	89,4	65,9	511,9

Per quanto riguarda le temperature, si riportano le temperature individuate grazie alla carta del clima elaborata dall'ARPA per il periodo 1971-2000. Nella zona di interesse nel trentennio di osservazione i mesi più freddi sono stati gennaio e febbraio (con temperature minime rispettivamente intorno ai 6°C) mentre quelli più caldi sono luglio e agosto, durante i quali la temperatura massima nel trentennio si assesta intorno ai 30°C.

Secondo la carta bioclimatica della Sardegna realizzata dall'ARPAS nel novembre 2014 la zona ricade in un'area così caratterizzata:

TERMOTIPO	MESOMEDITERRANEO INFERIORE
OMBROTIPO	SECCO SUPERIORE
CONTINENTALITA'	EUOCEANICO FORTE
ISOBIOClima	MESOMEDITERRANEO INFERIORE, SECCO SUPERIORE, EUOCEANICO FORTE
MACROBIOClima	MEDITERRANEO
BIOCLIMA	MEDITERRANEO PLUVISTAGIONALE OCEANICO

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  15 di 56

## 5 CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA DEL SITO

### 5.1 Inquadramento pedologico

L'area di pertinenza dell'impianto fotovoltaico ha morfologia in parte ondulata e in parte sub-pianeggiante ed un soprassuolo costituito da seminativi afferenti ad un'azienda agricola ad indirizzo produttivo foraggero/zootecnico.

Alla data dei sopralluoghi effettuati nelle date 13 e 14.07.2021 l'area era visibilmente incolta, con copertura vegetale rada rappresentata da essenze spontanee con valore pabulare a tratti molto scarso e quindi solo in parte soggette al pascolo.

Alla data dell'ultimo sopralluogo, effettuato il 27.04.2023, si sono rilevate sia aree incolte che aree coltivate, in corso di raccolta dei foraggi affienati.

Nelle aree incolte, sono tuttora evidenti gli effetti di un sovrapascolamento con selezione di specie non pabulari, spinose e dotate di elevata capacità di colonizzazione tali da rendere difficoltosa ogni coltivazione con criteri ecosostenibili.

In virtù della quasi assente copertura vegetale e del naturale andamento altimetrico, tale gestione può determinare problemi di eccessivo compattamento e possibile erosione superficiale per scorrimento in occasione di piogge anche di portata ordinaria.





*Figura 5-1 Panoramica dell'area di intervento a Luglio 2021*



*Figura 5-2 - Panoramica area di intervento con gregge al pascolo - aprile '23*



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI</b> <b>DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b>  16 di 56



*Figura 5-3 - Panoramica area di intervento con fienagione in corso aprile '23*





*Figura 5-4 - Panoramica area di intervento con operazione di pulizia crisantemo selvatico in corso aprile '23*



*Figura 5-5 - Panoramica area di intervento con superfici incolte aprile '23*

Per l'inquadramento pedologico dell'area in esame si è fatto riferimento alla Carta delle Unità delle Terre in scala 1:10.000 redatta in occasione dell'adeguamento del P.U.C. del Comune di Sassari al Piano Paesaggistico Regionale; lo studio di dettaglio ha previsto un sopralluogo finalizzato a verificare lo stato dei luoghi accompagnato da trivellate e osservazioni dai quali sono emersi i tre profili rappresentativi dei suoli presenti ed in appresso descritti.

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 17 di 56

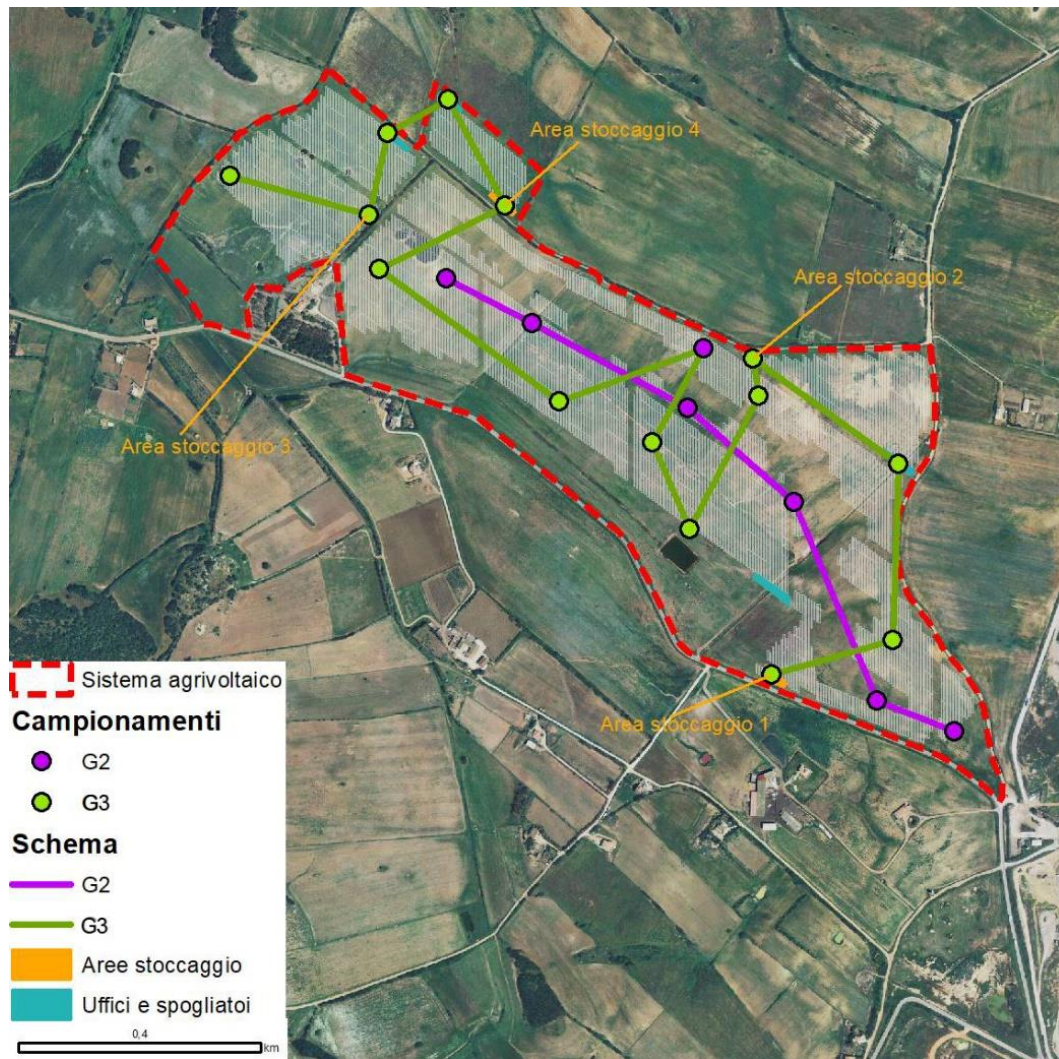




Figura 5-6 - Piano di campionamento. Schema rilievi e osservazioni su carta Udt Puc Sassari

L'area di intervento intercetta l'Unità cartografica delle Terre **G2** - Paesaggi sulle marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene con relativi depositi colluviali – tratti di versanti di raccordo da moderatamente a debolmente acclivi. I suoli afferenti a questa unità non hanno un'evoluzione molto spinta, con formazione di profili A-Bw-C, A-Bk-C e A-C, da poco profondi a mediamente profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subalcalini, saturi. Secondo la classificazione Soil Taxonomy USDA tali suoli possono ricadono tra i TYPIC, CALCIC e CALCIXEROLLIC XEROCHREPTS, in fase erosa e subordinatamente XERERTS E XERORTHENTS.

L'unità di paesaggio definita **G3** identifica le forme dolci o subpianeggianti del fondovalle con deboli pendenze. Anche in questo caso i suoli afferenti all'unità non hanno un'evoluzione molto spinta, con formazione di profili A-Bw-C, A-Bk-C e A-C, da mediamente profondi a profondi, da franco sabbiosi

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  18 di 56

a franco sabbioso argillosi, da permeabili a mediamente permeabili, subalcalini, saturi. Secondo la classificazione Soil Taxonomy USDA tali suoli possono ricadono tra i TYPIC, CALCIC E CALCIXEROLLIC XEROCHREPTS, TYPIC XERORTHENTS in fase tipica.

## 5.2 Piano delle osservazioni pedologiche



Lo studio di dettaglio ha previsto un sopralluogo finalizzato a verificare lo stato dei luoghi accompagnato da sondaggi puntuali per l'individuazione di aree omogenee e dalla descrizione di alcune osservazioni pedologiche rappresentative dei suoli presenti.

Il sopralluogo è stato eseguito su terreni attualmente coltivati e su altre superfici oggetto di pascolamento ovino; i punti di sondaggio sono stati scelti con andamento a "zig-zag" avendo cura di non campionare nei punti con maggior depressione o in prossimità di elementi antropici in grado di condizionare gli esiti delle analisi.

Il piano dei campionamenti è stato elaborato anche in modo da poter fornire i dati del "bianco ambientale" in relazione alla richiesta di cui alla nota A.R.P.A.S. – Dipartimento Sassari e Gallura (prot. n. 27155 del 08.08.2022 (prot. D.G.A. n. 20629 del 09.08.2022)): *"è opportuno che il Proponente predisponga un monitoraggio nelle aree di cantiere non impermeabilizzate, laddove sia prevista la sosta di mezzi meccanici o il deposito anche temporaneo di rifiuti o qualunque elemento potenzialmente in grado di rilasciare inquinanti"*.

Il piano dei campionamenti ha riguardato il prelievo e l'allestimento di 2 campioni di terreno (uno per ogni unità pedologica rilevata nel corso della prima indagine) da sottoporre ad analisi chimico-fisica, a partire da 10 sotto-campioni elementari per ciascun campione inviato al laboratorio ed in fase di analisi.

L'osservazione pedologica compiuta in campo, che ha coperto anche le aree interessate dal deposito e stoccaggio dei mezzi (Figura 5-7), prevede l'esecuzione dei profili di studio pedologico, la raccolta di campioni rappresentativi dell'area oggetto di indagine e la successiva analisi fisica di campo mediante prova al setaccio e prova di reazione all'HCl, determinazione della dimensione e della forma delle aggregazioni e loro grado e consistenza, indicazione della scala cromatica con riferimento alla Munsell Soil Color Code, prova del cilindretto per conferma della stima della tessitura.

 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>PAGINA</b> 19 di 56
<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE		

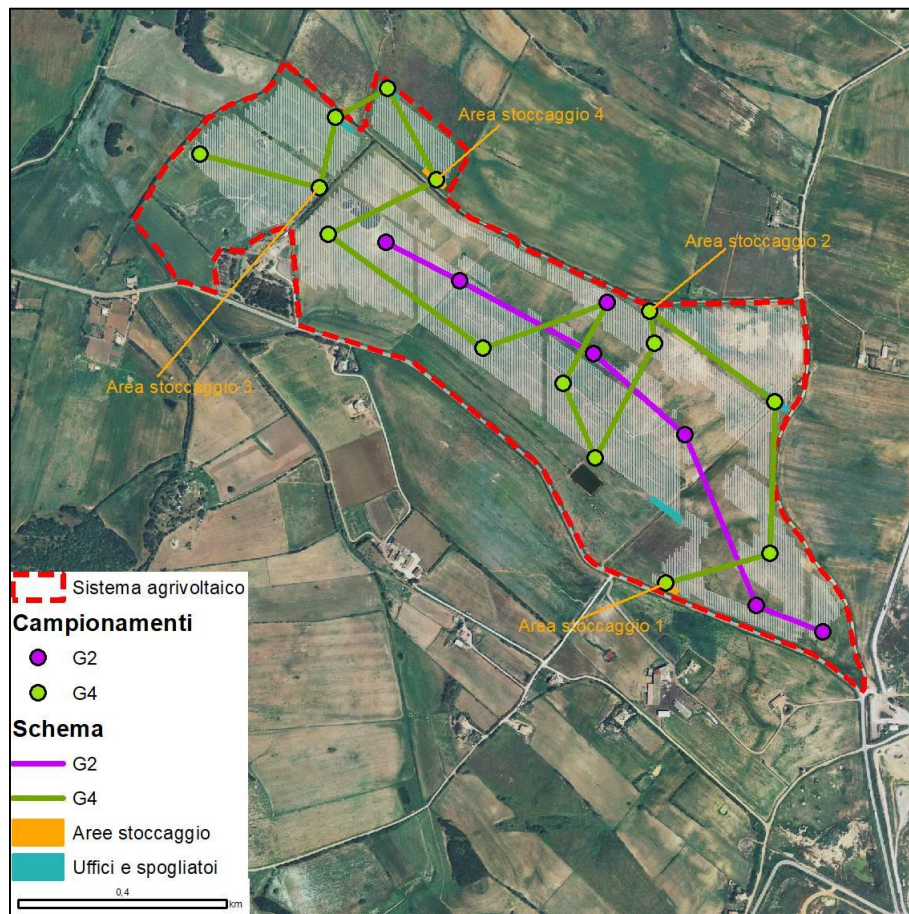




Figura 5-7 - Piano dei campionamenti e aree di cantiere

### 5.3 Osservazioni pedologiche

Data l'omogeneità riscontrata nei 38 sondaggi speditivi effettuati, sono state eseguite le osservazioni pedologiche i cui risultati sono stati raccolti nelle tabelle che seguono.



Orizzonti pedologici osservati nell'osservazione 1 nell'unità G2		
Orizzonte	Ap	Bw
Profondità	0-15	15-37
Limite	abrupto lineare	abrupto lineare
Concrezioni	no	no
Screziature	no	no

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI</b> <b>DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b>  20 di 56

Orizzonti pedologici osservati nell'osservazione 1 nell'unità G2		
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	no	no
Aggregazione	poliedrica subangolare	poliedrica subangolare
Dimensioni aggregati	da medi a fini	da medi a grossolani
Grado dell'aggregazione e consistenza	resistente	molto resistente
Colore	10YR 5/6	5YR 4/6
NOTE	Presenza di scheletro piccolo 5%. Pori e radici abbondanti. Tessitura franco argillosa. Plastico ed adesivo	Presenza di scheletro di tutte le dimensioni 45%. Pori e radici comuni. Tessitura franco argillosa. Plastico ed adesivo.



Figura 5-8 – Paesaggio e dettaglio osservazione 1

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  21 di 56

Orizzonti pedologici osservati nell'osservazione 2 dell'unità G3		
Orizzonte	A	C
Profondità	0-5	5->30
Limite	abrupto lineare	abrupto lineare
Concrezioni	no	no
Screziature	no	no
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	no	no
Aggregazione	poliedrica subangolare	poliedrica subangolare
Dimensioni aggregati	da medi a fini	medi
Grado dell'aggregazione e consistenza	resistente	friabile
Colore	7.5YR 5/6	7.5YR 5/8
NOTE	Presenza di scheletro di tutte le dimensioni 2%. Pori e radici abbondanti. Tessitura franca. Non plastico o adesivo	Presenza di scheletro di tutte le dimensioni 50%. Pori e radici comuni. Tessitura franco sabbiosa. Non plastico o adesivo.

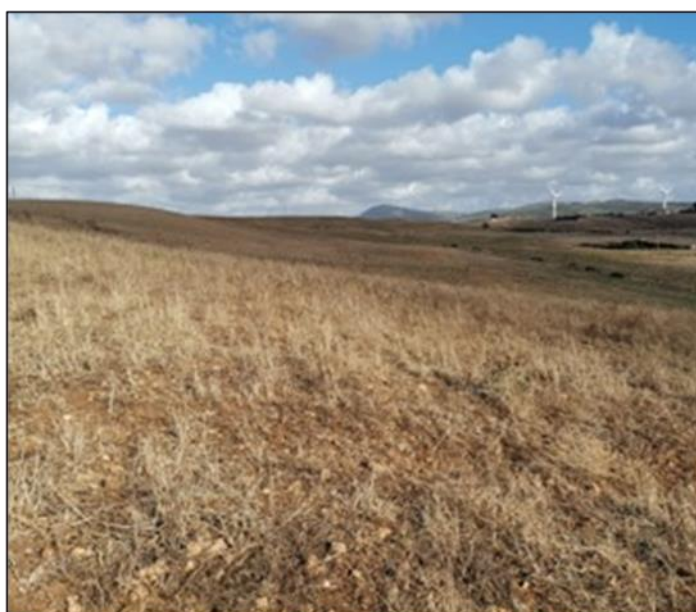






Figura 5-9 – Paesaggio e dettaglio Osservazione 2.

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 22 di 56

Orizzonti pedologici osservati nell'osservazione 3 dell'unità G2			
Orizzonte	Ap	Bw1	Bw2
Profondità	0-14	14-30	30-50
Limite	abrupto lineare	abrupto lineare	
Concrezioni	no	no	no
Screziature	no	no	si al 30% di presenza
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	no	no	no
Aggregazione	poliedrica subangolare	poliedrica subangolare	poliedrica subangolare
Dimensioni aggregati	medi	da medi a grossolani	medi
Grado dell'aggregazione e consistenza	resistente	resistente	resistente
Colore	5YR 5/6	5YR 6/6	nella massa: 5YR 5/6 screziature: 2.5YR 4/8
NOTE	Presenza di scheletro piccolo 4%. Pori e radici abbondanti. Tessitura franco argillosa. Ben plastico ed adesivo	Pori e radici comuni. Tessitura franca. Leggermente plastico ed adesivo.	Presenza di scheletro piccolo 2%. Pori e radici abbondanti. Tessitura franca. Leggermente plastico ed adesivo



Figura 5-10 - Paesaggio e dettaglio Osservazione 3

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  23 di 56



#### 5.4 Interpretazione delle analisi

In data 02/05/2023 sono stati resi disponibili i rapporti di prova relativi ai campioni prelevati secondo la metodologia descritta.

Le analisi, eseguite dalla Cooperativa Analisi La Ricerca nell'unità operativa a Sestu (CA), hanno riguardato la determinazione dei seguenti parametri:

- Scheletro
- Tessitura
- Densità apparente
- Porosità
- pH in acqua
- Calcare Totale
- Calcare attivo
- Carbonio Organico
- Sostanza Organica
- Azoto totale
- Sodio Scambiabile
- Magnesio Scambiabile
- Potassio Scambiabile
- Capacità di Scambio Cationico
- Ferro Assimilabile
- Manganese Assimilabile
- Rame Assimilabile
- Zinco Assimilabile
- Potassio totale
- Fosforo totale
- Fosforo assimilabile
- Capacità di campo
- Punto di appassimento
- Conducibilità elettrica
- Arsenico
- Cadmio
- Cromo
- Cromo esavalente
- Cobalto
- Mercurio
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco



 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 24 di 56

Rimandando ai rapporti allegati alla presente relazione per una puntuale lettura dei risultati, in questa sede verranno affrontati i parametri necessari alla formulazione di un giudizio agronomico.

#### 5.4.1 Unità G3 (RdP N° 238)

Il campione appartenente alla unità G3 è risultato avere una tessitura Sabbioso-Limosa ed una porosità prossima al 50% al momento del prelievo del campione che può ritenersi ottimale e che essendo rappresentata da macropori, in ragione della tessitura può essere soggetta ad una decisa contrazione per occlusione dei pori con particelle fini (limo e argilla), soprattutto in seguito alle lavorazioni meccaniche di affinamento del terreno, determinando condizioni di scarsa permeabilità e compattamento. Il pH (6,42) debolmente acido (classificazione USDA) può comportare lisciviazione e insufficiente assorbimento di ioni calcio, magnesio, potassio e fosforo, un aumento della disponibilità di manganese, ferro, alluminio, nichel e rame ed un'insolubilizzazione del fosforo (che nel caso in esame non costituisce limitazioni essendo il terreno ricco (34,1 mg/kg)).

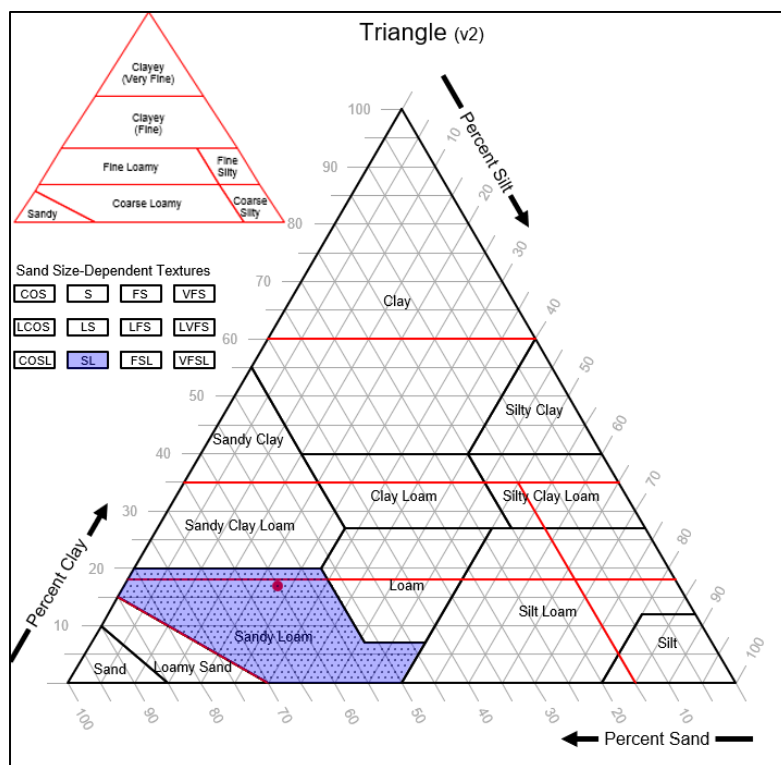




Figura 5-11 Triangolo della Tessitura (USDA)

Il terreno risulta ben dotato di sostanza organica (3,26%), e ciò è verosimile in quanto buona parte delle aree campionate sono soggette a pascolo o a lavorazioni annuali non intensive; il rapporto C/N non ottimale (12,27) indica tuttavia un lento tasso di mineralizzazione della sostanza organica. Ciò è dovuto alla mono-successione cerealicola perpetrata che mette in condizioni di stress la microfauna edafica costretta ad immobilizzare parte dell'azoto (ben presente con 1,54 g/kg) per i loro processi vitali, sottraendolo in tal modo alle coltivazioni.

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 25 di 56

La **dotazione di calcio scambiabile risulta scarsa (1179 > 2000 mg/kg)**, mentre è buona la dotazione del Magnesio (**165 > 150 mg/kg**) e media quella di Potassio (**119 < 120 mg/kg**); la CSC risulta media (**10 < 13,4 < 20 meq/100 g**). Il terreno risulta ricco di fosforo assimilabile (**34,1 mg/kg**), ricco di ferro (**40,6 > 20 mg/kg**) e ricco di manganese (**28,1 > 10 mg/kg**). Il contenuto di rame e zinco è nella media. Il rapporto Mg/K (in meq) di 4,52 è limite per la disponibilità del potassio.

Il contenuto in sodio e la conducibilità elettrica specifica EC misurati non presentano problemi di depressione per le colture.

#### 5.4.2 Unità G2 (RdP N° 239)

Il campione appartenente alla unità G2 è risultato avere una tessitura Argilloso-Sabbiosa ed una porosità prossima al 45% al momento del prelievo del campione che può ritenersi ottimale e che essendo rappresentata da macropori, in ragione della tessitura può essere soggetta ad una decisa contrazione per occlusione dei pori con particelle fini (limo e argilla), soprattutto in seguito alle lavorazioni meccaniche di affinamento del terreno, determinando condizioni di scarsa permeabilità e compattamento. Il pH (6,78) neutro (classificazione USDA) può ritenersi ottimale per gran parte delle colture agrarie.

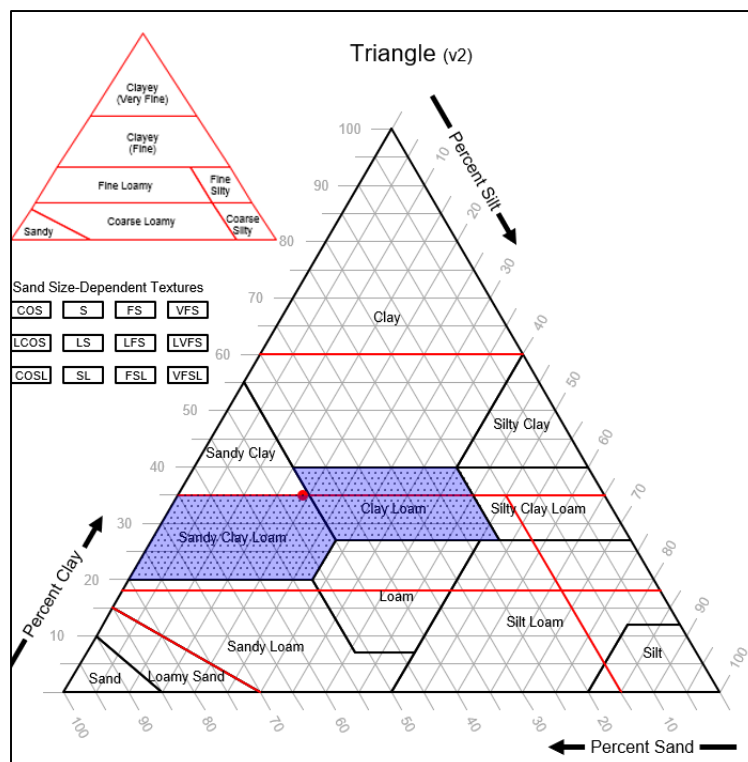




Figura 5-12 Triangolo della Tessitura (USDA)

Il terreno risulta ben dotato di sostanza organica (5,07%), e ciò è verosimile in quanto buona parte delle aree campionate sono soggette a pascolo o a lavorazioni annuali non intensive; il rapporto C/N

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 26 di 56

fortemente squilibrato (15,31) indica tuttavia un lento tasso di mineralizzazione della sostanza organica. Ciò è dovuto alla mono-successione cerealicola perpetrata che mette in condizioni di stress la microfauna edafica costretta ad immobilizzare parte dell'azoto (ben presente con 1,92 g/kg) per i loro processi vitali, sottraendolo in tal modo alle coltivazioni.

La **dotazione di calcio scambiabile risulta buona (2363<3000 mg/kg)**, buona la dotazione del Magnesio (**163>150 mg/kg**) e ricca quella di Potassio (**232<120 mg/kg**); la CSC risulta buona (**22,6<20 meq/100 g**). Il terreno risulta ricco di fosforo assimilabile (23,2 mg/kg), ricco di ferro (**23,6>20 mg/kg**) e ricco di manganese (**17,3>10 mg/kg**). Il contenuto di rame e zinco è nella media. Il rapporto Mg/K (in meq) di 2,29 è ottimale.

Le costanti idrologiche determinate con punto di appassimento superiore al 16% e capacità di campo superiore al 29% sono indice di una tendenza all'asfissia negli strati più profondi e limitano le possibilità di coltivazione a quelle maggiormente capaci di esercitare pressioni negative per l'assorbimento dell'acqua dal suolo.

Il contenuto in sodio e la conducibilità elettrica specifica EC misurati non presentano problemi di depressione per le colture.



#### 5.4.3 Metalli

Rispetto alla presenza dei metalli eseguita su entrambi i campioni, si riporta la tabella sugli effetti generici della tossicità data dai metalli pesanti sulle colture comuni<sup>9</sup>, utile a definire le limitazioni sulla scelta delle colture, tenuto conto della presenza nel sito di indagine di Arsenico, Cromo, Cobalto, Nichel, Piombo, Rame e Zinco.

Elemento	Sintomi	Colture sensibili
Arsenico	Macchie necrotiche fogliari, ingiallimento o arrossamento delle radici, germogliamento depresso	---
Cadmio	Iscurimento dei margini fogliari, arrossamento di nervature e pezioli, accartocciamento fogliare, atrofizzazione radicale	Leguminose, spinacio, carota, avena
Cromo	Clorosi delle foglie nuove, crescita radicale compromessa	---
Mercurio	Grave atrofia dei germogli e delle radici, clorosi fogliare	Bietole, mais, rose
Nichel	Clorosi internervale in foglie nuove, foglie verde-grigio, radici atrofiche	Cereali
Piombo	Foglie verdi scure, caduta foglie vecchie, radici corte e brune	---
Rame	Foglie verdi scure, poi clorosi ferrica, radici sottili, corte e affastellate, germogliamento depresso	Cereali, legumi, spinacio, gladiolo
Zinco	Apici fogliari clorotici e necrotici, clorosi internervale in foglie giovani, crescita ritardata, radici affastellate	Cereali, spinaci

**Tabella 11.1** – Effetti generici della tossicità data dai metalli pesanti su colture comuni (da Kabata-Pendias, 1985).

<sup>9</sup> L'interpretazione delle analisi del terreno, ARPAV

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 27 di 56

## 5.5 Il metodo della Land Capability Evaluation



Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come "Agricultural Land Capability Classification" (LCC) proposto da Klingebiel e Montgomery (1961) per l'U.S.D.A.; tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note.

La LCC si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare, e la valutazione non tiene conto dei fattori socio-economici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti, ovvero che non possono essere risolte attraverso appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.) e nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte le pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo.

Come risultato di tale procedura di valutazione si ottiene una gerarchia di territori dove quello con la valutazione più alta rappresenta il territorio per il quale sono possibili il maggior numero di colture e pratiche agricole. Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità intrinseche del suolo ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito.

AUMENTO intensità d'uso del territorio →										
← AUMENTO delle limitazioni e dei rischi RIDUZIONE dell'adattamento e della libertà di scelta degli usi	Classi di Capacità d'Uso	Usi								
		Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Agricoltura			
				limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	molto intensiva
	I									
	II									
	III									
	IV									
	V									
	VI									
	VII									
	VIII									

Figura 5-13 - Land Capability e tipi d'uso effettuabili

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 28 di 56



“Con il termine di Land Capability si intende il potenziale delle terre alle utilizzazioni agricole, forestali e naturalistiche. Ci si aspetta quindi che le terre con le capacità d'uso più elevate (classi più basse) permettano un uso intensivo per un ragionevole lasso di tempo e di utilizzazioni (uso sostenibile). La tabella seguente è una rappresentazione schematica del rapporto tra classe di capacità d'uso e tipologia di attività effettuabile:”<sup>10</sup>

La classificazione prevede tre livelli decrescenti in cui suddividere il territorio: classi, sottoclassi e unità.

	Classi	Sottoclassi	Unità
Arabili	I		
	II	II e	
		II w	II w-1
			II w-2
			II w-3
		II s	
		II c	
		II es	
Non Arabili	III		
	IV		
	V		
	VI		
	VII		
	VIII		

Le classi sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (**suoli arabili**) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (**suoli non arabili**), tutte caratterizzate da un grado di limitazione crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche

<sup>10</sup> Prof. A. Aru in Relazione di accompagnamento alla cartografia tematica - settore pedologico e agronomico - carta delle unità di paesaggio e della capacità d'uso dei suoli

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  29 di 56

del suolo o alle caratteristiche del territorio.

1. Suoli arabili



- **classe I:** suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture;
- **classe II:** suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture;
- **classe III:** suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta, necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture;
- **classe IV:** suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo;

2. Suoli non arabili

- **classe V:** non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito;
- **classe VI:** non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione;
- **classe VII:** limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela;
- **classe VIII:** limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc.

Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti:

- **sottoclasse e (erosione):** suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è la suscettività all'erosione. Sono suoli solitamente localizzati in versanti acclivi e scarsamente protetti dal manto vegetale;
- **sottoclasse w (eccesso di acqua):** suoli nei quali la limitazione o il rischio principale è dovuto all'eccesso di acqua. Sono suoli con problemi di drenaggio, eccessivamente umidi, interessati da falde molto superficiali o da esondazioni;

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 30 di 56

- **sottoclasse s** (*limitazioni nella zona di radicamento*): include suoli con limitazioni del tipo pietrosità, scarso spessore, bassa capacità di ritenuta idrica, fertilità scarsa e difficile da correggere, salinità e sodicità;
- **sottoclasse c** (*limitazioni climatiche*): individua zone nelle quali il clima è il rischio o la limitazione maggiore. Sono zone soggette a temperature sfavorevoli, grandinate, nebbie persistenti, gelate tardive, etc.;
- **sottoclasse t** (*limitazioni topografiche*): individua zone nelle quali la maggiore limitazione è dovuta al fattore morfologico, come per esempio l'eccessiva pendenza, l'asperità delle forme, etc.;

## 5.6 Classificazione secondo la Land Capability Classification

L'area di progetto è caratterizzata da una giacitura a tratti ondulata e a tratti sub-pianeggiante e un soprassuolo costituito prevalentemente da essenze spontanee con scarso valore pabulare.



Dal punto di vista dell'attitudine all'uso agricolo del sito, i suoli dell'area di progetto afferenti alle unità delle terre G2 sono ascrivibili alla **classe IV** di Land Capability Classification, mentre i suoli afferenti all'unità G3 sono ascrivibili alla **classe III-IV** ovvero suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idraulico agrarie e forestali, nello specifico limitazioni sono individuate nello strato esplorato dalle radici.

Alla luce dei rilievi effettuati e delle considerazioni esposte, il pregio agronomico complessivo dell'area di intervento è medio-basso.

Si riporta per confronto il calcolo della LCC eseguito con lo strumento messo a disposizione dall'Osservatorio Regionale Suoli della Sardegna<sup>11</sup> per entrambe le unità.

Unità G3	
<b>Classe V</b>  SUOLI NON IDONEI ALL'USO AGRICOLO, con limitazioni non rimovibili (pietrosità, rocciosità ristagni idrici, ecc.); utilizzabili con pascolo razionalmente gestito o idonei all'uso forestale (rimboschimenti finalizzati).	Parametri estratti dal geo-database
Parametri inseriti dall'utente	Comune: Stintino Copertura: Seminativi in aree non irrigue Regione Storica: Nurra Sigla Substrati: ACN Substrati: Argille arrossate con subordinati conglomerati Quota: 17 m s.l.m. Esposizione: 119 ° Pendenza: 6 % Salinizzazione: 0 dS/m
Tipo rilevamento: campionamento Coordinate WGS84: 40.852451, 8.269299 Erosione rilevata: 3 - erosione per lavorazione meccanica Grado erosione: 1 - Debole Ciottoli: 2 % Pietre: 1 % Rocciosità: 0 % Profondità utile alle radici: 30 cm Causa impedimento: 4 - contatto lithic	Parametri calcolati nel top soil  Abbr. tessitura: FS Tessitura: franco sabbioso Conducibilità elettrica: 0 dS/m Densità apparente: 1.407 Kg/dm3 Acqua disponibile: 266.9099999999997 mm
Parametri estratti dal geo-database	



<sup>11</sup> <http://www.sardegnaportalesuolo.it/strumenti/lcc>

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>PAGINA</b> 31 di 56
<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>		

Unità G2	
<b>Classe V</b>	<b>Parametri estratti dal geo-database</b>
<p>SUOLI NON IDONEI ALL'USO AGRICOLO, con limitazioni non rimovibili (pietrosità, rocciosità ristagni idrici, ecc.); utilizzabili con pascolo razionalmente gestito o idonei all'uso forestale (rimboschimenti finalizzati).</p>	<p><b>Comune:</b> Sassari</p> <p><b>Copertura:</b> Seminativi in aree non irrigue</p> <p><b>Regione Storica:</b> Nurra</p> <p><b>Sigla Substrati:</b> ACN</p> <p><b>Substrati:</b> Argille arrossate con subordinati conglomerati</p> <p><b>Quota:</b> 38 m s.l.m.</p> <p><b>Esposizione:</b> 229 °</p> <p><b>Pendenza:</b> 14 %</p> <p><b>Salinizzazione:</b> 0 dS/m</p>
<p>Parametri inseriti dall'utente</p> <p><b>Tipo rilevamento:</b> campionamento</p> <p><b>Coordinate WGS84:</b> 40.823376, 8.274507</p> <p><b>Erosione rilevata:</b> 3 - erosione per lavorazione meccanica</p> <p><b>Grado erosione:</b> 1 - Debole</p> <p><b>Clottoli:</b> 2 %</p> <p><b>Pietre:</b> 1 %</p> <p><b>Roccosità:</b> 0 %</p> <p><b>Profondità utile alle radici:</b> 50 cm</p> <p><b>Causa impedimento:</b> 0 - nessuna limitazione o impedimento</p>	<p><b>Parametri calcolati nel top soil</b></p> <p><b>Abbr. tessitura:</b> FA</p> <p><b>Tessitura:</b> franco argilloso</p> <p><b>Conducibilità elettrica:</b> 0 dS/m</p> <p><b>Densità apparente:</b> 1.329 Kg/dm3</p> <p><b>Acqua disponibile:</b> 508.5900000000003 mm</p>
<p>Parametri estratti dal geo-database</p>	

Stante la classificazione eccessivamente riduttiva e che tiene conto solo dei parametri fisici del terreno, rispetto alle attuali potenzialità produttive, si confermano le valutazioni agronomiche riportate in testa al presente paragrafo che classificano le aree in esame come **suoli arabili e coltivabili seppur con importanti limitazioni.**



 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 32 di 56

## 6 ASSETTO AGRICOLO ATTUALE E PIANIFICAZIONE DEL SISTEMA AGRIVOLTAICO

### 6.1 *Uso attuale del suolo e contesto agrario*

La prima analisi dello studio dell'uso attuale del suolo (quella che nella pianificazione viene chiamata "riordino delle conoscenze") effettuata mediante la Carte dell'Uso del Suolo edita dalla RAS nel 2003 ed aggiornata nel 2008, offre una lettura abbastanza puntuale ed ancora attuale sugli usi dei suoli in esame.

Infatti, per le aree di studio è presente unicamente il codice:

- **2121: Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo.** Trattasi di coltivazioni di specie cerealicolo-foraggere annuali per uso zootecnico;

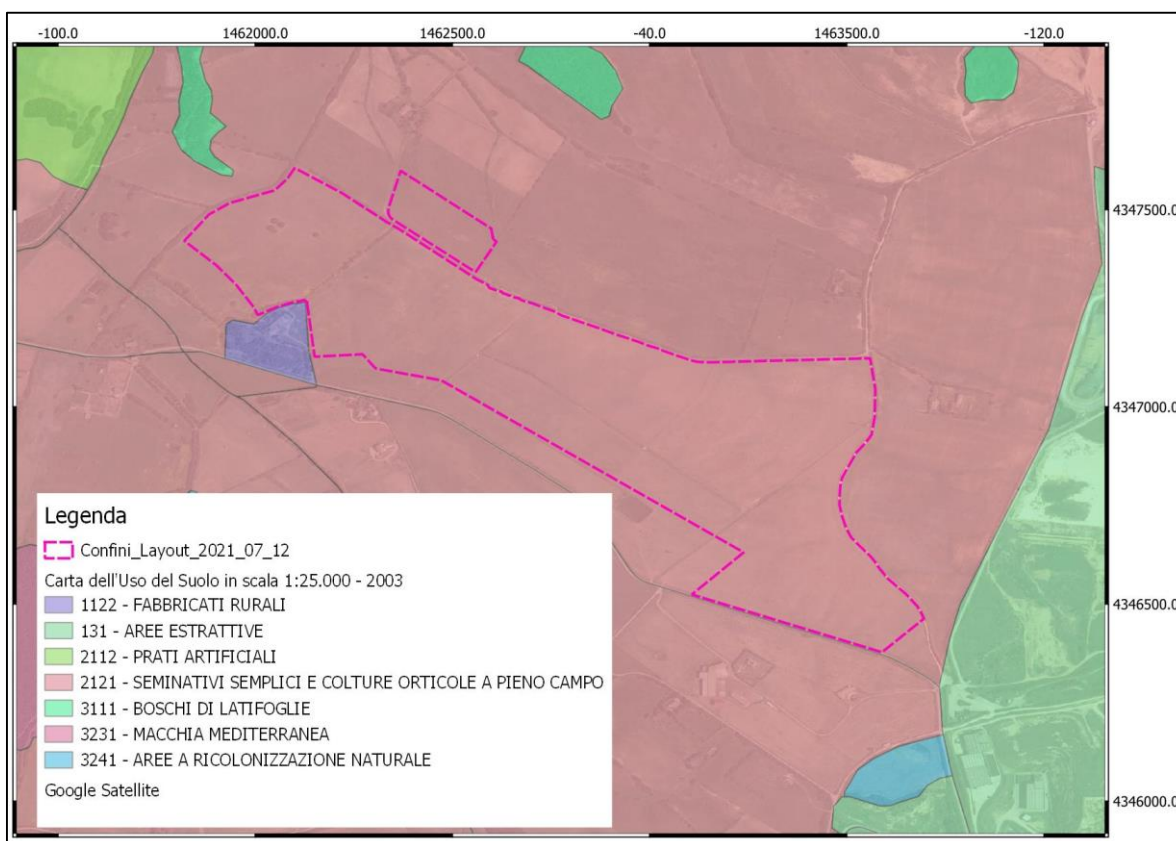




Figura 6-1 - Inquadramento su Carta dell'uso del suolo

Anche l'analisi effettuata su scala più ampia, mediante lettura della Corine Land Cover 2018 non fornisce dati diversi ed include le aree in questione fra quelle dedite all'Agricoltura in aree arabili non

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b>  33 di 56

irrigate (codice 211).

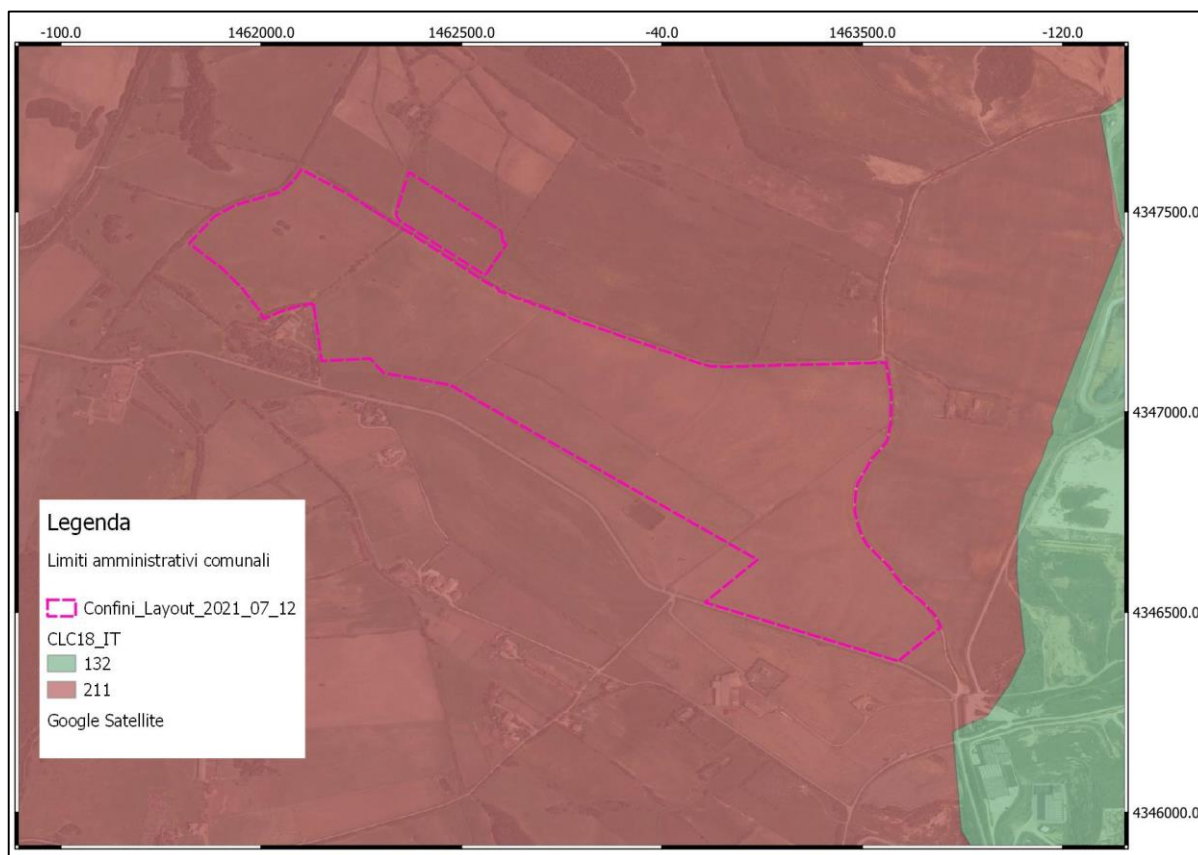




Figura 6-2 - Inquadramento su Corine Land Cover 2018

Attualmente i terreni *de quo* sono condotti da aziende agricole differenti in virtù di validi accordi agrari per la produzione di pascoli annuali, cereali da fienagione e da granella su una superficie complessiva pari a circa **59 ettari** il cui ordinamento colturale attuale può essere descritto dalla tabella seguente.

ORDINAMENTO COLTURALE E PRODUZIONE STANDARD ANTE OPERAM				
Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
PASCOLO	27,26472635	132,00 €	3.598,94 €	
PRATO PASCOLO NATURALE	10,52164666	233,00 €	2.451,54 €	
CEREALI DA GRANELLA	10,36485965	698,00 €	7.234,67 €	
FORAGGERE AVVICENDATE	8,531298053	222,00 €	1.893,95 €	
TARE	2,593169282	- €	- €	
<b>Totale complessivo</b>	<b>59,2757</b>		<b>15.179,11 €</b>	<b>256,08 €</b>

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 34 di 56

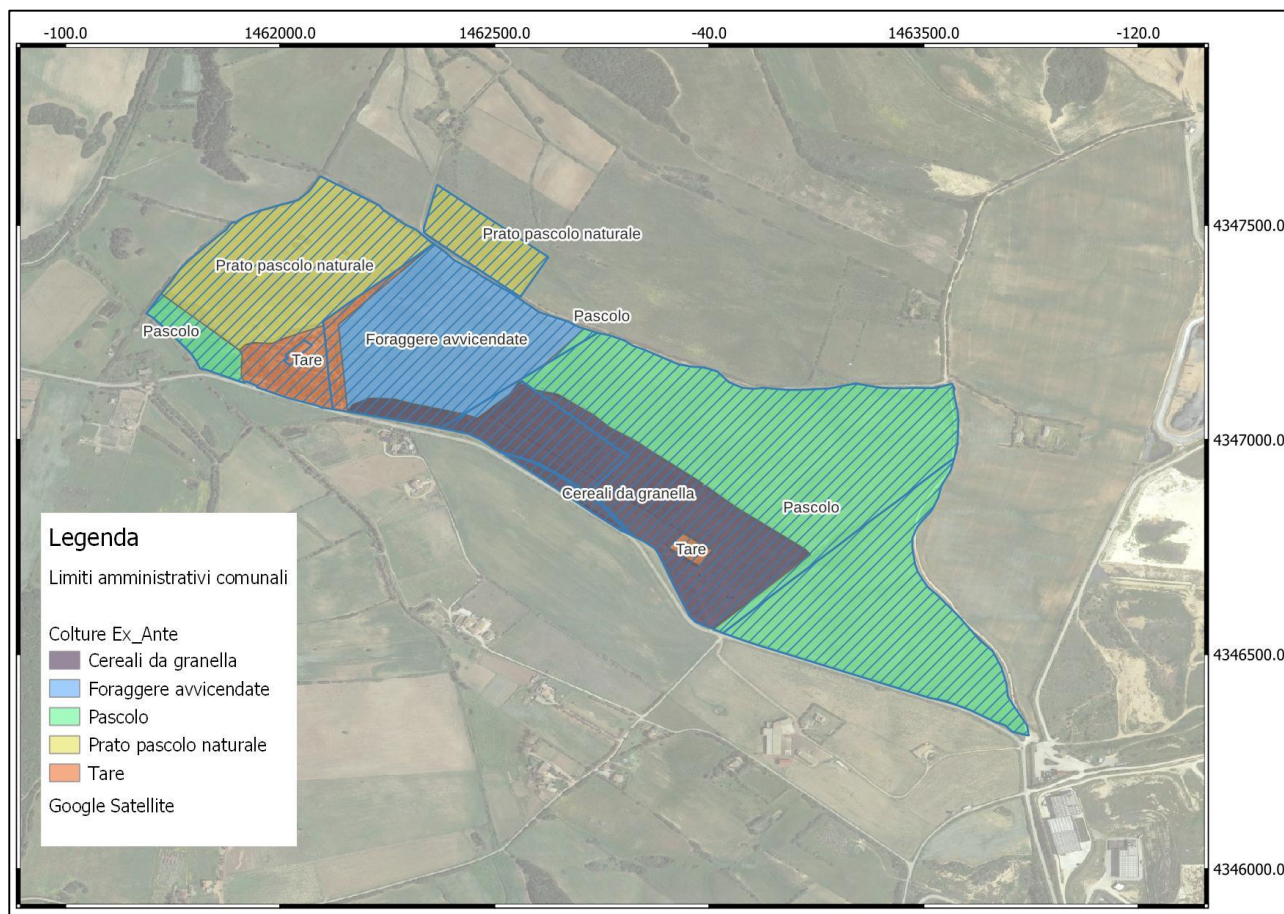




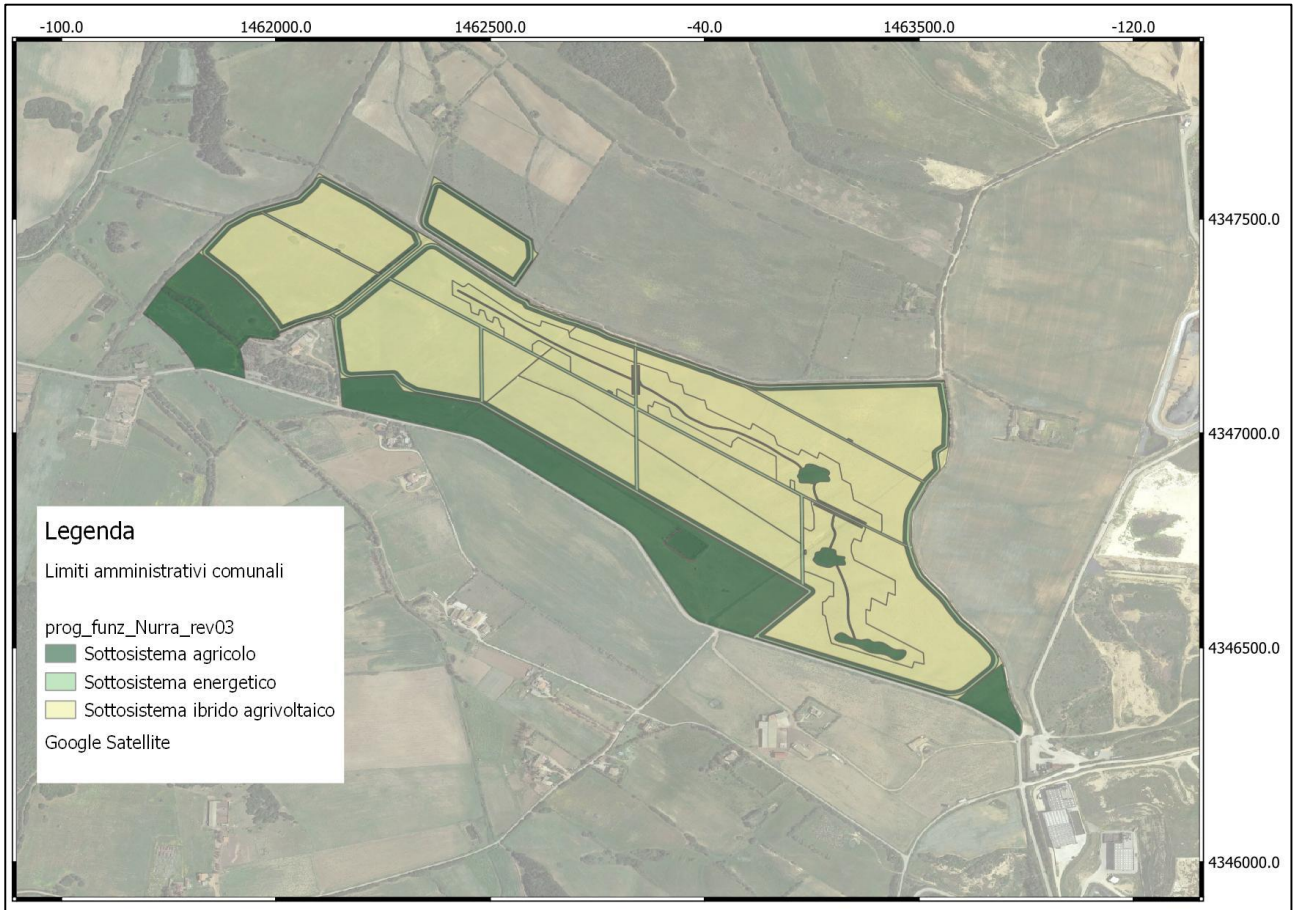
Figura 6-3 - Ripartizione culturale Ante operam

## 6.2 Uso futuro del suolo e suo inserimento nel contesto agrario

La transizione dal progetto depositato al presente progetto ispirato al concetto di sistema agrivoltaico, è stata possibile date le significative attenzioni del progetto depositato finalizzate al minimizzare gli impatti sui suoli e sull'assetto culturale attuale e alla forte e costruttiva interlocuzione portata avanti con i proprietari delle aree interessate. Il sistema agrivoltaico che sostituisce l'aggiornamento del progetto depositato secondo le richieste degli Enti procedenti, si propone, coerentemente con le linee guida MITE, il proseguimento delle attività di coltivazione dei fondi nell'ottica della continuità con gli usi attuali del suolo ed in funzione dell'attività imprenditoriale agricola attualmente svolta.

L'idea fondante del piano, che costituisce la risposta alla richiesta di allineare il progetto in esame con gli standard degli agrivoltaici, è quella di consentire agli attuali conduttori dei fondi la prosecuzione delle proprie attività agro-zootecniche, migliorando le condizioni ambientali e di coltivazione senza, nel contempo, modificare le tecniche di coltivazione già consolidate e tradizionalmente portate a termine.

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 35 di 56





*Figura 6-4 - Definizione delle aree a disposizione*

La base territoriale che costituisce il sistema agrivoltaico è quella riportata nel capitolo 5 della presente relazione, sulla quale è stato ipotizzato il seguente piano di sviluppo.

Stanti le considerazioni in premessa di questo paragrafo, l'idea progettuale prevista con lo sviluppo agrivoltaico è quella di un miglioramento complessivo nella gestione delle superfici coltivate, questa è ottenuta mediante l'implementazione di una visione unitaria dei terreni contrattualizzati nell'ottica di un unico sistema agricolo che consente la razionalizzazione delle coltivazioni oggi praticate su tutte le aree interessate dal progetto.

Ciò è stato possibile individuando lotti omogenei di coltivazione ai quali assegnare la destinazione produttiva per cui risultano maggiormente vocati: usi pascolativi, usi prativi, usi foraggeri ed usi cerealicoli determinati dall'ambiente pedologico di contesto.

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 36 di 56

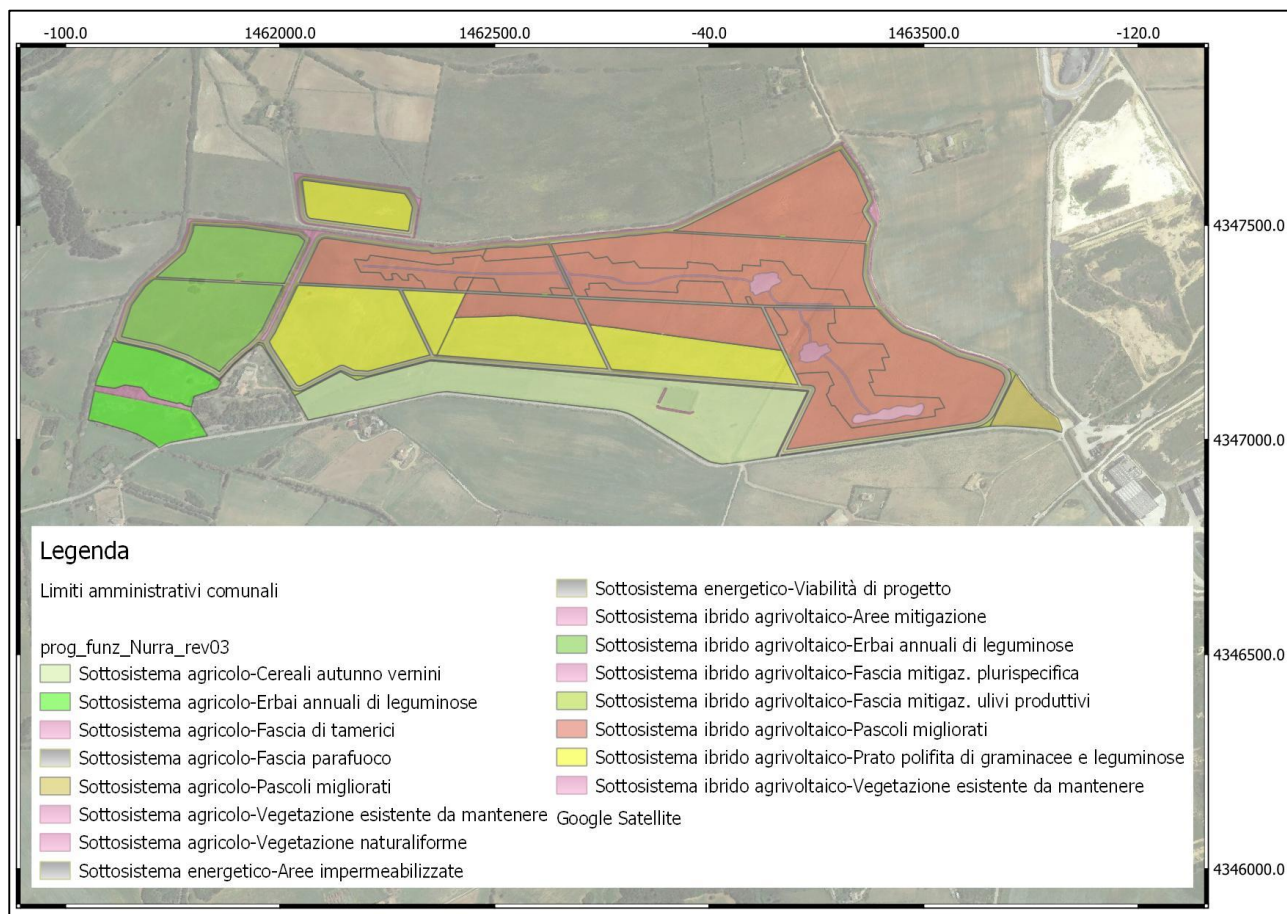




Figura 6-5 - Ripartizione colturale (mappa ruotata di -45°)

Nella figura è rappresentata la ripartizione colturale che, al netto delle aree proprie del sottosistema energetico, costituisce la base territoriale agricola sulla quale programmare le coltivazioni agrarie.

Indipendentemente dal sottosistema di appartenenza, sono state individuate le seguenti classi di destinazione agricola, definite nell'immagine come:

- Cereali autunno vernini
- Erbai annuali di leguminose
- Pascoli migliorati
- Prato polifita di graminacee e leguminose
- Fascia di mitigazione costituita da ulivi produttivi

L'intero sistema agrivoltaico in progetto insiste su una superficie pari a **57,2** ettari lordi circa, dei quali **16,6** ettari circa sono occupati dalla viabilità, dalle cabine e dalla proiezione al suolo dei trackers, per cui l'area coltivabile libera da ingombri di qualsiasi genere è pari a circa **40,6** ettari, corrispondenti al **70%** dell'intera superficie.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  37 di 56

Stabilita quindi la superficie effettivamente coltivabile, sulla base del raggruppamento funzionale indicato, l'ordinamento colturale, analizzato sarà il seguente:

ORDINAMENTO COLTURALE E PRODUZIONE STANDARD POST OPERAM				
Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
CEREALI AUTUNNO VERNINI	8,8234	698,00 €	6.158,73 €	
ERBAI DI LEGUMINOSE	8,0613	418,00 €	3.369,62 €	
PASCOLI MIGLIORATI	23,4687	360,00 €	8.448,73 €	
PRATI POLIFITA	10,4032	360,00 €	3.745,15 €	
OLIVI	1,1434	1.548,00 €	1.769,98 €	
<b>Totale complessivo</b>	<b>51,9</b>		<b>23.492,22 €</b>	<b>452,64 €</b>

L'ordinamento così proposto può essere in grado di rispondere alle esigenze alimentari dell'allevamento ovino, con produzione di mangimi concentrati e fibre ruminabili di buona qualità.

Stante il fatto che non si dispone di acqua per l'irrigazione, al fine di mantenere una costante copertura vegetale del terreno, si prevedono interventi di semina annuali al fine di ricostituire la dotazione di seme dei prati e dei pascoli e farli trovare pronti in occasione delle piogge del periodo autunno-vernino.

### 6.2.1 Stima del fabbisogno idrico delle colture

Per la stima del fabbisogno idrico delle colture è necessario conoscere i seguenti parametri:

- Valori medi mensili dei principali parametri agrometeorologici ( $ET_0$ , Piogge e Piogge utili);
- Consumi idrici delle colture misurate in condizioni climatiche simili;



Al fine del calcolo, pertanto, verranno considerati i dati medi rilevati nella stazione Arpas di Sorso<sup>12</sup> che pur distando 30 km dall'area di interesse, presenta caratteristiche climatiche comparabili (per altitudine e vicinanza al mare, numero di giorni piovosi, temperature, ventosità etc...).

Dagli stessi dati stagionali è possibile ricavare le piogge utili specifiche per coltura ed i relativi consumi idrici.

Nel caso di specie, i cereali autunno vernini e gli erbai di leguminose verranno equiparati al prato polifita, incrementando del 15% i fabbisogni dei cereali per la produzione di granelle.

Infine, interpolando i dati ottenuti si ottiene il fabbisogno idrico colturale specifico, espresso in  $m^3/ha$ .

<sup>12</sup> <http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota4/staz31.asp>

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 38 di 56

- Valori medi mensili dei principali parametri agrometeorologici:

Mese	ET <sub>0</sub>	Piogge		Bilancio	
		totali	utili	Piogge -ET <sub>0</sub>	Piogge Utili -ET <sub>0</sub>
Gennaio	41,8	39,2	25,1	-2,6	-16,7
Febbraio	47,3	29,6	19,5	-17,7	-27,8
Marzo	77,9	38,3	26,7	-39,6	-51,2
Aprile	94,6	46,1	32,9	-48,5	-61,7
Maggio	124,5	35,5	27,7	-89	-96,8
Giugno	148,9	12,5	10	-136,4	-138,9
Luglio	168	2,8	0	-165,2	-168
Agosto	148,8	8,3	6	-140,5	-142,8
Settembre	109,7	41,2	30,8	-68,5	-78,9
Ottobre	74,9	48,2	32,8	-26,7	-42,1
Novembre	52,1	91,2	52,1	39,1	0
Dicembre	41,7	58,5	36,2	16,8	-5,5
<b>Totali anno</b>	<b>1130,2</b>	<b>451,4</b>	<b>299,8</b>	<b>-678,8</b>	<b>-830,4</b>

- Consumi idrici (mm)

Coltura	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Media
Prato polifita	775	767	833	775	0	828	794	<b>795,333</b>
Olivo	393	388	424	393	0	420	401	<b>403,167</b>
Cereali da granella	891,25	882,05	957,95	891,25	0	952,2	913,1	<b>914,633</b>
Erbaio di leguminose	775	767	833	775	0	828	794	<b>795,333</b>



- Piogge utili (mm)

Pioggia Utile	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Media
Prato polifita	141	166	97	138	0	57	65	<b>110,667</b>
Olivo	125	147	84	115	0	50	58	<b>96,5</b>
Cereali da granella	141	166	97	138	0	57	65	<b>110,667</b>
Erbaio di leguminose	141	166	97	138	0	57	65	<b>110,667</b>

- Fabbisogno idrico (m<sup>3</sup>/ha)

Fabbisogno	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Media
Prato polifita	6340	6010	7360	6370	0	7710	7290	<b>6846,67</b>
Olivo	2680	2410	3400	2780	0	3700	3430	<b>3066,67</b>
Cereali da granella	7502,5	7160,5	8609,5	7532,5	0	8952	8481	<b>8039,67</b>
Erbaio di leguminose	6340	6010	7360	6370	0	7710	7290	<b>6846,67</b>

A questo punto è possibile calcolare la richiesta idrica del sistema agrivoltaico in progetto:

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 39 di 56

CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO DEL SISTEMA			
Coltura	Superficie ha	Fabbisogno medio m <sup>3</sup> /ha	Fabbisogno totale
CEREALI AUTUNNO VERNINI	8,8234	8.039,67	70.937,19
ERBAI DI LEGUMINOSE	8,0613	6.846,67	55.193,03
PASCOLI MIGLIORATI	23,4687	6.846,67	160.682,37
PRATI POLIFITA	10,4032	6.846,67	71.227,24
OLIVI	1,1434	3.066,67	3.506,43
<b>Totale complessivo</b>	<b>51,9</b>		<b>361.546,26</b>

Trattandosi di colture "in asciutto", non si prevede alcun ricorso all'irrigazione.

Solo per quanto riguarda gli Olivi nella fascia perimetrale, è stata prevista l'irrigazione di attecchimento e soccorso da effettuarsi mediante autobotte (vedasi per maggiori dettagli *VGE-FVS-PD15 - Relazione interventi mitigazione ambientale e paesaggistica*).

### 6.2.2 Principali operazioni colturali

Con l'ordinamento colturale previsto, si intende migliorare in maniera permanente le condizioni di coltivazione dei suoli; tale risultato deriva dall'azione combinata di operazioni colturali straordinarie e ordinarie.

Le prime, **lavorazioni straordinarie**, rivestono una importanza fondamentale, specialmente a seguito delle operazioni di cantiere, e riguardano tutti gli aspetti legati alla formazione e miglioramento dei sistemi pascolativi, degli erbai e dei prati. Trattasi di operazioni agrarie consistenti nelle operazioni di spietramento, scarificazione, lavori preparatori del letto di semina, semina di miscugli di specie prative in grado di aumentare la biodiversità e le specie pabulari.



La periodicità delle lavorazioni straordinarie può essere definita *una tantum* anche se potrebbe essere necessario ripeterle (in tutto o in parte) con una periodicità decennale, e comunque in funzione delle condizioni agrometeorologiche.

Le seconde, **lavorazioni ordinarie**, sono di grande importanza per l'ottenimento delle produzioni annuali e consistono nelle ordinarie operazioni di coltivazione; la periodicità sarà annuale o biennale.

Le lavorazioni agronomiche previste in progetto, oltre che favorire l'insediamento e lo sviluppo delle colture agrarie, producono quale effetto parallelo quello del miglioramento delle condizioni di stabilità strutturale del terreno mediante le seguenti azioni:

- riequilibrio della porosità (rapporto fra macro e micro pori);
- miglioramento della struttura (attraverso l'integrazione di sostanza organica);
- riduzione dei fenomeni erosivi (mediante la creazione di un cotico erboso pascolivo da un lato e di erbai a carattere annuale con permanenza autunno-verina dall'altra);



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 40 di 56

- miglioramento della permeabilità (ad esempio mediante la creazione di una rete di drenaggio sotto-superficiale per mezzo di aratri talpa, sia razionalizzando i pascoli al fine di evitare fenomeni di compattamento da eccessivo calpestio, sia utilizzando miscugli erbacei composti da specie con radici a diversa profondità di esplorazione, sia - infine- riducendo le lavorazioni meccaniche che vanno eseguite in ottimali condizioni di tempera del terreno).



In relazione all'ordinamento colturale ipotizzato, si possono elencare nel seguito le principali lavorazioni colturali necessarie all'ottenimento di produzioni quali-quantitativamente ordinarie.

- Cereali e legumi autunno-vernini

Coltura	Lavorazioni	Anno ...
Cereali autunno-vernini e leguminose da granella	Concimazione pre aratura	ott-nov
	Aratura – Fresatura	nov-dic
	Concimazione pre semina	dic
	Erpicazione	dic
	Semina	dic
	Rullatura	dic
	Diserbo invernale	feb-mar
	Concimazione primaverile	mar
	Trebbiatura	giu
	Rivoltamento paglia, ranghinatura	giu
Imballatura, carico e trasporto	Giu	

- Erbai di leguminose e prati polifita

Coltura	Lavorazioni	Anno ...
Erbai di leguminose e	Concimazione pre aratura	ott-nov
	Aratura – Fresatura	nov-dic

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  41 di 56

Coltura	Lavorazioni	Anno ...
prati polifita	Concimazione pre semina	dic
	Erpicoltura	dic
	Semina	dic-gen
	Rullatura	dic-gen
	Diserbo invernale	feb-mar
	Concimazione primaverile	mar
	Sfalcio, rivoltamento, ranghinatura	apr-mag
	Imballatura, carico e trasporto	apr-mag

I fondi oggetto di intervento saranno gestiti, come detto, a seminativi annuali per la produzione di cereali, erbai e a pascoli permanenti; pertanto, il sistema agrivoltaico proposto intende coniugare la produzione energetica con quella foraggera e cerealicola.



Infatti, con il layout impiantistico proposto si ritiene che siano meccanizzabili tutte le operazioni colturali, dalla preparazione del terreno alla raccolta delle produzioni e che sia altresì possibile proseguire le attività di coltivazione cerealicolo-foraggere e pascolative a vantaggio dell'allevamento ovino.

### 6.2.3 Azioni di miglioramento del contesto agricolo-ambientale

Un sistema agrivoltaico esteso oltre 50 ettari comporta certamente la necessità di analizzare i potenziali effetti che il nuovo assetto ambientale produce in termini di riduzione della biodiversità, della permeabilità, del consumo di suolo e della valenza economica agricola.

L'analisi condotta al riguardo nei paragrafi precedenti è pervenuta alla conclusione che il progetto in argomento, in virtù delle caratteristiche realizzazione e della particolare ubicazione, delinea effetti peggiorativi molto blandi, sia in termini di interferenza con l'attuale attività agrozootecnica estensiva (pascolo), sia rispetto a potenziali processi di consumo di suolo che della permeabilità dello stesso. Infine, per il tipo di agricoltura attualmente praticata, anche la biodiversità viene ad essere coinvolta solo marginalmente, in quanto il sovrapascolamento unito alla monocoltura cerealicola costituisce già di base una pratica limitante.

Con la realizzazione del campo solare de quo possono individuarsi a misure di compensazione in grado di migliorare alcuni degli aspetti sopra menzionati.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  42 di 56

In particolare, si rende necessario agire positivamente sul fronte del miglioramento della sostenibilità globale, incidendo soprattutto in termini di incremento della biodiversità.



Dal punto di vista economico ed ambientale, il Piano di Sviluppo Aziendale potrà certamente interessare i seguenti aspetti:

Aspetto da migliorare	Azione di miglioramento	Risultato atteso
Sostenibilità delle produzioni foraggero-zootecniche	Certificazione biologica dell'intera azienda ai sensi del Reg. UE 848/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adesione a progetti di filiera ovina</li> <li>- Possibilità di adesione alla misura 11 del PSR ed a misure specifiche della PAC</li> </ul>
Composizione floristica	Semina di miscugli da erbaio multiflorali e semina di piante da fiore con capacità attrattiva (piante mellifere, pollinifere)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento della biodiversità vegetale</li> <li>- Incremento della fauna entomologica</li> <li>- Incremento della presenza di artropodi</li> <li>- Arricchimento della fauna terricola</li> <li>- Miglioramento della fertilità del suolo</li> </ul>
Composizione arbustiva e arborea	Inserimento di specie miste della macchia mediterranea lungo il perimetro aziendale, con maggiore attenzione alle specie nettarifere	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento della biodiversità vegetale</li> <li>- Allevamento apistico</li> <li>- Incremento della presenza di uccelli e rettili</li> </ul>

#### 6.2.4 Indicazione dei costi delle opere di miglioramento fondiario necessarie

Tutte le azioni di miglioramento proposte nei precedenti paragrafi possono essere realizzate nell'ambito di un più generale progetto di miglioramento fondiario che prevede la sistemazione idraulico agraria dei terreni con minor pendenza per la successiva realizzazione di prati pascolo permanenti.

Si riporta la definizione preliminare degli interventi prevedibili con voci di costo e prezzi unitari desunti dal Prezzario Regionale dell'agricoltura della Regione Sardegna vigente al momento (approvato con Determinazioni del Direttore Generale dell'Assessorato dell'Agricoltura e Riforma Agro-Pastorale n. 10543/368 del 14.7.2016 e n. 1505/13 del 20.01.2017).



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 43 di 56

Codice	Descrizione	UM	Prezzo Unitario	Quantità	Totale
U.003.001	Spietramento con mezzi meccanici (macchine spietiatrici) idonei e accatastamento del pietrame, in cumuli misurabili, nelle tare, o comunque, fuori dai campi. È sconsigliato l'uso di lame frontali: a - per pietrosità fino a 100 mc/Ha	m <sup>3</sup>	15,10 €	5190	€ 78.369,00
U.004.001	Scarificazione superficiale alla profondità di cm 15-30 eseguita con trattore gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle: a - in terreni compatti o in terreni collinari	ha	208,30 €	51,9	€ 10.810,77
G.012	Sistemazione superficiale in campi regolari delimitati da scoline della sezione non inferiore a mq 0,35 ivi compresi gli interventi per modesti movimenti di terra con impiego anche di escavatore (terna), escluso i capofossi (sviluppo scoline ml 400/Ha).	ha	1.215,50 €	51,9	€ 63.084,45
U.005.001	Lavorazione superficiale del terreno alla profondità di cm 10-15 eseguita con trattore gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle: a - in terreni compatti o in terreni collinari	ha	188,90 €	51,9	€ 9.803,91
U.007.001	Erpicatura su terreno precedentemente scarificato, eseguita con trattore gommata ed accoppiato erpice rigido o snodato: a - in terreni pianeggianti o con pendenze modeste	ha	118,60 €	51,9	€ 6.155,34
U.009.001 + U.009.002	Semina e concimazione eseguita con trattore di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime: a - per trasporto, miscelazione e distribuzione – b - per acquisto di seme e concimi, misura massima accessibile (la scelta del seme deve essere indirizzata verso specie e/o cultivar di origine locale o, quanto meno, di ambienti simili sotto l'aspetto pedologico e climatico)	ha	599,10 €	51,9	€ 31.093,29
U.011	Costipamento post-semine, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattore gommata.	ha	96,10 €	51,9	€ 4.987,59
<b>Totale, esclusi oneri di progettazione e di concessione</b>					<b>€ 204.304,35</b>

### 6.3 Comparazione con la situazione ex ante

Si ritiene utile proporre una comparazione, sebbene in maniera sintetica, della produttività *ex post* con quella *ex ante*, effettuata anche solo prendendo in considerazione la potenzialità produttiva in termini di Produzione Standard secondo le tabelle pubblicate dall'INEA-RICA nel 2022 per la regione Sardegna, con riferimento all'anno 2017.

#### Situazione ex ante:



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  44 di 56

ORDINAMENTO COLTURALE E PRODUZIONE STANDARD ANTE OPERAM				
Coltura	Superficie ha	Produzione standard [€/ha]	PS Totale €	PS/ha del sistema
PASCOLO	27,26	132,00 €	3.598,94 €	
PRATO PASCOLO NATURALE	10,52	233,00 €	2.451,54 €	
CEREALI DA GRANELLA	10,36	698,00 €	7.234,67 €	
FORAGGERE AVVICENDATE	8,53	222,00 €	1.893,95 €	
TARE	2,59	0	0	
<b>Totale complessivo</b>	<b>59,3</b>		<b>15.179,11 €</b>	<b>256,08 €</b>

### Situazione *ex post*:

Nella situazione *ex post*, se da un lato si tiene conto della riduzione di produzione che avviene per effetto ombreggiamento nella superficie coltivabile al di sotto dei pannelli e della possibile riduzione che si ha nella coltivazione fra i pannelli, rispetto alle zone di controllo, dall'altro lato, si tiene conto del mutato ordinamento produttivo che diviene possibile a seguito delle opere di miglioramento delle condizioni di coltivazione che saranno descritte nel capitolo relativo alle ulteriori misure di inserimento ambientale.

ORDINAMENTO COLTURALE E PRODUZIONE STANDARD POST OPERAM				
Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
CEREALI AUTUNNO VERNINI	8,8234	698,00 €	6.158,73 €	
ERBAI DI LEGUMINOSE	8,0613	418,00 €	3.369,62 €	
PASCOLI MIGLIORATI	23,4687	360,00 €	8.448,73 €	
PRATI POLIFITA	10,4032	360,00 €	3.745,15 €	
OLIVI	1,1434	1.548,00 €	1.769,98 €	
<b>Totale complessivo</b>	<b>51,9</b>		<b>23.492,22 €</b>	<b>452,64 €</b>

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI</b> <b>DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 45 di 56

Il confronto mostra che nonostante la superficie coltivata si riduca del 13% circa per fare spazio al sottosistema energetico ed alle importanti fasce di mitigazione, la produzione standard dell'intero sistema si innalza considerevolmente, conseguendo il miglioramento auspicato.



#### 6.4 **Rispondenza del sistema ai requisiti di un impianto agrivoltaico avanzato**

Con il presente paragrafo si intende riportare in maniera schematica e di facile lettura i parametri utilizzati per il rispetto dei requisiti previsti per i sistemi agrivoltaici dalle linee guida ministeriali.

Si tiene a precisare che le Linee guida pubblicate dal MiTE hanno lo scopo precipuo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto agrivoltaico dovrebbe possedere per essere definito tale, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati ai quali possono essere destinati gli incentivi del PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici. Secondo le LLGG:

- per **Impianto agrivoltaico** (o agrovoltaico, o agro-fotovoltaico), si intende un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione;
- per **Impianto agrivoltaico avanzato** si intende un 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. (D.L. 77/2021, come convertito con la L. 108/2021):
  - 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 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.
- Il caso di specie ricade nella definizione di agrivoltaico avanzato, per cui nel prosieguo della trattazione si farà riferimento a quanto normato, per così dire, dalle Linee guida in tal senso.

<b>REQUISITI</b>
<b>REQUISITO A:</b> Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI</b> <b>DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 46 di 56

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



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

**REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

**REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola			
$S_{tot}$	Area totale di progetto nella disponibilità della proponente: comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico. Quindi sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione.	57,20	ha
$S_{pv}$	Somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)	16,50	ha
$S_{agricola}$	Superficie minima coltivata: comprende l'area destinata a coltivazione tra e sotto le file dei pannelli e la mitigazione perimetrale. L'ipotesi è quella di coltivare una superficie minima pari al 35% dell'area al di sotto dei pannelli	51,90	ha
$S_{agricola} =$	$S_{tot}$	$\longrightarrow$	$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$
<b>VERIFICATO</b>			

REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)		
$S_{pv}$	Superficie complessiva coperta dai moduli	16,50
LAOR (Land Area Occupation Ratio) $= S_{pv} / S_{tot}$	Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.	28,85%
<b>LAOR <math>\leq</math> 40%</b>		
<b>VERIFICATO</b>		

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>PAGINA</b> 47 di 56
<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE		

REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola		
	Ante operam	Post operam
Tipo di coltivazione/i	Cereali, Pascoli, Erbai	Cereali, Pascoli, Erbai
Indirizzo produttivo	Cerealicolo zootecnico	Cerealicolo zootecnico
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area (€/ha) (valori produzione standard 2017 Sardegna, fonte RICA)	256,08 €	452,64 €
<b>PS - Produzione Standard</b> (valori da tabelle RICA)	<b>15.179,11 €</b>	<b>23.492,44 €</b>
<b>VERIFICATO</b>		



REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima			
Modulo	Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale JAM78S30-605/GR della JA Solar	Potenza nominale [Wp]	
		P [mm] =	2,465
		Sup. energetica S <sub>energetica</sub> [ha] =	1,134
			46,32
Impianto agrivoltaico Potenza = 30 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =		61,60
	FV <sub>agri</sub> = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =		1,03
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 31 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [GWh/anno] =		76,50
	FV <sub>standard</sub> = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =		1,28
*Inseguitori solari con interdistanze ridotte a valori standard			
<b>FV<sub>agricola</sub> ≥ 0,6 FV<sub>standard</sub></b>			
<b>VERIFICATO</b>			

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	doppio uso del suolo	
		moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura	
		Attività Zootecnica e culturale	Hmed
			2,096
Attività zootecnica - Hmed = 1,3 m		Attività culturale - Hmed = 2,1 m	
<b>VERIFICATO PER ATTIVITÀ ZOOTECNICA E COLTURALE</b>			

REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico	
<b>Aziende con colture in asciutta:</b> <b>analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana</b> per evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico	Monitoraggio periodico dell'umidità di 2 tipologie di terreni attigui: - uno con prato stabile senza pannelli - uno con prato stabile 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.
<b>Redazione Relazione periodica redatta da parte del proponente.</b>	
<b>VERIFICATO</b>	

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	
<b>Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo</b>	
<b>VERIFICATO</b>	



 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  48 di 56

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

*Il miglioramento diretto della fertilità del suolo sarà garantito da: opportuna scelta di specie 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 biennale 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, 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 parzialmente in movimento sulle colture sottostanti può condizionare 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:	
	- <b>temperatura;</b>	<b>Temperatura ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con sensore
	- <b>umidità relativa;</b>	<b>Umidità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con igrometri/psicrometri
	- <b>velocità dell'aria;</b>	<b>Velocità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo</b> misurata con anemometri
	- <b>radiazione;</b>	<b>Radiazione solare fronte e retro-modulo</b> misurata con un solarimetro
	posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.	

**Relazione Triennale di autocontrollo redatta dal Proponente**

**VERIFICATO**

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b>	<b>PAGINA</b> 49 di 56

## 7 ANALISI DEGLI IMPATTI POTENZIALI DEL PROGETTO SUL SISTEMA AGRICOLO

### 7.1 Suolo

La realizzazione degli interventi in progetto comporterà una parziale modifica dell'attuale utilizzo delle aree. Dal punto di vista della sottrazione di suolo, l'installazione degli impianti fotovoltaici, pur non comportando condizioni di degrado del sito e consentendo di mantenere la permeabilità dei suoli, andrà ad occupare suoli generalmente vocati per l'utilizzo agricolo.

Gli scavi per il posizionamento dei cavidotti a servizio del sistema agrivoltaico, così come quelli necessari per l'installazione di cabine di trasformazione, accumulatori e quant'altro necessario, dovranno essere pertanto eseguiti con cura e con il terreno in condizioni idriche e di portanza tali da non comportare il suo compattamento nelle aree interessate del passaggio dei mezzi di lavoro per non incidere negativamente sulla possibilità di utilizzo agricolo dei terreni.

Tutte le operazioni agronomiche previste per migliorare l'efficienza delle coltivazioni e quindi incrementare le produzioni unitarie vanno nella direzione di migliorare le condizioni di coltivazione, agendo in primis sulla componente idrica del suolo, equilibrando le condizioni di permeabilità e favorendo un rapido allontanamento delle acque superficiali per percolazione, evitando per quanto possibile i fenomeni di scorrimento superficiale e preservando il suolo dal rischio di erosione.

### 7.2 ***Agricoltura: aspetti generali e possibilità di integrazione del progetto con le attuali pratiche agricole***



La definizione degli impatti sulla componente agricola, con riferimento specifico al sito di studio, necessita di una accurata descrizione della situazione *ex-ante*, analizzandola sia con il criterio dell'ordinarietà della zona che con il criterio della individualità aziendale.

Da un punto di vista dell'ordinarietà, la zona risulta essere interessata da attività agricole marginali. Infatti, se si analizza il contesto in un raggio di 4 km, si può notare che lo stesso è interessato da coltivazioni foraggere e da usi pascolivi, spesso praticati in zone depresse e confinate, anche a ridosso dei corsi d'acqua che alimentano i vicini *Stagno di Pilo* (in prossimità di Fiume Santo) e *Stagno di Genana* (nell'agglomerato industriale di Porto Torres).

I terreni gestiti dalle aziende agricole del contesto considerato sono generalmente condotti in asciutto, anche laddove più raramente sono presenti invasi artificiali.

Gli usi pertanto sono quelli foraggero-zootecnici, con coltivazioni cerealicole in prevalenza, sempre per usi pascolativi.

Entro lo stesso raggio di 4 km è possibile scorgere la presenza di aree destinate ad usi industriali ed energetici, con la presenza della centrale termoelettrica di Fiume Santo, la discarica per rifiuti speciali non pericolosi di Scala Erre (nelle immediate vicinanze del sito in esame), parchi eolici e

 www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A. <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b> VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b> 50 di 56

fotovoltaici.





Figura 7-1 - Area di indagine sul Contesto Agricolo-ambientale

L'analisi puntuale dell'area di intervento evidenzia come gli usi attuali siano riferibili alla pratica ordinaria del pascolamento brado confinato. Invero, è presente una porzione di seminativo che viene annualmente coltivata per la produzione di fieno per le vicine aziende zootecniche (ovine).

In estrema sintesi, come risulta dalle caratteristiche stazionali descritte nei paragrafi precedenti, la zona in esame appare caratterizzata da condizioni pedo-climatiche particolarmente sfavorevoli o inadatte ad una coltivazione intensiva, determinate da una accentuata aridità climatica (regime pluviometrico sfavorevole, elevate temperature, elevata ventosità anche a bassa quota), e da una orografia disomogenea (giacitura in pendenza con esposizione dei versanti a sud-ovest) che rende difficoltose le lavorazioni del terreno. La tessitura, mediamente da franca in superficie a franco-argillosa in profondità, accompagnata da una buona dotazione in scheletro, indica che usi diversi da quelli attuali (con incremento della permeabilità all'aria e all'acqua e riduzione del calpestio), possono condurre a risultati agronomici migliori di quelli attualmente conseguiti.



Nella situazione *ex-post*, la configurazione dell'impianto con inseguitori solari produrrà quali effetti immediati una riduzione della temperatura al suolo per effetto ombreggiamento di una porzione di suolo, ed una barriera di protezione -seppur parziale- dai venti di maestrale e di scirocco.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p. A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  51 di 56

La porzione di fra due file di pannelli che permarrà costantemente libera, consentirà un normosviluppo nelle specie erbacee spontanee (avendo cura di preservare il primo strato di terreno nell'ambito delle lavorazioni di cantiere) e di quelle coltivate o traseminate.

Inoltre, per effetto del movimento rotatorio dei tracker, anche le porzioni di terreno sottostanti ai tracker potranno ricevere una discreta quantità di luce e gli atmosferili; pertanto, sarà possibile la crescita di un manto erboso anche al di sotto dei pannelli.

Qualora la capacità di autorisemina delle specie foraggere e pascolative impiegate per le attività di miglioramento pascoli non fosse sufficiente a garantire una idonea copertura vegetale anno dopo anno, si prevede di intervenire con trasemine o semine integrali ex novo.

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  52 di 56

## 8 MONITORAGGIO DEGLI INDIRIZZI PRODUTTIVI E AGRICOLTURA 4.0



Si può definire **Agricoltura 4.0** il punto di arrivo della sistematica implementazione aziendale applicazione delle tecnologie innovative introdotte nel settore della produzione agroalimentare, sfruttando ed incrementando le conoscenze già acquisite con l'agricoltura di precisione.

Il concetto fondante di tale sistema si basa sulla raccolta, l'elaborazione, l'integrazione e l'analisi dei dati raccolti in maniera automatizzate direttamente dalle unità di coltivazione per mezzo di data logger, sensori e DSS.

L'agricoltura 4.0 si riferisce pertanto all'utilizzo di tecnologie digitali moderne e di automazione nell'agricoltura per aumentare l'efficienza, la produttività e la sostenibilità. Il concetto di Agricoltura 4.0 è un'estensione del paradigma Industry 4.0, che promuove l'integrazione di tecnologie avanzate, come "l'Internet delle cose" (IoT), l'intelligenza artificiale (AI), la robotica, il big data e il *cloud computing*, nei processi di produzione tradizionali per migliorare la produttività e la competitività.

Nell'agricoltura, queste tecnologie vengono utilizzate per automatizzare le attività quotidiane come la semina, la raccolta, l'irrigazione e la gestione del bestiame. Inoltre, l'agricoltura 4.0 si concentra sulla raccolta e l'analisi di grandi quantità di dati per prendere decisioni più informate sulla gestione del suolo, della coltivazione e della produzione di cibo. In questo modo, l'agricoltura 4.0 può aiutare a ridurre gli sprechi, migliorare la sostenibilità ambientale e aumentare la sicurezza alimentare; ad esempio, con l'irrigazione 4.0, i sensori IoT vengono utilizzati per raccogliere dati sul terreno, come l'umidità del suolo, la temperatura e la conducibilità elettrica. Questi dati vengono poi elaborati da algoritmi di intelligenza artificiale per determinare il momento e la quantità ottimali di acqua necessari per le piante. In questo modo, l'irrigazione può essere regolata in tempo reale in base alle esigenze delle colture; in generale, l'irrigazione 4.0 mira a ridurre gli sprechi di acqua, migliorare la qualità delle colture e aumentare la produttività agricola, riducendo al tempo stesso l'impatto ambientale.

Per il monitoraggio degli indirizzi produttivi e dei parametri richiesti dalle linee guida ministeriali, si suggerisce l'installazione delle seguenti tecnologie di monitoraggio:

 <p><b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI</p> <p>www.iatprogetti.it</p>	<p><b>OGGETTO</b>  <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>           Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.  <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b></p>	<p><b>COD. ELABORATO</b>          VGE-FVS-ID-00</p>
	<p><b>TITOLO</b>  <b>ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI          DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE</b></p>	<p><b>PAGINA</b>          53 di 56</p>











<p><b>Anemometro</b>          Intensità: 1-50 m/s, accuratezza 5%          Direzione: 0-360°, accuratezza 7°</p> 	<p><b>Pressione atmosferica</b>          Intervallo di misura: 500 - 1100 hPa          Accuratezza: 0,4 hPa (-10 .. +70°C)</p> 
<p><b>Pluviometro</b>          Risoluzione: 0.2 mm          Funzionamento: bascula auto-svuotante</p> 	<p><b>Conducibilità elettrica del suolo</b>          Intervallo di misura: 0 - 15 dS/m          Temperatura operativa: da 0 a 50 °C</p> 
<p><b>Termogrometro</b>          Temperatura: -25 +85 °C, accur. 0.5°C          Umidità: 0-100 %RH, accuratezza 3%          Calcolo del punto di rugiada          Uscita digitale, Schermo solare</p> 	<p><b>Sensore bagnatura fogliare</b>          Due canali di uscita (pagina superiore ed inferiore)          Range di misura: 0 – 100 %          Temperatura operativa: - 40 + 60 °C</p> 
<p><b>Umidità e temperatura terreno</b>          Accuratezza: 2%          Range di misura: da 0% a 80%          Temperatura operativa: - 40 + 60 °C          Fino a 4 sensori per stazione</p> 	<p><b>Sensore radiazione solare</b>          Radiazione visibile: 0-1800 W/m2          Accuratezza: 5% FS          Temperatura operativa: -40 +65 °C</p> 

Figura 8-1 - Sensori per il monitoraggio degli impianti

Dott. Agronomo Federico Corona

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  <a href="http://www.iatprogetti.it">www.iatprogetti.it</a>	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  54 di 56

## 9 BIBLIOGRAFIA

MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA, Gruppo di lavoro composto da: 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., Giugno 2022: Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici;

Andrea Colantoni, Massimo Cecchini, Danilo Monarca, Roberto Ruggeri, Francesco Rossini, Umberto Bernabucci, Raffaele Cortignani, Riccardo Primi, Valerio Di Stefano, Leonardo Bianchini, Riccardo Alemanno, Stefano Speranza, Pier Paolo Danieli, Enrico M. Mosconi, Antonio Parenti, Ettore Guerriero, Marco Berardo Di Stefano, Roberta Papili, Donato Rotundo, Miriam Di Blasi, Lanfranco Di Campello, Pierpaolo Ventura, Andrea Riberti, Francesco Gallucci, Maurizio Manenti, Michela Demofonti, Laura Onnis, Mariangela Lancellotta, Gianluca Egidi, Mauro Uniformi, Corrado Falchetta, 2021. LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELL'AGRO-FOTOVOLTAICO IN ITALIA - ISBN 978-88-903361-4-0 <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>

Atzori A.S., Furesi R., Madau F.A., Pulina P., Rassu S.P.G., 2015. Sustainability of dairy sheep production in pasture lands: a case study approach to integrate economic and environmental perspectives. *Reviews of Studies on Sustainability*. 1:117-134



Di Lucia, L., Peterson, S., Seigné-Itoiz, E., Atzori, A., Usai, D., Slade, R., Bauen, A. Using participatory system dynamics modelling to quantify indirect land use changes of biofuel projects. *Journal of Land Use Science*, 16 (1), pp. 111-128. IF 2.21 Q2

Arca P., Vagnoni E., Lunesu M.F., Serra M.G., Contini S., Decandia M., Molle G., Franca A., Atzori A.S., Duce P. 2019 SheepToShip LIFE: Looking for an eco-sustainable sheep supply chain. Preliminary results on GHG emission of dairy sheep farms. Proceedings of the FAO CHieam Network on Sheep and Goats mediterranean Pastures. Meknes il 23-25 Ottobre, Marocco.

Graham, M., Ates, S., Melathopoulos, A. P., Moldenke, A. R., DeBano, S. J., Best, L. R., & Higgins, C. W. (2021). Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem. *Scientific Reports*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86756-4>

Adeh, E. H., Selker, J. S., & Higgins, C. W. (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE*, 13(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>

Randle-Boggis, R. J., White, P. C. L., Cruz, J., Parker, G., Montag, H., Scurlock, J. M. O., & Armstrong, A. (2020). Realising co-benefits for natural capital and ecosystem services from solar parks: A co-developed, evidence-based approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125(May 2019), 109775. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109775>

 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI  www.iatprogetti.it	<b>OGGETTO</b> <b>Volta Green Energy S.r.l.</b>  <small>Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di A2A S.p.A.</small> <b>IMPIANTO FV 35 MW DENOMINATO "NURRA"</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>COD. ELABORATO</b>  VGE-FVS-ID-00
	<b>TITOLO</b> ANALISI AGRONOMICA E STUDIO INTERVENTI DI MITIGAZIONE E INSERIMENTO AMBIENTALE	<b>PAGINA</b>  55 di 56

Andrew, A. C., Higgins, C. W., Smallman, M. A., Graham, M., & Ates, S. (2021). Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behavior in Agrivoltaic Production System. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(April), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.659175>

Lytle, W., Meyer, T. K., Tanikella, N. G., Burnham, L., Engel, J., Schelly, C., & Pearce, J. M. (2021). Conceptual Design and Rationale for a New Agrivoltaics Concept: Pasture-Raised Rabbits and Solar Farming. *Journal of Cleaner Production*, 282, 124476. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124476>

Sacchelli, S., Garegnani, G., Geri, F., Grilli, G., Paletto, A., Zambelli, P., Ciolli, M., & Vettorato, D. (2016). Trade-off between photovoltaic systems installation and agricultural practices on arable lands: An environmental and socio-economic impact analysis for Italy. *Land Use Policy*, 56, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.024>

Maia, A. S. C., Culhari, E. de A., Fonsêca, V. de F. C., Milan, H. F. M., & Gebremedhin, K. G. (2020). Photovoltaic panels as shading resources for livestock. *Journal of Cleaner Production*, 258.

Giardini L., Baldoni R., Coltivazioni erbacee. Foraggiere e tappeti erbosi; Cereali e proteaginose; Piante oleifere da zucchero, da fibra, orticole e aromatiche. Pàtron Editore Bologna 2020