



## IMPIANTI AGROVOLTAICI S'Arrideli e Narbonis

COMUNE DI URAS

PROPONENTE



CVA EOS s.r.l.  
via Stazione 31  
11024 Châtillon (AO)

## VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

CODICE ELABORATO

OGGETTO:  
Relazione agronomica S'Arrideli e Narbonis

VIA  
R08

COORDINAMENTO

GRUPPO DI LAVORO S.I.A.



BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA

📍 CENTRO COMMERCIALE LOCALITA' "PINTOREDDU", SN  
STUDIO TECNICO 1° PIANO INTERNO 4P 09028 SESTU  
☎ +39 347 5965654 € P.IVA 02926980927  
📧 SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.A.PRA.003678  
📧 INGBRUNOMANCA@GMAIL.COM PEC: BRUNO.MANCA@INGPEC.EU  
🌐 WWW.BRUNOMANCA.COM 🌐 WWW.UMBRAS360.COM

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori  
Dott. Ing. Fabio Massimo Calderaro  
Dott. Giulio Casu  
Dott. Agr. Federico Corona  
Dott.ssa Ing. Silvia Exana  
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
Dott. Ing Bruno Manca  
Dott. Nat. Maurizio Medda  
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas  
Dott. Nat. Fabio Schirru  
Dott. Archeol. Matteo Tatti

REDATTORE

Dott. Agronomo Federico Corona

00	dicembre 2021	Prima emissione
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE

FORMATO  
ISO A4 - 297 x 210

## Indice

1	Premessa .....	2
2	Caratterizzazione pedologica dei siti .....	4
	FV S'Arrideli.....	4
	FV Narbonis .....	9
3	Classificazione del sito secondo la Land Capability Classification.....	12
4	Risultati della valutazione dell'attitudine all'uso agricolo del sito in esame .....	13
	FV S'Arrideli.....	13
	FV Narbonis .....	20
5	Impatti potenziali derivanti dalla realizzazione del progetto .....	25
	Suolo.....	25
	Vegetazione .....	25
	Attività agricola – FV S'Arrideli.....	26
	<i>Situazione ex-ante</i> .....	26
	<i>Situazione ex-post</i> .....	33
	Attività agricola – FV Narbonis.....	38
6	Misure di mitigazione .....	41
7	Misure di compensazione .....	42
8	Studio e monitoraggio <i>ex-post</i> .....	43
9	Articoli scientifici consultati.....	49
10	Bibliografia.....	51
11	Conclusioni.....	52

## 1 Premessa

La presente relazione è parte integrante del progetto per la realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "FV S'Arrideli", costituito elettricamente da un lotto di tre impianti, e di un impianto agrovoltaiico denominato "FV Narbonis", costituito elettricamente da un lotto di due impianti, per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile del tipo fotovoltaico; entrambi i siti ricadono nel territorio del Comune di Uras, all'interno della Provincia di Oristano.

Per quanto riguarda il **primo impianto - FV S'Arrideli** - Il progetto consiste nella realizzazione di un lotto di tre impianti agrovoltaiici a terra, su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers) per complessivi 6 sottocampi (due per ciascun impianto) con potenza totale pari a 23,34 MWp collegati fra loro in parallelo presso le rispettive cabine utente, dalle quali si dipartono le linee di collegamento di media tensione verso le tre cabine di consegna ubicate nell'immediata adiacenza della cabina primaria "C.P. Uras" di E-distribuzione.

Per quanto riguarda il **secondo impianto - FV Narbonis** - il progetto consiste nella realizzazione di un lotto di due impianti (detto anche l'impianto) agrovoltaiici a terra, su strutture ad inseguimento monoassiale (trackers) composto da n. 4 sottocampi (due per ciascun impianto) per complessivi 15,08 MWp collegati fra loro in parallelo presso le rispettive cabine di utente, dalle quali si dipartono le linee di collegamento di media tensione verso i punti di consegna, ubicati all'interno delle due cabine di consegna da ubicare nell'angolo nord-est dell'area di impianto nell'immediata adiacenza della cabina primaria "C.P. Uras" di e-distribuzione SpA.

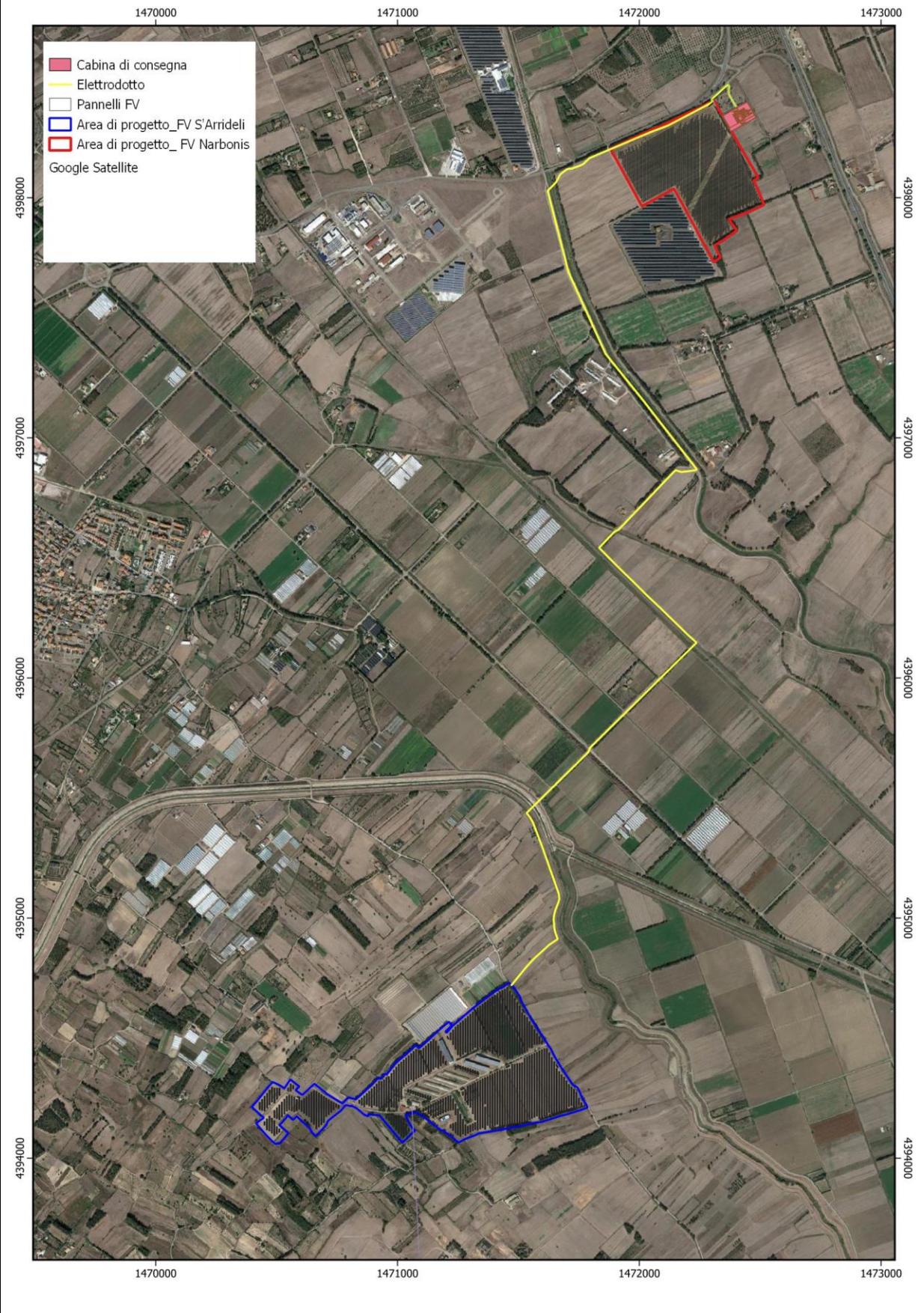
I due impianti avranno potenza nominale di 7,54 MWp ciascuno, si tratta quindi di un lotto di impianti di complessivi 15,08 MWp collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione.

L'elettrodotto interrato si sviluppa, per una lunghezza complessiva di circa 5,0 km a partire dall'impianto FV S'Arrideli fino alle tre cabine di consegna, in banchina di strade interpoderali sterrate e comunali secondarie. Le tre cabine di consegna dell'impianto FV S'Arrideli ubicate in adiacenza alla "CP Uras" di e-distribuzione SpA conddivideranno gli ultimi 250 m di cavidotto interrato lungo la cunetta di scolo di una strada comunale con le due cabine di consegna limitrofe dell'impianto FV Narbonis.

Le aree di progetto ricadono in zona classificata dal PUC del Comune di Uras come "E" (agricola) sottozona E2.

Scopo del presente lavoro è quello di definire, a scala di dettaglio, la classe di capacità d'uso dei suoli all'utilizzo agricolo dei lotti interessati dal progetto e descrivere come si preveda di proseguire l'attività agro-zootecnica attualmente in essere, anche delineando gli interventi da realizzare in un successivo e più articolato Piano di Sviluppo Aziendale nella fase di esercizio dell'impianto.

### Inquadramento dell'area di progetto su Ortofoto Google 2019



## 2 Caratterizzazione pedologica dei siti

### FV S'Arrideli

L'area dove sorgerà l'impianto agrovoltaico presenta una morfologia pianeggiante e un soprassuolo costituito da seminativi afferenti ad un'azienda agricola ad indirizzo produttivo foraggiero-zootecnico.

I terreni facenti parte del compendio indagato sono qualificabili come seminativi e risultano essere situati lateralmente al centro aziendale costituito da più corpi di fabbrica realizzati per la maggior parte verso la metà degli anni '50 e che fino agli anni '80 sono stati utilizzati per l'allevamento avicolo (sotto il marchio storico "Pollo S'Arrideli").

Tali terreni, sebbene costituenti un corpo unico di forma irregolare, risultano essere suddivisi in unità minori mediante rete metallica del tipo agropastorale con funzione di regolamentazione delle attività di pascolo del bestiame ovino allevato in azienda.

Sono presenti alberature sia perimetrali che centrali, a fungere da frangivento ed a cingere i confini della proprietà, costituite prevalentemente da eucalitti, cipressi, fichi d'india e altri.

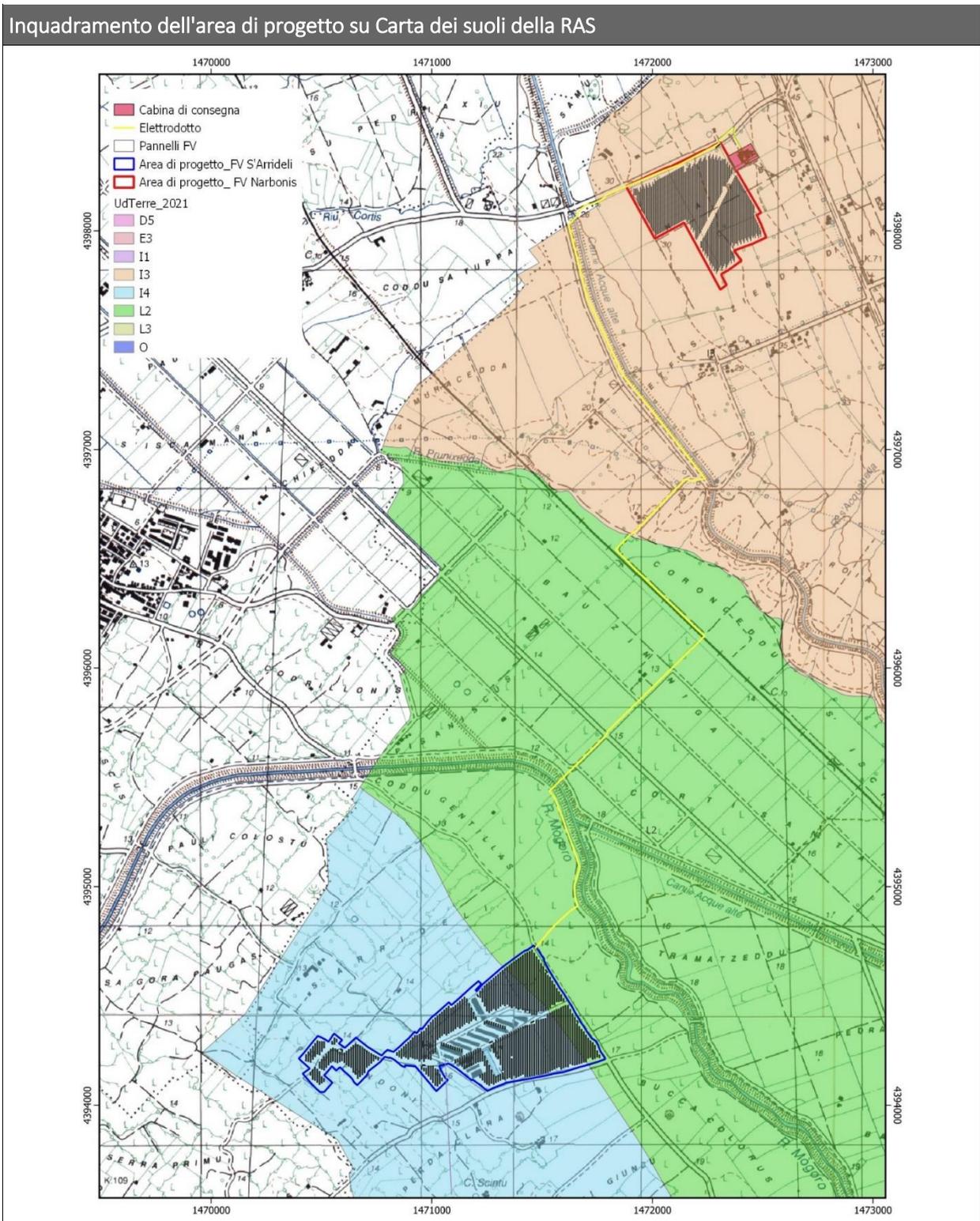
Ingresso alla proprietà



Per l'inquadramento pedologico dell'area in esame si è fatto riferimento alla Carta dei suoli del comune di Uras in scala 1:10.000 redatta nel settembre 2000, sulla base della quale sono state individuate le unità cartografiche di paesaggio presenti nell'area d'interesse. Lo studio di dettaglio ha previsto alcuni sopralluoghi

finalizzati a verificare lo stato dei luoghi e l'esecuzione di alcuni rilievi speditivi oltre alle opportune osservazioni pedologiche rappresentative dei suoli presenti.

L'area di progetto intercetta le unità cartografiche delle terre I4 e L2, mentre l'elettrodotto di connessione alla rete elettrica si sviluppa sulle unità L2 e I3.



L'unità di paesaggio I4 identifica i "Paesaggi sui depositi alluvionali del Pliocene e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene"; si tratta di depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi in matrice argillo-limosa ricoperti da sabbie eoliche accumulate durante la glaciazione wurmiana, a causa dei venti provenienti dal III e IV quadrante, che nel loro percorso verso l'entroterra attraversavano un vasto bacino di materiali sabbiosi a seguito del consistente abbassamento del livello dei mari. In conseguenza di questo, i suoli presentano profili A-Bw-C e A-Bw-R, subordinatamente A-C, A-Bt-C, con tessitura sabbiosa o franco sabbiosa in superficie, da franco sabbioso argillosa ad argilloso sabbiosa in profondità, sono permeabili, da neutri a subalcalini, saturi. Secondo la classificazione Soil Taxonomy USDA sono identificati come Typic Xerochrepts, Typic, Aquic Xerofluvents.

I dati delle osservazioni eseguite sono riportati nella seguente tabella.

Orizzonti pedologici tipici osservati nell'unità I4		
Orizzonte	Ap	B/C
Profondità	0 – 30 cm	30 – >65 cm
Suolo		Typic Xerochrepts
Limite	abrupto e lineare	abrupto e lineare
Concrezioni	assenti	assenti
Screziature	assenti	assenti
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	assenti	assenti
Aggregazione	poliedrica sub angolare	poliedrica sub angolare
Dimensioni aggregati	fine	fine
Grado dell'aggregazione e consistenza	Molto friabile	friabile
Colore	10YR 5/6	10YR 3/4
NOTE	Pori e radici abbondanti. Tessitura sabbiosa. Non adesivo o plastico. Reazione all'HCl assente.	Pori e radici comuni. Tessitura sabbiosa. Non adesivo o plastico. Reazione all'HCl assente

#### Paesaggio e dettaglio dell'osservazione 4



L'unità di paesaggio L2 si riscontra con continuità nel settore centrale del territorio comunale, lungo l'alveo del Rio Mogoro e identifica i depositi alluvionali sciolti attuali e sub-attuali, che si sviluppano su aree da subpianeggianti a pianeggianti. I suoli hanno profili A-Bw-C e A-Bw-R, subordinatamente A-C, A-Bt-C, sono profondi, da argillosi a franco argillosi, da poco a mediamente permeabili, da neutri a subalcalini, saturi. Secondo la classificazione Soil Taxonomy USDA sono identificati come Typic Xerochrepts, Typic, Aquic, Vertic e Mollic Xerofluvents. I dati delle osservazioni eseguite sono riportati nella seguente tabella.

Orizzonti pedologici tipici dell'unità L2 (classificazione eseguita sulla base dell'osservazione, in assenza di dati analitici di supporto che permettano l'eventuale inserimento del profilo nei Xerofluvents)			
Orizzonte	Ap	Bw1	Bw2
Profondità	0 – 30 cm	30 – >50 cm	50 – > 95 cm
Suolo			Typic Xerochrepts
Limite	abrupto e lineare	abrupto e lineare	abrupto e lineare
Concrezioni	assenti	assenti	assenti
Screziature	assenti	assenti	assenti
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	assenti	assenti	presenti sotto forma di concentrazioni di Ferro e Manganese soffici
Aggregazione	poliedrica sub angolare	poliedrica sub angolare	poliedrica sub angolare
Dimensioni aggregati	media	da fine a media	media
Grado dell'aggregazione e consistenza	friabile	friabile	friabile
Colore	10YR 4/3	10YR 4/2	10YR 3/2
NOTE	Pori e radici abbondanti. Tessitura franca. Leggermente adesivo ma non plastico. Reazione all'HCl assente.	Pori e radici abbondanti. Tessitura franco argillosa. Adesivo e plastico. Reazione all'HCl assente.	Pori e radici comuni. Tessitura argillosa. Adesivo e plastico. Reazione all'HCl assente.

#### Paesaggio e dettaglio dell'osservazione 5



L'unità di paesaggio I3 identifica i paesaggi sulle alluvioni Oloceniche eterometriche mediamente cementate, ciottolose e sabbiose con morfologia pianeggiante o subpianeggiante. Sono presenti suoli a profilo A-Bt-Ck, A-C profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, da neutri a subcalcini, saturi. Sono classificati secondo la Soil Taxonomy USDA come Typic, Calcic e Petrocalcic Haploxeralfs.

Orizzonti pedologici tipici dell'unità I3 (classificazione eseguita sulla base dell'osservazione, in assenza di dati analitici di supporto che permettano l'eventuale inserimento del profilo nei Palexeralfs)			
Orizzonte	Ap	Bt	B/C
Profondità	0 – 30 cm	30 – >58 cm	58 – > 100 cm
Suolo			Typic Haploxeralfs
Limite	abrupto e lineare	abrupto e lineare	abrupto e lineare
Concrezioni	assenti	assenti	assenti
Screziature	assenti	assenti	assenti
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	assenti	assenti	presenti sotto forma di concentrazioni di Ferro e Manganese soffici
Aggregazione	poliedrica sub angolare	poliedrica sub angolare	poliedrica sub angolare
Dimensioni aggregati	media	resistente	media
Grado dell'aggregazione e consistenza	friabile	friabile	friabile
Colore	10YR 4/37,5YR 4/3	7,5YR 4/3	7,5YR 3/2
NOTE	Presenza di scheletro medio al 10%. Pori e radici abbondanti. Tessitura franca. Non adesivo o plastico. Reazione all'HCl assente.	Presenza di scheletro medio al 4%. Pori e radici comuni. Tessitura argillosa con patine di argilla sugli aggregati. Adesivo e plastico. Reazione all'HCl assente.	Presenza di scheletro medio al 3%. Pori e radici comuni. Tessitura franca. Non adesivo ma plastico. Reazione all'HCl assente.

### Paesaggio e dettaglio dell'osservazione 3



## FV Narbonis

Anche in questo caso, l'area dove sorgerà l'impianto agrovoltaico presenta una morfologia pianeggiante e un soprassuolo costituito da seminativi afferenti ad un'azienda agricola ad indirizzo produttivo foraggiero-zootecnico.

I terreni facenti parte del compendio indagato sono qualificabili come seminativi irrigui e risultano essere una unità di coltivazione separata rispetto al centro aziendale dell'Azienda Agricola Emanuele Balliana, con sede in Arborea, dedita all'allevamento del bovino da latte.

Tali terreni costituiscono un fondo di coltivazione formato da un corpo di forma pressoché rettangolare avente una superficie di circa 19 ha. L'accesso al terreno è garantito da una viabilità sterrata interpodereale, che stacca dalla SP 61, al servizio delle limitrofe serre e degli altri terreni confinanti ad ovest rispetto al sito di interesse.

Sono presenti alberature perimetrali di *Eucaliptus ssp* che ne limitano la visibilità dalla viabilità principale e sorgono a ridosso di un impianto fotovoltaico del tipo "su terra" già presente ed in funzione.

Tutta l'area in esame risulta essere servita dalla rete del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese e sono presenti impianti irrigui fissi per la coltivazione di cereali con ciclo primaverile-estivo (mais, sorgo, ecc..)

Ingresso alla proprietà



Per l'inquadramento pedologico dell'area in esame si è fatto riferimento alla Carta dei suoli del comune di Uras in scala 1:10.000 redatta nel settembre 2000, sulla base della quale sono state individuate le unità cartografiche di paesaggio presenti nell'area d'interesse; lo studio di dettaglio ha previsto alcuni sopralluoghi finalizzati a verificare lo stato dei luoghi e l'esecuzione di alcuni rilievi speditivi oltre alle opportune osservazioni pedologiche rappresentative dei suoli presenti.



L'unità di paesaggio I3 identifica i paesaggi sulle alluvioni Oloceniche eterometriche mediamente cementate, ciottolose e sabbiose con morfologia pianeggiante o subpianeggiante. Sono presenti suoli a profilo A-Bt-Ck, A-C profondi, da franco sabbiosi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, da neutri a subcalcini, saturi. Sono classificati secondo la Soil Taxonomy USDA come Typic, Calcic e Petrocalcic Haploxeralfs.

Orizzonti pedologici tipici dell'unità I3 (classificazione eseguita sulla base dell'osservazione, in assenza di dati analitici di supporto che permettano l'eventuale inserimento del profilo nei Palexeralfs)			
Orizzonte	Ap	Bt	B/C
Profondità	0 – 30 cm	30 – >58 cm	58 – > 100 cm
Suolo			Typic Haploxeralfs
Limite	abrupto e lineare	abrupto e lineare	abrupto e lineare
Concrezioni	assenti	assenti	assenti
Screziature	assenti	assenti	assenti
Accumuli di carbonati o Fe, etc.	assenti	assenti	presenti sotto forma di concentrazioni di Ferro e Manganese soffici
Aggregazione	poliedrica sub angolare	poliedrica sub angolare	poliedrica sub angolare
Dimensioni aggregati	media	resistente	media
Grado dell'aggregazione e consistenza	friabile	friabile	friabile
Colore	10YR 4/37,5YR 4/3	7,5YR 4/3	7,5YR 3/2
NOTE	Presenza di scheletro medio al 10%. Pori e radici abbondanti. Tessitura franca. Non adesivo o plastico. Reazione all'HCl assente.	Presenza di scheletro medio al 4%. Pori e radici comuni. Tessitura argillosa con patine di argilla sugli aggregati. Adesivo e plastico. Reazione all'HCl assente.	Presenza di scheletro medio al 3%. Pori e radici comuni. Tessitura franca. Non adesivo ma plastico. Reazione all'HCl assente.

### Paesaggio e dettaglio dell'osservazione 3



### 3 Classificazione del sito secondo la Land Capability Classification

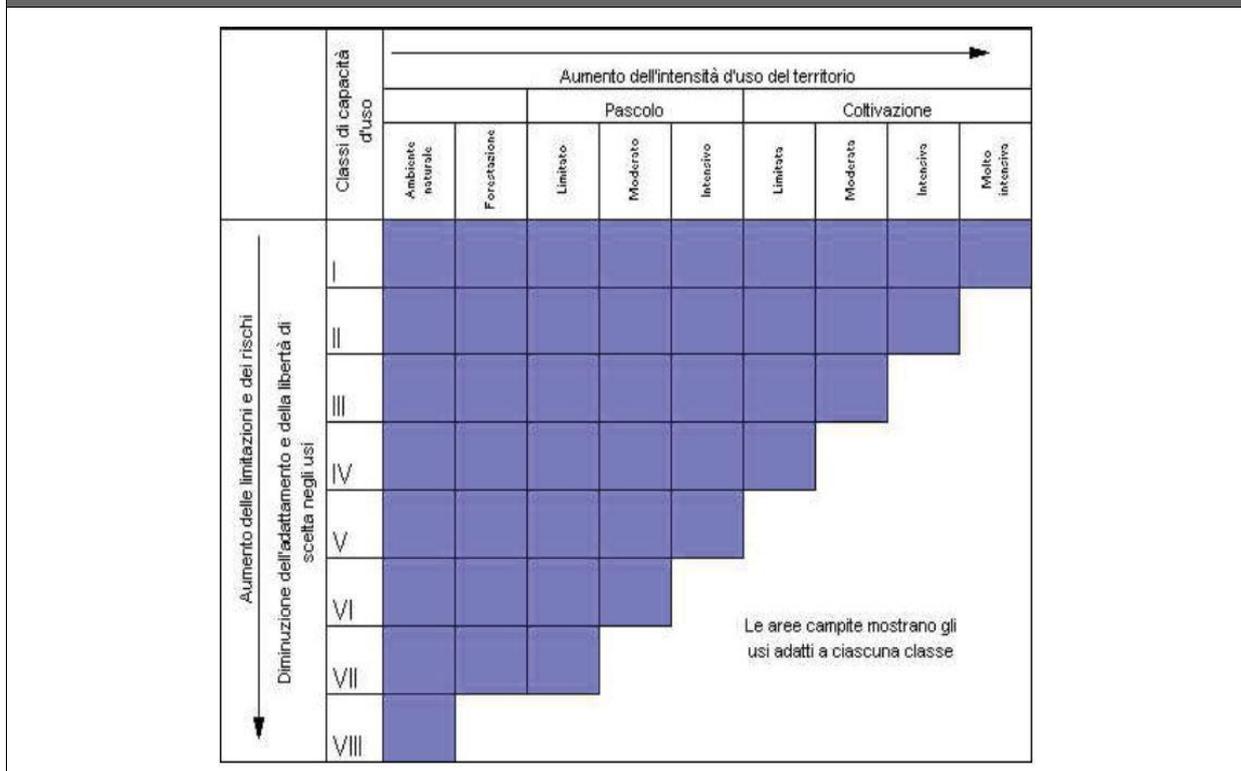
Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come "Agricultural Land Capability Classification" (LCC) proposto da Klingebiel e Montgomery (1961) per l'U.S.D.A.; tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di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

La LCC prevede tre livelli di definizione: classe, sottoclasse ed unità.

Relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio



Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che posseggono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue:

### ***Suoli arabili***

- Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente.
- Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idraulico agrarie e forestali.
- Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta.

### ***Suoli non arabili***

- Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi.
- Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo.
- Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire lo sviluppo della vegetazione.

## **4 Risultati della valutazione dell'attitudine all'uso agricolo del sito in esame**

### **FV S'Arrideli**

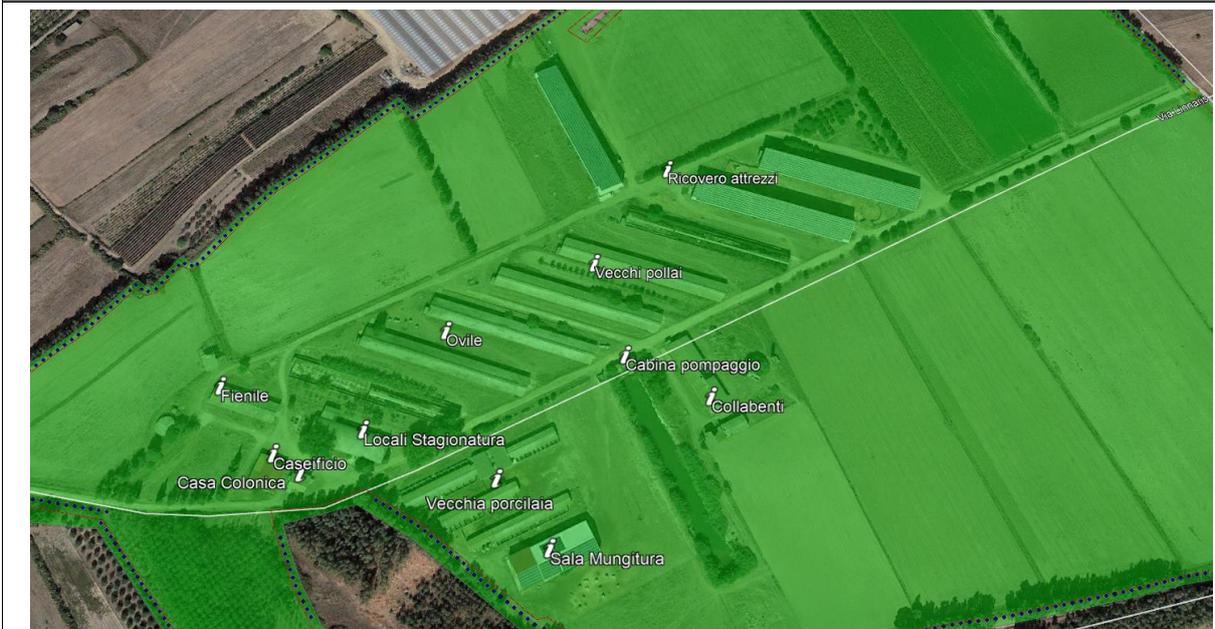
L'area di progetto è caratterizzata da una giacitura pianeggiante e un soprassuolo costituito prevalentemente da colture erbacee da foraggio, da un pascolo degradato con esemplari adulti di quercia da sughero concentrati nella parte sud dell'area di intervento, eucalitti, cipressi e ficodindia lungo i margini dei campi.

Sono inoltre presenti numerosi corpi di fabbrica, originariamente edificati per l'allevamento avicolo; successivamente una parte di essi è stata destinata al ricovero di macchine ed attrezzi, altri fabbricati sono stati invece adibiti al ricovero del bestiame.

Nel centro aziendale si trovano inoltre fabbricati tipici dell'azienda agro-zootecnica per la produzione di latte ovino quali la sala mungitura con annessa sala latte e sala attesa, un caseificio aziendale e, in un corpo di fabbrica separato, sono presenti i locali di maturazione e conservazione del formaggio.

Completano la dotazione di fabbricati una casa colonica, una porcilaia in disuso, un vecchio fienile e altri locali collabenti che necessiterebbero certamente di una profonda riqualificazione ovvero che si provvedesse alla loro dismissione qualora non funzionali alle attività aziendali; annessa al vascone di accumulo, è presente una cabina di pompaggio.

#### Identificazione degli attuali corpi di fabbrica presenti



Dal punto di vista dell'attitudine all'uso agricolo del sito, i suoli afferenti all'unità delle terre I4 sono ascritti alla classe III<sub>s</sub> di land capability classification, in quanto presentano severe limitazioni dovute all'eccesso di scheletro e al drenaggio talvolta troppo rapido; consentono una moderata scelta delle colture e sono arabili.

I suoli afferenti all'unità delle terre L2 sono ascritti alla classe III<sub>s,w</sub> di land capability classification, in quanto presentano severe limitazioni dovute all'eccesso di scheletro e al drenaggio troppo rapido o lento: in quest'ultimo caso necessitano di interventi di sistemazione idraulico agraria finalizzata al miglioramento del drenaggio interno. Consentono una moderata scelta delle colture e sono arabili.

La determinazione delle caratteristiche di fertilità di partenza e della classe di capacità d'uso è stata eseguita inoltre rilevando i seguenti parametri:

- Parametri stazionali: pendenza, quota, pietrosità superficiale, rocciosità affiorante, erosione in atto, profondità del suolo utile per le radici, scheletro nell'orizzonte superficiale, drenaggio interno.
- Parametri chimico-fisici: tessitura, stabilità di struttura, densità apparente, porosità, pH in acqua, calcare totale, calcare attivo, Carbonio organico, Sostanza Organica, Azoto totale, Basi di scambio (Ca, Mg, K, Na), Capacità di Scambio Cationico, Microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn), Potassio totale e

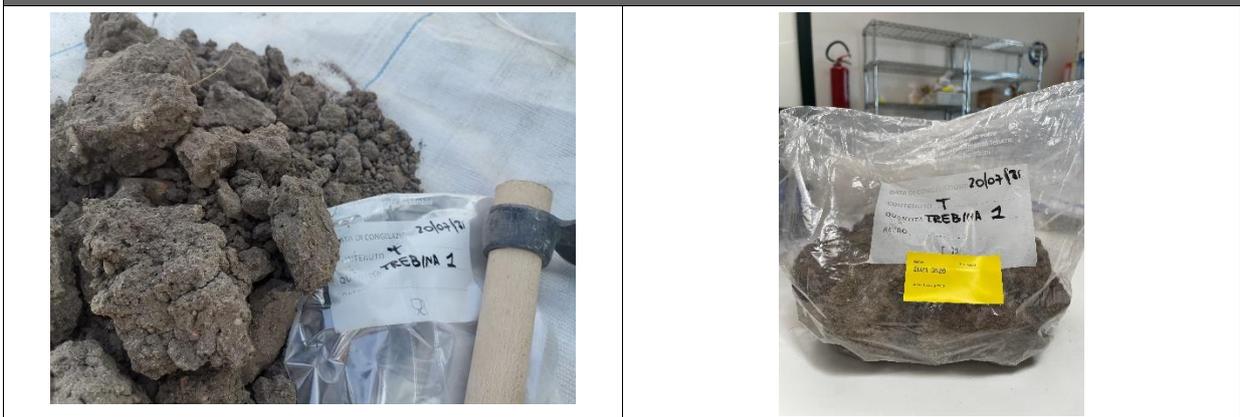
assimilabile, Fosforo totale e assimilabile, contenuto idrico al punto di appassimento e alla capacità di campo, conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione (ECe).

Il piano dei campionamenti ha dunque riguardato il prelievo e l'allestimento di 3 campioni di terreno (uno per ogni unità pedologica descritta nel paragrafo 2 del presente elaborato) da sottoporre ad analisi chimico-fisica, i cui rapporti di prova si allegano in calce alla presente relazione.

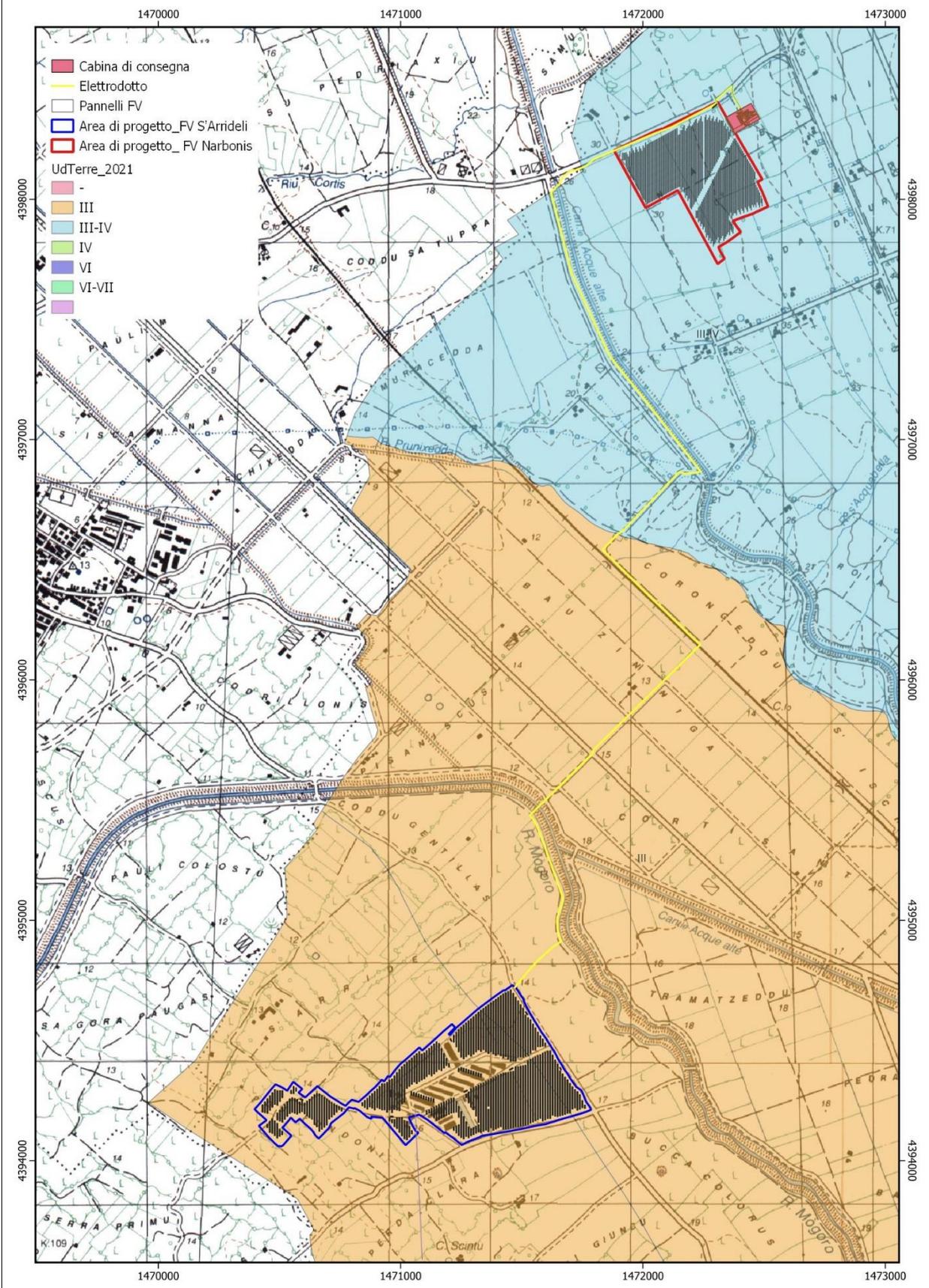
Il campionamento è stato eseguito su terreni ed in periodi coincidenti con il termine delle coltivazioni; pertanto, su superfici non sottoposte a recenti lavorazioni e con adeguato intervallo di tempo dalle ultime operazioni di fertilizzazione (chimiche ed organiche); i siti sono stati scelti per la loro rappresentatività dell'uso del suolo all'interno della unità di suolo di appartenenza. si è indi proceduto ad individuare l'unità di campionamento che coincide con l'area omogenea, ossia quella parte della superficie aziendale per la quale si ritiene che per elementi ambientali (tessitura, morfologia, colore, struttura) e per pratiche colturali comuni (irrigazione, lavorazioni profonde, fertilizzazioni ricevute e avvicendamenti) i terreni abbiano caratteristiche chimiche e fisiche simili. Tutte le superfici campionate avevano una dimensione minima superiore ai 5.000 metri quadri.

Al fine di ottenere un campione rappresentativo, il prelevamento è stato eseguito nell'unità di campionamento sopra definita procedendo a zig zag nell'appezzamento ed effettuando generalmente 10 punti di prelievo di sub-campioni elementari; nei punti di prelievo, dopo aver asportato e allontanato i primi 5 cm al fine di eliminare la cotica erbosa e gli eventuali detriti superficiali presenti, è stato effettuato il prelievo fino ad una profondità di 30 cm; i sub-campioni così ottenuti sono stati quindi sminuzzati e mescolati accuratamente e, dopo aver rimosso ed allontanato pietre e materie organiche grossolane (radici, stoppie e residui colturali in genere, ecc.), si è prelevato dal miscuglio circa 1-2 kg di terra da portare al laboratorio di analisi.

### Campionamento



Capacità d'uso dei suoli interessati dall'intervento

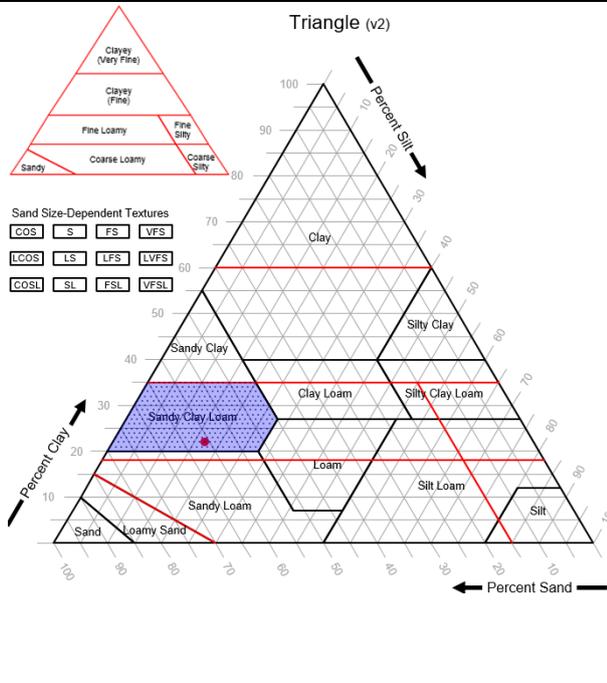


Rimandando ai rapporti di prova allegati alla presente per il dettaglio delle analisi chimico-fisiche, si riportano in questa sede i giudizi agronomici corrispondenti.

Unità L2 – rapporto di prova n. 626 Trebina 1 – Capability III-IVs	
Triangolo USDA	Giudizio agronomico
	<p>Trattasi di terreni a <b>tessitura franco-sabbioso argillosa</b>, con una discreta presenza di scheletro ed una <b>struttura granulare con forte tendenza alla instabilità</b> (<math>I=17\% &lt; 20\%</math>). La permeabilità e la velocità di infiltrazione risultano favorite ed accentuate dalle normali lavorazioni agricole. La totale assenza di calcare (attivo e totale), espresso in carbonato di calcio, è indice di una <b>lentissima mineralizzazione della sostanza organica</b> (1,27% - Remy e Marin-Lafleche) che si traduce nella bassa capacità di trattenere e cedere azoto alle colture. Il pH (7,46) debolmente alcalino (classificazione USDA) può determinare problemi di disponibilità di microelementi, una retrogradazione del fosforo con formazione di fosfati insolubili, un aumento della quantità di calcio a livelli da indurre antagonismi con magnesio e potassio e un aumento della disponibilità di molibdeno.</p>
<p>Il terreno risulta mediamente dotato di sostanza organica (1,87%) ma il <b>rapporto C/N &gt; 12</b> indica una <b>situazione di squilibrio</b> in quanto, per il progredire del processo di umificazione da parte dei microrganismi, <b>l'azoto presente nel terreno non è sufficiente</b>. Questo azoto, indispensabile per la stabilizzazione della sostanza organica, viene quindi sottratto alla soluzione circolante del terreno e in definitiva all'assorbimento radicale delle piante. L'<b>azoto totale</b>, infatti, seppur presente in quantità medie (secondo ARPAV) risulta in parte sottratto alle colture da parte dell'azione microbica nei processi di mineralizzazione della SO.</p> <p>La dotazione di calcio scambiabile risulta buona (<math>3000 &lt; 3199 &lt; 4000</math> mg/kg), così come quella del Magnesio (<math>150 &lt; 179 &lt; 200</math> mg/kg); il Potassio risulta essere presente in quantità abbondante (<math>180 &lt; 194 &lt; 240</math> mg/kg); la CSC risulta pertanto media (<math>12 &lt; 18,7 &lt; 20</math> meq/100 g). Il terreno risulta ricco di fosforo assimilabile (<math>31 &lt; 44,1 &lt; 45</math> mg/kg), di ferro (<math>27,8 &gt; 20</math> mg/kg) e di manganese (<math>20,1 &gt; 10</math> mg/kg). Il contenuto di rame è nella media così come il contenuto in zinco.</p> <p>La conducibilità elettrica specifica EC Misurata non presenta nessun problema di depressione per le colture. Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ dalla lenta mineralizzazione della sostanza organica;</li> <li>○ dal pH alcalino che potrebbe creare problemi di insolubilizzazione del fosforo ed influire negativamente sulla CSC in generale;</li> <li>○ da uno squilibrato rapporto Carbonio /Azoto che tende ad immobilizzare tutto l'azoto disponibile per il nutrimento della microfauna edafica;</li> <li>○ da uno squilibrato rapporto Mg/K che può comportare una magnesio-carenza specie su colture sensibili;</li> <li>○ da una elevata instabilità della struttura che determina un elevato pericolo di lisciviazione degli elementi nutritivi oltre alla possibilità di fenomeni erosivi in occasione di piogge torrenziali;</li> </ul> </li> <li>● i vantaggi sono determinati da: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ buona permeabilità superficiale;</li> <li>○ facilità di lavorazione in ogni periodo dell'anno, con terreno sufficientemente umido;</li> <li>○ adattabilità di coltivazione per colture cerealicolo-foraggiere.</li> </ul> </li> </ul>	

**In definitiva, anche a seguito delle analisi chimico-fisiche, si conferma il valore agronomico medio dei terreni afferenti a questa unità di terra.**

#### Unità I4 – rapporto di prova n. 627 Trebina 2 – Capability IIIs

Triangolo USDA	Giudizio agronomico
 <p>The image shows a USDA Soil Triangle (v2) with axes for Percent Sand (bottom), Percent Silt (right), and Percent Clay (left). The soil sample is plotted in the 'Sandy Clay Loam' region. A legend for Sand Size-Dependent Textures is provided, including categories like COS, S, FS, LVFS, etc.</p>	<p>Trattasi di terreni a <b>tessitura franco-sabbioso argillosa</b>, con una discreta presenza di scheletro ed una <b>struttura granulare con forte tendenza alla instabilità</b> (<math>I=16,3\%&lt;20\%</math>). La permeabilità e la velocità di infiltrazione risultano favorite ed accentuate dalle normali lavorazioni agricole. Il terreno risulta scarsamente dotato di calcare attivo (<b>0,75%</b>) e data anche la ridotta presenza di calcare totale, espresso in carbonato di calcio (29,0 mg/kg), ha un <b>basso coefficiente di mineralizzazione della sostanza organica</b> (CM 1,24% - Remy e Marin-Lafleche) che si traduce nella bassa capacità di trattenere e cedere azoto alle colture. Il <b>pH</b> (8,26) alcalino (classificazione USDA) determina problemi di disponibilità di microelementi, una retrogradazione del fosforo con formazione di fosfati insolubili, un aumento della quantità di calcio a livelli da indurre antagonismi con magnesio e potassio e un aumento della disponibilità di molibdeno.</p>

Il terreno risulta mediamente dotato di sostanza organica (1,96%) ed il **rapporto C/N > 10** indica una **sostanza organica ben umificata e stabile nel tempo** (e ciò è verosimile in quanto il campionamento è stato fatto su erbai di medica in coltivazione poliennale); infatti anche l'**azoto totale** (1,09 g/kg) è conforme al tipo di coltura praticata.

La dotazione di calcio scambiabile risulta buona (3000<**3056**<4000 mg/kg), così come quella del Magnesio (200<**202**<250 mg/kg); il Potassio risulta essere presente in quantità molto abbondante (**245**>240 mg/kg); la CSC risulta pertanto media (12<**18,9**<20 meq/100 g). Il terreno risulta ricco di fosforo assimilabile (31<**44,3**<45 mg/kg), normalmente dotato di ferro (2,5<**10,7**<20 mg/kg) e ricco di manganese (**13,3**>10 mg/kg). Il contenuto di rame è nella media così come il contenuto in zinco.

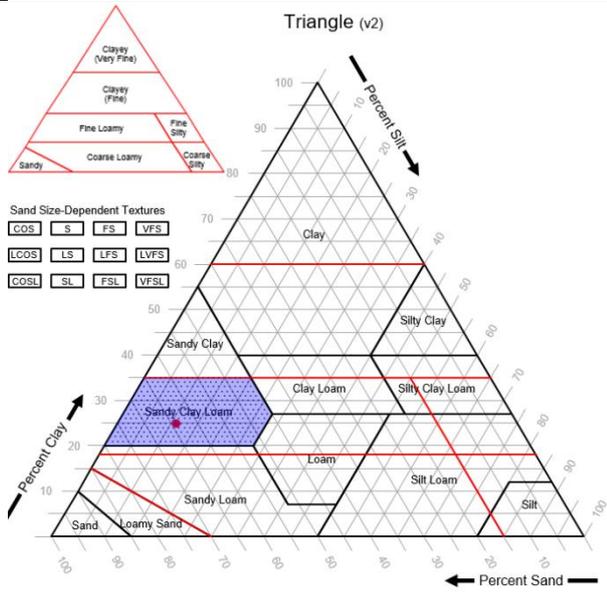
Il contenuto in sodio e la conducibilità elettrica specifica EC misurati non presentano problemi di depressione per le colture.

Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:

- le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate:
  - dalla assente mineralizzazione della sostanza organica;
  - dal pH alcalino che determina problemi di insolubilizzazione del fosforo ed influire negativamente sulla CSC in generale e limita fortemente le coltivazioni praticabili.
  - da una elevata instabilità della struttura che determina un elevato pericolo di lisciviazione degli elementi nutritivi oltre alla possibilità di fenomeni erosivi in occasione di piogge torrenziali;
- i vantaggi sono determinati da:
  - buona permeabilità superficiale;
  - facilità di lavorazione in ogni periodo dell'anno, con terreno sufficientemente umido;
  - ottimo rapporto nutrizionale Mg/K
  - buon rapporto nutrizionale C/N

*In definitiva, anche a seguito delle analisi chimico-fisiche, si conferma il valore agronomico medio dei terreni afferenti a questa unità di terra.*

**Unità I4 – rapporto di prova n. 628 Trebina 3 – Capability IIIs - w**

Triangolo USDA	Giudizio agronomico
 <p>The image shows the USDA Soil Texture Triangle (v2) with axes for Percent Silt (top), Percent Sand (bottom), and Percent Clay (left). A legend for Sand Size-Dependent Textures is provided, including categories like COS, S, FS, VFS, etc. The soil sample is plotted in the 'Sandy Clay Loam' region.</p>	<p>Trattasi di terreni a <b>tessitura franco-sabbioso argillosa</b>, con una discreta presenza di scheletro ed una <b>struttura granulare con forte tendenza alla instabilità</b> (<math>I=17,2\% &lt; 20\%</math>). La permeabilità e la velocità di infiltrazione risultano favorite ed accentuate dalle normali lavorazioni agricole. La totale assenza di calcare (attivo e totale), espresso in carbonato di calcio, è indice di una <b>lentissima mineralizzazione della sostanza organica</b> (1,27% - Remy e Marin-Lafleche) che si traduce nella bassa capacità di trattenere e cedere azoto alle colture. Il <b>pH</b> (7,51) debolmente alcalino (classificazione USDA) determina problemi di disponibilità di microelementi, una retrogradazione del fosforo con formazione di fosfati insolubili, un aumento della quantità di calcio a livelli da indurre antagonismi con magnesio e potassio e un aumento della disponibilità di molibdeno.</p>

Il terreno risulta mediamente dotato di sostanza organica (1,81%) ed il **rapporto C/N > 11** indica una **situazione di squilibrio in quanto, per il progredire del processo di umificazione da parte dei microrganismi, l'azoto presente nel terreno non è sufficiente**; l'azoto totale (0,93 g/kg) è conforme al tipo di rotazione coltura praticata.

La dotazione di calcio scambiabile risulta buona (3000<**3154**<4000 mg/kg), così come quella del Magnesio (150<**174**<200 mg/kg); il Potassio risulta essere presente in quantità molto abbondante (**284**>240 mg/kg); la CSC risulta pertanto media (12<**13**<20 meq/100 g). Il terreno risulta ricco di fosforo assimilabile (31>**30,9**<45 mg/kg), normalmente dotato di ferro (2,5<**10,7**<20 mg/kg) e normalmente dotato di manganese (2>**7,7**>10 mg/kg). Il contenuto di rame è nella media così come il contenuto in zinco.

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

Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:

- le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate:
  - dalla assente mineralizzazione della sostanza organica;
  - dal pH debolmente alcalino che determina problemi di insolubilizzazione del fosforo ed influire negativamente sulla CSC in generale e limita fortemente le coltivazioni praticabili.
  - da una elevata instabilità della struttura che determina un elevato pericolo di lisciviazione degli elementi nutritivi oltre alla possibilità di fenomeni erosivi in occasione di piogge torrenziali;
- i vantaggi sono determinati da:
  - buona permeabilità superficiale;
  - facilità di lavorazione in ogni periodo dell'anno, con terreno sufficientemente umido;
  - buon rapporto nutrizionale Mg/K

*In definitiva, anche a seguito delle analisi chimico-fisiche, si conferma il valore agronomico medio dei terreni afferenti a questa unità di terra.*

## FV Narbonis

L'area di progetto è caratterizzata da una giacitura pianeggiante e un soprassuolo costituito esclusivamente da colture erbacee da foraggio e da eucalitti lungo i margini dei campi.

E' presente un impianto di irrigazione fisso, costituito da una condotta principale ed una condotta secondaria interrata, sulle quali si inseriscono le condotte irrigue; a queste ultime risultano flangiate le aste porta irrigatori, poste alla distanza di 15 metri l'uno dall'altro. Il sistema irriguo è per aspersione e risulta adatto alle coltivazioni foraggere di pieno campo primaverili estive.

Il sistema di irrigazione, delimita il terreno in campi regolari alternati da scoline per la normale evacuazione delle acque in eccesso.



Dal punto di vista dell'attitudine all'uso agricolo del sito, i **suoli afferenti all'unità delle terre I3 sono ascritti alla classe III-IVs** di land capability classification, in quanto presentano limitazioni da severe a molto severe dovute principalmente all'elevata pietrosità ed eccesso di carbonati. Consentono una limitata scelta delle colture agricole e nelle aree con elevate limitazioni, vengono prevalentemente utilizzati per la produzione di foraggi e per il pascolo.

In generale, i suoli oggetto di intervento in relazione alle loro capacità d'uso ed alle limitazioni indicate, sono classificabili terreni di valore agronomico medio.

La determinazione delle caratteristiche di fertilità di partenza e della classe di capacità d'uso è stata eseguita inoltre rilevando i seguenti parametri:

- Parametri stazionali: pendenza, quota, pietrosità superficiale, rocciosità affiorante, erosione in atto, profondità del suolo utile per le radici, scheletro nell'orizzonte superficiale, drenaggio interno.
- Parametri chimico-fisici: tessitura, stabilità di struttura, densità apparente, porosità, pH in acqua, calcare totale, calcare attivo, Carbonio organico, Sostanza Organica, Azoto totale, Basi di scambio (Ca, Mg, K, Na), Capacità di Scambio Cationico, Microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn), Potassio totale e assimilabile, Fosforo totale e assimilabile, contenuto idrico al punto di appassimento e alla capacità di campo, conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione (ECe).

Il piano dei campionamenti ha riguardato per questo lotto il prelievo e l'allestimento di 2 campioni di terreno da sottoporre ad analisi chimico-fisica, i cui rapporti di prova si allegano in calce alla presente relazione.

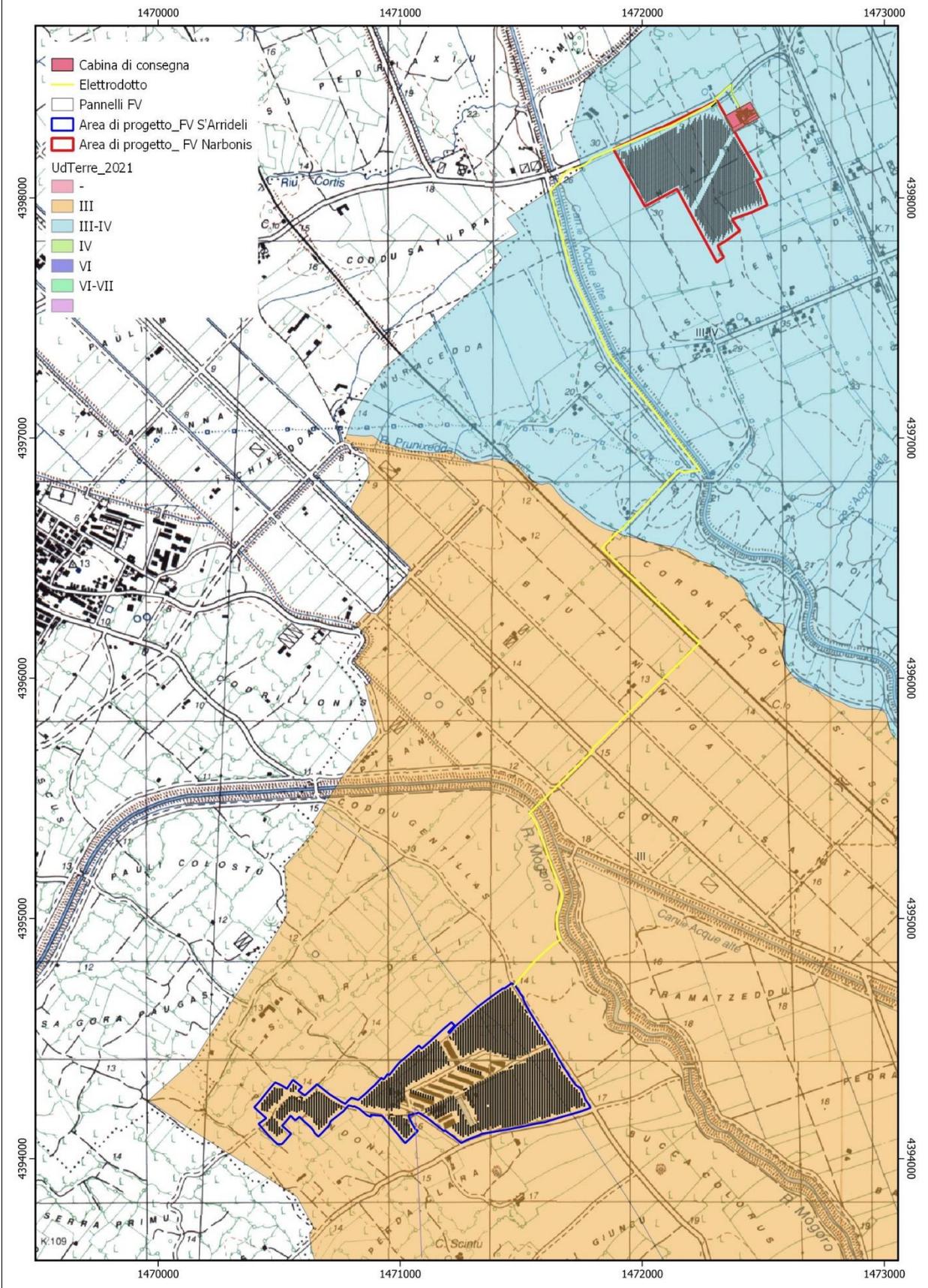
Il campionamento, in questo caso, è stato eseguito su terreni che al momento si presentavano coltivati a mais e pertanto su superfici sottoposte a recenti lavorazioni e fertilizzazioni; i siti sono stati scelti per la loro rappresentatività dell'uso del suolo all'interno della unità di suolo di appartenenza. Si è quindi proceduto ad individuare l'unità di campionamento che coincide con l'area omogenea, ossia quella parte della superficie aziendale per la quale si ritiene che per elementi ambientali (tessitura, morfologia, colore, struttura) e per pratiche colturali comuni (irrigazione, lavorazioni profonde, fertilizzazioni ricevute e avvicendamenti) i terreni abbiano caratteristiche chimiche e fisiche simili. Tutte le superfici campionate avevano una dimensione minima superiore ai 5.000 metri quadri.

Al fine di ottenere un campione rappresentativo, il prelevamento è stato eseguito nell'unità di campionamento sopra definita procedendo a zig zag nell'appezzamento ed effettuando generalmente 10 punti di prelievo di sub-campioni elementari; nei punti di prelievo, dopo aver asportato e allontanato i primi 5 cm al fine di eliminare la cotica erbosa e gli eventuali detriti superficiali presenti, è stato effettuato il prelievo fino ad una profondità di 30 cm; i sub-campioni così ottenuti sono stati quindi sminuzzati e mescolati accuratamente e, dopo aver rimosso ed allontanato pietre e materie organiche grossolane (radici, stoppie e residui colturali in genere, ecc.), si è prelevato dal miscuglio circa 1-2 kg di terra da portare al laboratorio di analisi.

### Campionamento



Capacità d'uso dei suoli interessati dall'intervento



Rimandando ai rapporti di prova allegati alla presente per il dettaglio delle analisi chimico-fisiche, si riportano in questa sede i giudizi agronomici corrispondenti.

Unità I3 – rapporto di prova n. 634 Ball. 1 – Capability III-IVs	
Triangolo USDA	Giudizio agronomico
<p>The image shows the USDA Soil Texture Triangle (v2) with axes for Percent Silt (top), Percent Sand (bottom), and Percent Clay (left). The soil sample is plotted in the 'Sandy Clay Loam' region. A legend for Sand Size-Dependent Textures is provided, including categories like COS, S, FS, LVFS, LCOS, LS, LFS, LVFS, COSL, SL, FSL, VFSL.</p>	<p>Trattasi di terreni a <b>tessitura franco-sabbioso argillosa, tendente al medio impasto</b> con una ridotta presenza di scheletro ed una <b>struttura granulare con buona tendenza alla stabilità</b> (<math>I=47,4\% &gt; 20\%</math>). La permeabilità e la velocità di infiltrazione risultano buone e certamente sono favorite ed accentuate dalle normali lavorazioni agricole. La totale assenza di calcare (attivo e totale), espresso in carbonato di calcio, è indice di una <b>lentissima mineralizzazione della sostanza organica</b>, che si traduce nella bassa capacità di trattenere e cedere azoto alle colture. Il pH (6,92) sulla soglia della neutralità (classificazione USDA) rende il terreno idoneo alla coltivazione della maggior parte delle specie di interesse agrario e foraggero in particolare e non incide significativamente sulla disponibilità degli elementi per la nutrizione minerale delle piante.</p>
<p>Il terreno risulta dotato di sostanza organica (3,39%) ma il <b>rapporto C/N &gt; 12</b> indica una <b>situazione di squilibrio</b> in quanto, per il progredire del processo di umificazione da parte dei microrganismi, <b>l'azoto presente nel terreno non è sufficiente</b>. Questo azoto, indispensabile per la stabilizzazione della sostanza organica, viene quindi sottratto alla soluzione circolante del terreno e in definitiva all'assorbimento radicale delle piante. <b>L'azoto totale</b>, infatti, seppur presente in quantità medie (1,62 %) risulta in parte sottratto alle colture da parte dell'azione microbica nei processi di mineralizzazione della SO.</p> <p>La dotazione di calcio scambiabile risulta buona (<math>3000 &lt; 3388 &lt; 4000</math> mg/kg), mentre quella del Magnesio (694 mg/kg) appare fortemente influenzata dalle concimazioni di fondo; stessa interpretazione per il contenuto di Potassio che risulta essere presente in quantità pari a 2864 mg/kg; la CSC risulta buona (<math>20 &lt; 25</math> meq/100 g). Il terreno risulta ricco di fosforo assimilabile (<math>31 &lt; 47.4 &lt; 45</math> mg/kg), di ferro (<math>51,0 &gt; 20</math> mg/kg) e di manganese (<math>33,4 &gt; 10</math> mg/kg). Il contenuto di rame è nella media così come il contenuto in zinco.</p> <p>La conducibilità elettrica specifica EC Misurata non presenta nessun problema di depressione per le colture. Volendo esprimere un giudizio globale sul terreno analizzato, dal punto di vista agronomico, è possibile affermare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le limitazioni principali alle coltivazioni sono determinate: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ dalla lenta mineralizzazione della sostanza organica;</li> <li>○ da uno squilibrato rapporto Carbonio /Azoto che tende ad immobilizzare tutto l'azoto disponibile per il nutrimento della microfauna edifica;</li> <li>○ da uno squilibrato rapporto Mg/K che può comportare una magnesio-carenza specie su colture sensibili;</li> </ul> </li> <li>• i vantaggi sono determinati da: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ buona permeabilità superficiale;</li> <li>○ facilità di lavorazione in ogni periodo dell'anno, con terreno sufficientemente umido;</li> <li>○ adattabilità di coltivazione per colture cerealicolo-foraggere.</li> </ul> </li> </ul> <p><b>In definitiva, a seguito delle analisi chimico-fisiche, il valore agronomico dei terreni afferenti a questa unità di terra può essere definito da medio a buono.</b></p>	

Il secondo campione analizzato fornisce dati non dissimili dal primo, per cui vale la stessa valutazione. Si rimanda alla lettura dei due rapporti di prova per un rapido confronto.

## 5 Impatti potenziali derivanti dalla realizzazione del progetto

### Suolo

La realizzazione degli interventi in progetto comporterà una modifica dell'attuale utilizzo delle aree. L'installazione degli impianti agrovoltai, pur non comportando condizioni di degrado dei siti e consentendo di mantenere una certa permeabilità dei suoli, andrà ad occupare suoli che, pur con le loro limitazioni, sono generalmente vocati per l'utilizzo agricolo.

Le attività di installazione delle strutture (tracker) per il posizionamento dei moduli dell'impianto agrovoltai dovranno essere 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. Sarebbe opportuno procedere fin da subito alla definizione della viabilità di cantiere, progettandola in modo da renderla definitiva anche in fase di utilizzo dell'impianto in modo da evitare di compattare eccessivamente le aree che saranno successivamente coltivate.

La rete dei sottoservizi dovrà passare per la viabilità e dovrà essere progettata in modo da consentire la minor sottrazione di terreno possibile alla coltivazione.

### Vegetazione

Gli impatti sulla componente vegetale erbacea possono considerarsi trascurabili in quanto nelle aree di progetto è presente una copertura vegetale fortemente antropizzata, spesso monospecifica, annuale e ripetuta.

La disposizione delle stringhe di pannelli fotovoltaici, durante la fase di esercizio, non impedirà lo sviluppo delle specie erbacee della flora spontanea tipica dell'area, che andranno a ricolonizzare il suolo libero così come non impedirà la possibilità di seminare di miscugli di erbe foraggiere qualora si decidesse di percorrere questa strada.

La superficie non occupata dalle strutture dell'impianto e dalla viabilità potrà certamente essere mantenuta ad uso pascolo e/o coltivata, sfruttandola per le attività di allevamento già praticate nelle aziende agricole gestite da entrambi i proprietari dei terreni.

Per quanto riguarda gli impatti sulla vegetazione arborea, nell'impianto FV S'Arrideli, si segnala che l'impianto di *Pawlonia tomentosa*, attualmente presente su una superficie di circa 0,7 ettari, versa in condizioni di scarso sviluppo ed avanzato stato di deperienza. Il programma aziendale prevedeva l'espanto a maturità commerciale entro l'anno 2022. In questo caso, sebbene la riduzione della vegetazione in ogni contesto determini generalmente un peggioramento quantitativo della lotta al sequestro di CO<sub>2</sub>, trattandosi di un impianto di specie aliena appositamente realizzato per gli sfruttamenti legnosi, l'impatto dell'intervento può

definirsi del tutto trascurabile e comunque già previsto nella pianificazione aziendale a prescindere dalla realizzazione dell'impianto. Gli impatti legati all'abbattimento risultano peraltro ulteriormente ridotti dalla scarsa copertura vegetale che tale impianto offre.

FV S'Arrideli - Impianto di Pawlonia: stato fisiologico deperiente, foto del 20/07/2021



Per quanto riguarda il lotto FV Narbonis, non si segnalano impatti a carico della vegetazione arborea.

#### **Attività agricola – FV S'Arrideli.**

##### ***Situazione ex-ante***

Per definire gli impatti che il progetto avrà sull'attività agricola, è stata dapprima compiuta una indagine sui risultati dell'allevamento *ex-ante*, che viene condotto secondo criteri ordinari e consolidati in Sardegna, descritti nel seguito.

L'obiettivo dell'allevamento ovino è generalmente quello di far partorire ogni pecora allevata con una cadenza annuale per ottenere la massima produzione di latte con il minor consumo di alimenti; la pecora viene di nuovo fecondata mediamente dopo 230 gg dal parto.

La lattazione dura da 150 a 210 gg circa e di conseguenza il periodo di asciutta, che precede il parto successivo, dura da 215 a 155 gg.

Il primo parto avviene all'età di 8-12 mesi e la carriera dura 5-6 parti. La rimonta (tasso di sostituzione degli animali) si attesta in media intorno al 20% in relazione alle condizioni sanitarie, selettive ecc.. L'agnello appena nato viene alimentato naturalmente e svezzato a 4-6 settimane in funzione della destinazione (da macello o da rimonta).

La stalla "da latte" è composta da pecore in produzione e dal bestiame necessario per la rimonta: saccaie (agnelle nullipare fino al primo parto), sementuse (primipare) e pluripare, arieti (adulti e saccai).

La produzione media annua di latte di una pecora in allevamenti tradizionali sardi è indicativamente di:

- 200 litri in allevamenti estensivi con poca o nulla integrazione alimentare;
- 300 litri in allevamenti estensivi con buona integrazione alimentare.
- 400-500 litri in allevamenti estensivi con animali in selezione.

Gli allevamenti intensivi sono pochi e non rappresentativi della realtà locale.

La buona riuscita dell'allevamento, con ottenimento di alte produzioni dipende da molteplici fattori che partono dalla genetica degli animali presenti in allevamento, passano per l'alimentazione e le cure generali prestate agli animali e terminano con le condizioni di benessere animale in generale. Queste ultime due voci sono certamente le più influenti nel determinare il successo o il fallimento dell'allevamento.

Pertanto, è fondamentale per la buona riuscita dell'allevamento operare in condizioni di tranquillità e benessere per gli animali, in strutture adeguate alla natura dell'animale ed operare una alimentazione sana, ricca e costante.

La gestione del gregge, oltre a prevedere i necessari interventi di profilassi igienico-sanitaria, è basata sull'ampio ricorso al pascolamento con integrazione in mungitura ed in stalla degli alimenti concentrati a completamento della razione alimentare giornaliera e variabile a seconda dello stadio fisiologico in cui si trova l'animale. Ne consegue anche una programmazione delle coltivazioni, degli acquisti e della somministrazione degli alimenti in linea con gli standard produttivi dell'azienda.

Nell'ordinarietà della zona in cui è inserita l'azienda oggetto d'esame, ed invero nell'ordinarietà della Sardegna, volendo schematizzare il ciclo annuale di produzione della pecora di razza Sarda, si possono individuare le fasi ed i periodi come in appresso schematizzati.

#### Fasi dell'allevamento ovino e relativi periodi

Categoria	Sub. Cat.	Ott.	Nov.	Dic.	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giù.	Lug. Ago.	Set.	
PLURIPARE		Parto								Riforma animali inidonei e Monta			
	agnelli		Macello	Svezzamento rimonta e macello altri		Macello	Accrescimento agnelle rimonta						
		Lattazione (mungitura)								Mungitura/Gravid.			
PRIMIPARE		Monta	Gravidanza			Parto							
	agnelli							macello					
		Lattazione (luglio/agosto)											

Dallo schema riportato si evince che la PLV ordinariamente ritraibile da un gregge ovino è composta essenzialmente dal latte, dagli agnelli da macello e dagli adulti da riformare venduti al macello, oltre al trascurabile ricavo proveniente dalla vendita della lana.

Attualmente, l'attività di allevamento viene svolta con metodi tradizionali, prevedendo una alimentazione basata sull'ampio ricorso al pascolo, anche mediante semina di erbai, e la somministrazione di una integrazione di mangimi concentrati in stalla, in particolari periodi dell'anno, oltre che durante le operazioni di mungitura.

Il gregge ovino risulta essere composto da circa 450 capi di razza sarda, distinti fra pecore adulte pluripare e primipare, ai quali si sommano gli arieti (circa 20). Le nullipare (saccaie) che vengono introdotte annualmente sono in quota di rimonta del 20% e vanno a sostituire le adulte a fine carriera che lasciano l'allevamento al termine della stagione lattiero-casearia, coincidente generalmente con il 30 giugno. La breve sovrapposizione, sebbene non influenzi il numero di capi produttivi, certamente è da tenere in considerazione per quanto concerne l'approvvigionamento alimentare.

Gli agnelli maschi e le femmine eccedenti la quota di rimonta vengono destinati al macello non appena raggiungono il peso utile, generalmente in un periodo compreso fra i 25 e i 50 giorni, ed essendo lattanti, il loro consumo di erba, fieno e foraggi in generale risulta essere calcolato e ricompreso nell'alimentazione delle pecore in mungitura.

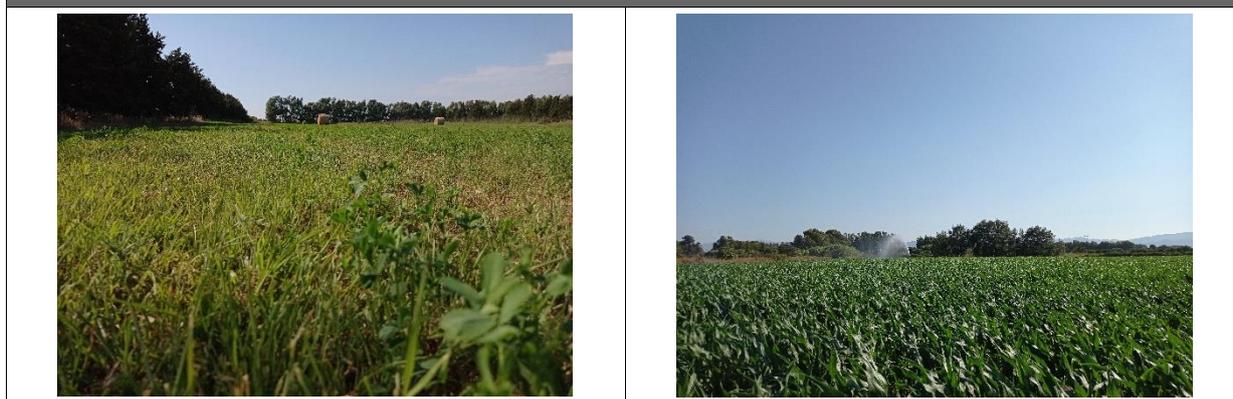
Oggi, la base territoriale sulla quale si sviluppa l'attività agricola è la seguente:

FOGLIO	PARTICELLA	QUALITA'	SUPERFICIE (MQ)		FOGLIO	PARTICELLA	QUALITA'	SUPERFICIE (MQ)
25	101	SEMINATIVO	7.610,00		25	419	SEMINATIVO	2.933,00
25	102	SEMINATIVO	1.525,00		25	423	SEMINATIVO	3.373,00
25	103	SEMINATIVO	19.050,00		25	426	ENTE URBANO	33.046,00
25	104	SEMINATIVO	2.135,00		25	429	ENTE URBANO	1.115,00
25	105	SEMINATIVO	755,00		25	430	ENTE URBANO	1.120,00
25	106	SEMINATIVO	2.175,00		25	450	ENTE URBANO	7.540,00
25	107	SEMINATIVO	3.750,00		25	451	ENTE URBANO	50,00
25	108	VIGNETO	1.360,00		25	455	SEMINATIVO	120.070,00
25	110	VIGNETO	3.385,00		25	459	SEMINATIVO	1.116,00
25	114	SEMINATIVO	8.280,00		25	460	SEMINATIVO	48.774,00
25	115	VIGNETO	3.035,00		25	461	SEMINATIVO	985,00
25	116	MODELLO 26	2.120,00		25	462	SEMINATIVO	533,00
25	138	SEMINATIVO	825,00		25	463	SEMINATIVO	25.249,00
25	187	SEMINATIVO	2.695,00		25	467	SEMINATIVO	10.265,00
25	191	SEMINATIVO	2.730,00		25	471	ENTE URBANO	218,00
25	194	SEMINATIVO	5.825,00		25	472	ENTE URBANO	280,00
25	280	MODELLO 26	1.590,00		25	478	SEMINATIVO	330,00
25	329	SEMINATIVO	6.065,00		25	479	SEMINATIVO	165,00
25	335	SEMINATIVO	7.395,00		25	480	SEMINATIVO	574,00
25	339	ENTE URBANO	23.710,00		25	481	SEMINATIVO	102,00
25	404	SEMINATIVO	1.039,00		25	482	SEMINATIVO	7.314,00
25	406	SEMINATIVO	1.135,00		25	484	ENTE URBANO	101,00
25	407	SEMINATIVO	1.320,00		25	485	ENTE URBANO	150,00
25	409	SEMINATIVO	1.821,00		25	486	ENTE URBANO	66,00
25	410	SEMINATIVO	2.636,00		25	74	SEMINATIVO	615,00
25	412	SEMINATIVO	4.025,00		25	76	SEMINATIVO	2.955,00
25	413	SEMINATIVO	653,00		25	77	SEMINATIVO	3.720,00
25	415	SEMINATIVO	2.016,00		25	78	SEMINATIVO	1.550,00
25	416	SEMINATIVO	674,00		25	79	VIGNETO	2.360,00
25	418	SEMINATIVO	217,00					
<b>Superficie Agraria Totale (SAT) – mq</b>				=	<b>398.220,00</b>			
<b>Superficie Agraria Utilizzata (SAU) – mq</b>				=	<b>330.824,00</b>			
<b>Superficie Agraria seminabile – mq</b>				=	<b>320.684,00</b>			

In relazione alla superficie agraria seminabile pari a circa 32 ettari, l'ordinamento colturale prevalente risulta essere il seguente:

Coltura	Superficie (ha)
Cereali	14,5
Erbai	7,5
Pascoli	10,0
<b>Totale</b>	<b>32,0</b>

Foto del 20/07/2021, coltivazioni in atto: erba medica e mais



#### Determinazione del carico animale attualmente mantenibile

La determinazione del carico animale mantenibile in azienda è in parametro fondamentale per la valutazione del grado di auto approvvigionamento delle materie prime ed indirettamente della dipendenza dall'esterno per gli acquisti.

Infatti, talvolta il carico di bestiame mantenibile risulta essere di gran lunga inferiore a quello realmente detenuto presso l'azienda e questo accade perché le esigenze di cassa determinano la necessità di aumentare o diminuire la consistenza di stalla, indipendentemente dal ciclo di produttività dei pascoli e delle coltivazioni.

Il calcolo del carico mantenibile è generalmente effettuato mediante la conversione degli alimenti prodotti in azienda in FN (fieno normale) o in UF (unità foraggere); più recentemente, con i progressi della ricerca e dell'informatica applicata in campo zootecnico si parla più correttamente di ME (energia metabolica) espressa in Mcal.

Con l'ordinamento colturale attuale, si ottengono i dati esposti nella tabella sottostante:

Coltura	Superficie Ha	Produzione (q.li)		ME (Mcal/q.le)	
		Unitaria	totale	Unitaria	totale
Granella di cereali (frumento)	14,5	30,0	435,0	178,0	77.430,0
Paglia di cereali (frumento)	14,5	30,0	435,0	92,0	40.020,0
Erbai (sorgo)	7,5	250,0	1.875,0	44,0	82.500,0
Pascoli magri	10,0	100,0	1.000,0	22,0	22.000,0
<b>Totale</b>					<b>221950</b>

La ME che richiede mediamente una pecora da latte che ha produzioni ordinarie intorno ai 250 litri per lattazione si aggira intorno ai 3,65 Mcal/d; pertanto, con la produzione foraggera attuale si potrebbe gestire autonomamente (dal punto di vista energetico) un gregge composto mediamente da:

$$\frac{221950 \text{Mcal}}{365 \text{giorni}} / 3,65 \text{Mcal/giorno} = 166 \text{capi}$$

Appare evidente che una buona parte (circa 45%) del fabbisogno alimentare del gregge debba essere coperto da apporti alimentari acquistati dall'esterno, con indubbio riflesso sull'economia aziendale. A tal proposito si riporta a titolo di esempio il bilancio economico-estimativo dell'azienda agricola in questione, compilato tenendo conto dei seguenti aspetti:

- si considerano le quote di manutenzione, reintegrazione ed assicurazione esclusivamente dei locali ed impianti attualmente in uso (il caseificio e i suoi annessi sono stati infatti dismessi a causa degli elevati costi di gestione, energetici e manutentivi), per un valore di €200.000,00 complessivamente (per vetustà e stato d'uso);
- al momento l'azienda è condotta da un solo lavoratore che svolge tutte le operazioni agro-zootecniche necessarie;
- i premi comunitari sono calcolati in via approssimativa, in quanto l'importo definitivo deriva dall'esito istruttorio della *Domanda Unica* e può contenere variabili al momento non quantificabili. Nel calcolo sono stati considerati i seguenti parametri:
  - Titoli PAC: n.27,78 per € 130,30 cadauno;
  - Premio agnello IGP: € 5,38 per capo macellato;
  - Indennità per le zone svantaggiate: € 64,00 per ettaro di superficie ammissibile;
  - Premio per il benessere animale: €114,00 per UBA, con indice di conversione pari a 0,15 per gli ovini.

L'esito del bilancio è rappresentato nella tabella riportata nella pagina seguente.

Gregge ovino aziendale in cerca d'ombra - foto del 20.07.2021



Bilancio economico-estimativo dell'azienda *ex-ante*

CALCOLO DEL CARICO MANTENIBILE				
colture	superficie	prod. unit.	prod. tot.	ME
G. Frumento	14,50	30	435	77.430
P. Frumento		30	435	40.020
Erbai	7,50	250	1.875	82.500
Pascoli	10,00	100	1.000	22.000
*integrazioni			889	177.725
<b>TOTALI</b>	<b>32</b>			<b>399.675</b>

ME (Mcal/d)	totale capi	adulti	fine carriera	agnelli
3,56	300	240	60	312

CALCOLO DELLA PRODUZIONE LORDA VENDIBILE							€	66.353,00
prodotto	capi.	prod. unit.	prod. tot.	reimpieghi	prod. vend.	prezzo	importo	
latte	240	250	60.000	-	60.000	€ 0,85	€ 51.000,00	
lana	240	1,0	240		300	€ 0,25	€ 75,00	
U.L.S.								
Agnelli	250	12,0	2.995	-	2.995	€ 4,50	€ 13.478,00	
Rimonta	62						€ -	
fine carr.	60	30	1.800,00		1.800	€ 1,00	€ 1.800,00	
<b>TOTALE P.L.V.</b>							<b>€</b>	<b>66.353,00</b>

CALCOLO DEI COSTI DI PRODUZIONE							€	78.361,00
<b>QUOTE</b>								
a)	ammortamento, manutenzione e assicurazione su attrezzature stimate			€ 200.000,00	pari al 10% del valore	€ 20.000,00		
<b>TOTALE QUOTE</b>							<b>€</b>	<b>20.000,00</b>
<b>SPESE VARIE</b>								
a)	carburante per mezzi operativi					€ 1.824,00		
b)	lubrificante per mezzi operativi					€ 480,00		
c)	*Integrazione mangimi	quintali	889	€ 30,00	€ 26.658,75			
d)	sementi					€ 2.560,00		
e)	fertilizzanti e concimi					€ 1.920,00		
f)	antiparassitari e diserbanti					€ 1.760,00		
g)	varie					€ 960,00		
<b>TOTALE SPESE VARIE</b>							<b>€</b>	<b>36.163,00</b>
<b>TRIBUTI</b>								
a)	imposte, tasse, contributi consortili etc.					€ 750,00		
<b>TOTALE TRIBUTI</b>							<b>€</b>	<b>750,00</b>
<b>SALARI</b>								
come da retribuzioni consolidate in zona								
a)	ore	1.152	x	€ 11,00		€ 12.672,00		
<b>TOTALE SALARI</b>							<b>€</b>	<b>12.672,00</b>
<b>STIPENDI</b>								
a)	a corpo per le attività di rilievo contabile ed amministr.					€ 3.600,00		
<b>TOTALE STIPENDI</b>							<b>€</b>	<b>3.600,00</b>
<b>INTERESSI</b>								
a)	sulle scorte morte valore complessivo stimato			€ 200.000,00	al saggio opportuno del 2% annuo	€ 4.000,00		
b)	sulle scorte vive valore complessivo stimato			€ 27.000,00	al saggio opportuno del 3% annuo	€ 810,00		
c)	sul capitale di anticipazione, 2/12 di			€ 73.185,00	al saggio opportuno del 3%	366		
<b>TOTALE INTERESSI</b>							<b>€</b>	<b>5.176,00</b>
<b>TOTALE GENERALE COSTI</b>							<b>118%</b>	<b>€ 78.361,00</b>
<b>B.I. annuo =</b>							<b>€ 66.353,00</b>	<b>- € 78.361,00 = -€ 12.008,00</b>
<b>Titoli PAC – pagamenti base</b>							<b>27,78</b>	<b>* € 130,30 = € 3.619,73</b>
<b>Premio Agnello IGP</b>							<b>250,00</b>	<b>* € 5,38 = € 1.345,00</b>
<b>Indennità Zone Svantaggiate</b>							<b>32,00</b>	<b>* € 64,00 = € 2.048,00</b>
<b>Premio benessere animale</b>							<b>45,00</b>	<b>* € 114,00 = € 5.130,00</b>
<b>Risultato operativo</b>							<b>€</b>	<b>134,73</b>

Dato quanto sopra, si evince che la gestione ordinaria attuale dell'azienda è fortemente deficitaria in termini di auto-provvigionamento foraggero e risulta essere totalmente dipendente dagli aiuti della Politica Agricola

Comune per il raggiungimento di un risultato di bilancio capace di appianare i deficit legati al pagamento delle risorse impiegate.

In tal senso, gli impatti che il progetto avrà sulla situazione agricola saranno determinati in larga misura dalle scelte imprenditoriali e dalla strategia di rilancio aziendale prevista. Con la simulazione della situazione *ex-post* si prova ad ipotizzare lo scenario futuro, senza calarsi nel dettaglio del Piano di Sviluppo Aziendale, che sarà eventualmente oggetto di successivi approfondimenti.

### **Situazione *ex-post***

Fermi i parametri dell'allevamento ovino e senza voler appesantire ulteriormente il presente elaborato con numeri e dati presenti nella relazione tecnica di progetto, in questa sede ci si soffermerà sulla determinazione degli effetti che il progetto avrà sulla SAU e gli inevitabili riflessi sulla produzione agricola.

Layout di progetto



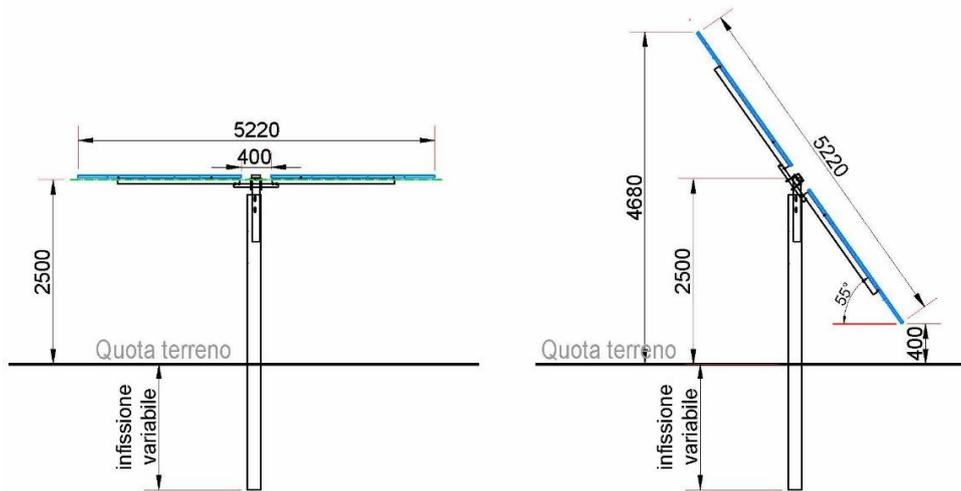
Con la realizzazione dell'impianto si prevede infatti di realizzare:

- copertura fotovoltaica netta pari a circa 11 ettari;
- nuova viabilità aziendale pari a circa 2 ettari, che si sommano alla viabilità già esistente;
- Cabine per circa 100 mq, del tutto influenti;
- demolizione dei locali ex porcilaia con liberazione di circa 0,6 ettari di superficie pascolabile;
- abbattimento di alberi di Pawlonia con liberazione di circa 0,7 ettari di superficie pascolabile (già previsto nella programmazione aziendale).

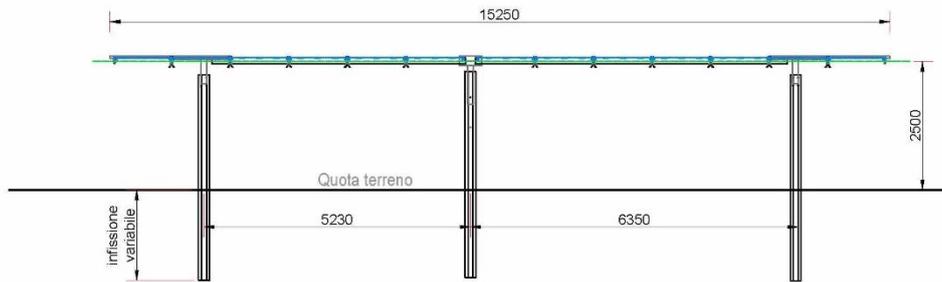
La soluzione tecnologica proposta prevede l'utilizzo di un sistema ad inseguitore solare in configurazione mono-assiale (tracker tipo TRJKM) da 26 moduli fotovoltaici, per un totale di 1.548.

**TIPOLOGIA TRACKER**

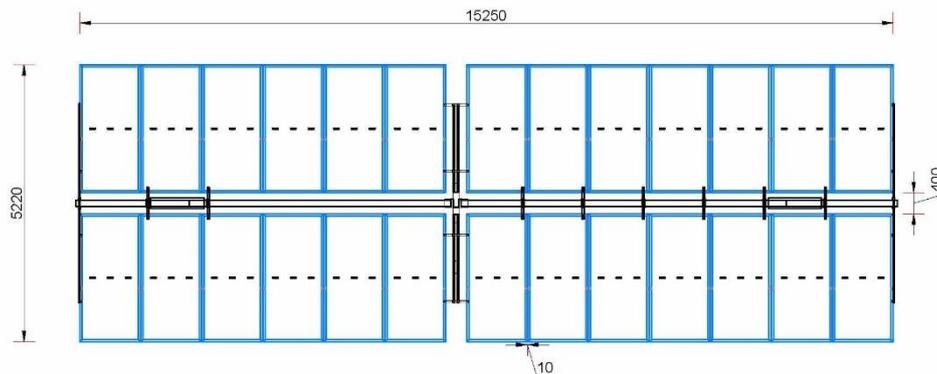
*Viste laterali delle strutture di sostegno dei pannelli*



*Tipologico struttura sostegno moduli – prospetto*



*Tipologico struttura sostegno moduli – pianta*



Il sistema di backtracking verifica e garantisce che una serie di pannelli non oscuri altri pannelli adiacenti, soprattutto quando l'angolo di elevazione del Sole è basso, all'inizio o alla fine del giorno.

La distanza prevista tra gli assi delle strutture di supporto sarà di 10,20 m e consentirà pertanto la libera esposizione all'irraggiamento solare, oltre che agli altri atmosferici, di una porzione di terreno larga non meno di 5,0 metri.

L'orientamento delle file d'impianto è l'asse nord-sud (0° sud, azimut 180°) e la rotazione dei moduli fotovoltaici rispetto al piano orizzontale varia fino a ±55° est-ovest nell'arco delle ore sole.

L'altezza al mozzo delle strutture è di circa 2,50 m dal suolo; in questo modo nella posizione a 55° i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0,40 m e un'altezza massima di 4,68 m, consentendo un'adeguata circolazione dell'aria ed impedendo l'effetto terra bruciata dovuto alla scarsa areazione e drenaggio.

Le caratteristiche del cristallino del pannello inoltre sono tali da lasciar permeare una discreta quantità di luce, evitando la completa messa in ombra dell'area sottostante.

Con siffatta configurazione e una idonea sistemazione superficiale unita agli eventuali adeguamenti degli impianti di irrigazione, comporteranno le modifiche all'attuale ordinamento colturale che possono essere descritte come in seguito.

Ubicazione rispetto ai pannelli agri-voltaici	Coltura	Superficie (ha)
Tra i pannelli	Erbai	19
Sotto i pannelli	Pascoli	12,3
	<b>Totale</b>	<b>31,3</b>

Lo spazio fra i pannelli consente agevolmente il passaggio di una trattrice accoppiata alle principali attrezzature per la gestione delle colture cerealicole-foraggere.

### Ingombro di un mezzo agricolo fra i più alti, adatti alle attività zootecniche

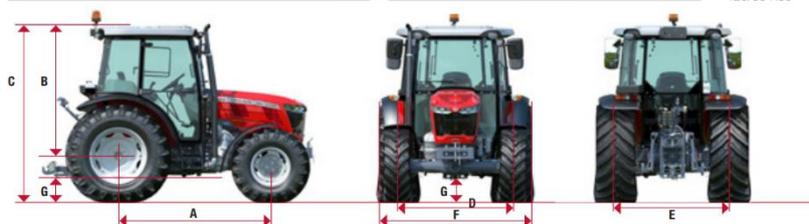
([http://www.masseyferguson.it/documents/tractors/A-IT-17023\\_MF\\_3700\\_AL\\_Brochure\\_Italian\\_V13\\_UB.pdf](http://www.masseyferguson.it/documents/tractors/A-IT-17023_MF_3700_AL_Brochure_Italian_V13_UB.pdf))

## DIMENSIONI

- versioni pavimento piatto e low profile

Dimensioni in mm	MF 3700 AL con pavimento piatto	MF 3700 AL con cabina bassa
	A	2.156
B	1.854	1.736
C	2.554	2.436
D	1.358-1.777	
E	1.637-1.947	1.637-1.828
F	1.337-1.884	
G	1.800-2.167	
W	2.052-2.370	2.052-2.229
	414	
	3.355 kg	

\* Pneumatici posteriori: 420/85 R30



La riduzione di SAU ipotizzata risulta essere decisamente esigua, per cui gli impatti anche in termini di impermeabilizzazione del suolo risultano essere trascurabili.

Nella situazione *ex-post*, con l'ordinamento colturale ipotizzato, e considerando che la produzione di erba sotto i pannelli fotovoltaici è mediamente inferiore del 40% rispetto ai campi aperti, il calcolo del carico mantenibile risulta essere il seguente:

Coltura	Superficie Ha	Produzione (q.li)		ME (Mcal/q.le)	
		Unitaria	totale	Unitaria	totale
Granella di cereali (frumento)	0,0	30,0	0,0	178,0	0,0
Paglia di cereali (frumento)	0,0	30,0	0,0	92,0	0,0
Erbai	19,0	250,0	4.750,0	44,0	209.000,0
Pascoli magri	12,3	60,0	738,0	22,0	16.236,0
<b>Totale</b>					<b>225,236.00</b>

La ME che richiede mediamente una pecora da latte che ha produzioni ordinarie intorno ai 250 litri per lattazione si aggira intorno ai 3,65 Mcal/d, pertanto con la produzione foraggera attuale si potrebbe gestire autonomamente (dal punto di vista energetico) un gregge composto mediamente da:

$$\frac{225236\text{Mcal}}{365\text{giorni}} / 3,65 \text{ Mcal/giorno} = 169,06\text{capi}$$

La situazione post-intervento, pertanto, dimostra che gli impatti sull'attività agricola appaiono del tutto trascurabili ovvero addirittura leggermente migliorativi.

Per trovare conforto a tale tesi, è stato eseguito il bilancio economico-estimativo, tenendo fermi gli aspetti economici già descritti per la situazione *ex-ante*.

Il bilancio così ottenuto e riportato nella successiva tabella mette in luce il fatto che con una migliore gestione della risorsa foraggera è possibile ridurre l'approvvigionamento di mangimi concentrati dall'esterno e che senza variare, per ora, altri aspetti gestionali ma tenendo esattamente gli stessi parametri attualmente verificati, ne deriva un sensibile miglioramento in termini economici.

Bilancio economico-estimativo dell'azienda *ex-post*

## CALCOLO DEL CARICO MANTENIBILE

colture	superficie	prod. unit.	prod. tot.	ME
G. Frumento	0,00	30	-	-
P. Frumento		30	-	-
Erbai	19,00	250	4.750	209.000
Pascoli	12,30	60	738	16.236
*integrazioni			872	174.439
<b>TOTALI</b>	<b>31,30</b>			<b>399.675</b>

ME (Mcal/d)	totale capi	adulti	fine carriera	agnelli
3,56	300	240	60	312

## CALCOLO DELLA PRODUZIONE LORDA VENDIBILE € 66.353,00

prodotto	capi.	prod. unit.	prod. tot.	reimpieghi	prod. vend.	prezzo	importo
latte	240	250	60.000	-	60.000	€ 0,85	€ 51.000,00
lana	240	1,0	240		300	€ 0,25	€ 75,00
U.L.S.							
Agnelli	250	12,0	2.995	-	2.995	€ 4,50	€ 13.478,00
Rimonta	62						€ -
fine carr.	60	30	1.800,00		1.800	€ 1,00	€ 1.800,00
<b>TOTALE P.L.V.</b>							<b>€ 66.353,00</b>

## CALCOLO DEI COSTI DI PRODUZIONE € 77.656,00

## QUOTE

a) ammortamento, manutenzione e assicurazione su attrezzature stimate	€ 200.000,00	pari al 10% del valore	€ 20.000,00
<b>TOTALE QUOTE</b>			<b>€ 20.000,00</b>

## SPESE VARIE

a) carburante per mezzi operativi			€ 1.784,10
b) lubrificante per mezzi operativi			€ 469,50
c) *Integrazione mangimi quintali	872	€ 30,00	€ 26.165,85
d) sementi			€ 2.504,00
e) fertilizzanti e concimi			€ 1.878,00
f) antiparassitari e diserbanti			€ 1.721,50
g) varie			€ 939,00
<b>TOTALE SPESE VARIE</b>			<b>€ 35.462,00</b>

## TRIBUTI

a) imposte, tasse, contributi consortili etc.			€ 750,00
<b>TOTALE TRIBUTI</b>			<b>€ 750,00</b>

## SALARI

come da retribuzioni consolidate in zona			
a) ore	1.152	x	€ 11,00
<b>TOTALE SALARI</b>			<b>€ 12.672,00</b>

## STIPENDI

a) a corpo per le attività di rilievo contabile ed amministr.			€ 3.600,00
<b>TOTALE STIPENDI</b>			<b>€ 3.600,00</b>

## INTERESSI

a) sulle scorte morte valore complessivo stimato	€ 200.000,00	al saggio opportuno del 2% annuo	€ 4.000,00
b) sulle scorte vive valore complessivo stimato	€ 27.000,00	al saggio opportuno del 3% annuo	€ 810,00
c) sul capitale di anticipazione, 2/12 di	€ 72.484,00	al saggio opportuno del 3%	362
<b>TOTALE INTERESSI</b>			<b>€ 5.172,00</b>

**TOTALE GENERALE COSTI 117% € 77.656,00**

**B.I. annuo = € 66.353,00 - € 77.656,00 = -€ 11.303,00**

**Titoli PAC – pagamenti base 27,78 \* € 130,30 = € 3.619,73**

**Premio Agnello IGP 250,00 \* € 5,38 = € 1.345,00**

**Indennità Zone Svantaggiate 31,30 \* € 64,00 = € 2.003,20**

**Premio benessere animale 45,00 \* € 114,00 = € 5.130,00**

**Risultato operativo € 794,93**

## Attività agricola – FV Narbonis

Per quanto concerne gli impatti sull'attività Agricola, relativamente all'unità di Narbonis, questi sono certamente di minore entità e di più immediata identificazione rispetto a quanto esaminato nel caso di S'Arrideli.

Infatti, la gestione agronomica dell'azienda è interamente dedicata alla produzione di foraggiere per il consumo degli animali da latte e per la rimonta.

L'azienda è nata nel 1950 ed è giunta alla terza generazione di coltivatori-allevatori; attualmente sono occupate 4 persone a tempo pieno 2 part time, tutti membri della famiglia e un dipendente.

Complessivamente sono coltivati 84 ettari, 40 dei quali in proprietà e i restanti 44 in affitto.

I corpi aziendali sono identificati con il comune dove sono ubicati: Arborea, Uras (Narbonis) e Uras loc. Nuraghe.

Le colture vengono gestite in funzione delle sopraccitate ripartizioni:

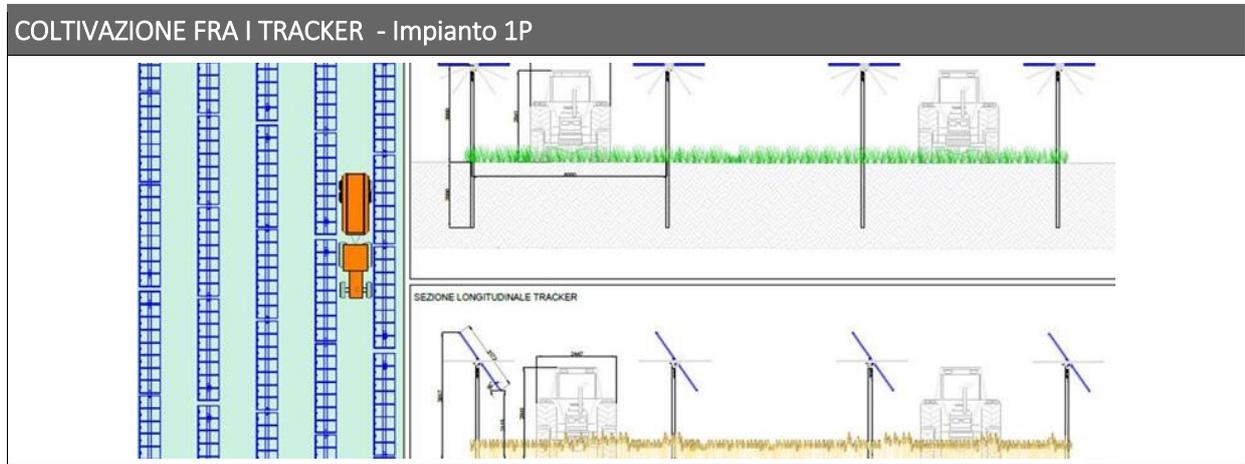
- Arborea: loiessa nel periodo autunno vernino raccolto per trinciato, mais in estate raccolto sia da trinciato integrale sia come pastone. Gli stocchi derivati dalla raccolta del pastone vengono usati per la lettiera.
- Uras Narbonis: miscuglio loiessa triticale in autunno/inverno, raccolto da trinciato e Sorgo in estate sempre raccolto da trinciato.
- Uras loc. Nuraghe: loiessa in autunno inverno, affienata in primavera.

Tutti i terreni sono interessati dallo spandimento dei prodotti organici derivati dall'allevamento, sotto forma di liquame liquido o palabile in ragione del 80% e 20%; in funzione della necessità delle singole colture vengono utilizzati in supporto dei concimi tradizionali.

Tutte le coltivazioni sono pertanto a servizio dell'alimentazione dei circa 500 capi bovini da latte allevati. La composizione di stalla vede l'80% di animali di razza frisona 80% e il 20% di razza bruna 20%. Attualmente 260 capi sono in lattazione e 240 da rimonta.

Con la realizzazione del Progetto in essere è prevista l'installazione di una fila di pannelli per tracker (Configurazione 1P, vedere paragrafo 8), che consente uno sfruttamento della superficie per fini agricoli pari a circa il 90% dell'intera superficie.

**Gli impatti pertanto si traducono in una riduzione del 10% della superficie coltivabile.**



La riduzione della superficie coltivabile peraltro potrebbe non coincidere con una riduzione della capacità nutritiva della biomassa prodotta. Studi effettuati nell'Oregon forniscono dati incoraggianti sulla migliore efficienza nutrizionale delle biomasse prodotte all'ombra dei pannelli (cfr. Par 9).

L'azienda Agricola Balliana, come detto in altri punti della presente relazione, conduce un allevamento bovino da latte per la cui alimentazione coltiva numerosi terreni, fra i quali quello in oggetto, ricavandone fieno, insilato di mais, insilato d'erba e cereali a granello.

Anche successivamente all'installazione dei pannelli, l'ordinamento produttivo aziendale non subirà modifiche ed anche l'approvvigionamento dei fieni potrà proseguire con i normali cicli annuali.

Peraltro si rileva che l'avvicinamento fra le due aziende scaturito dal presente progetto può innescare il fenomeno del co-farming, ovvero la creazione di una rete di collaborazione fra aziende agricole tale per cui l'azienda Sa' Trebina potrebbe usufruire per le proprie necessità di parte del raccolto dell'azienda Balliana e viceversa; ad esempio mediante il pascolamento delle stoppie dei cereali si concretizzerebbe il duplice obiettivo di alimentare una parte del gregge ovino di Sa' Trebina, ottenendo una buona pulizia del campo (senza interrimento o trinciatura degli stocchi o delle stoppie) con un sensibile miglioramento dell'umificazione della sostanza organica.

MACCHINE PER LA FIENAGIONE E FASCIATURA (SILO ERBA)



## 6 Misure di mitigazione

Gli interventi di mitigazione da realizzare al fine di favorire l'inserimento ambientale del parco agrovoltaico e ridurre gli impatti negativi generati sulla componente vegetale sono indicati di seguito.

### Ripristino, ove possibile, della copertura erbacea eliminata durante la fase di cantiere per esigenze lavorative

Al fine di favorire una veloce ricolonizzazione delle aree libere dalle stringhe di pannelli fotovoltaici e delle aree interessate dagli scavi per la posa in opera del cavidotto da parte delle comunità vegetali erbacee spontanee, nell'effettuazione degli scavi si avrà cura di accantonare gli strati superficiali di suolo (primi 10-30 cm) al fine di risistemarli in superficie a scavi terminati. Questo garantirà il mantenimento in loco dello stock di seme naturalmente presente nel terreno favorendo, in occasione delle prime piogge utili, lo sviluppo di nuova vegetazione erbacea.

Copertura erbacea naturale e antropizzata



Realizzazione di una fascia tampone perimetrale plurispecifica

Lungo le fasce di rispetto e di confine delle aree interessate dal progetto, laddove non sono già presenti, sarà impiantata una fascia tampone costituita da specie arbustive compatibili con la serie di vegetazione potenziale; la fascia tampone avrà la funzione di mitigazione dell'impatto visivo del parco agrovoltico e di mantenimento e miglioramento dei servizi ecosistemici di regolazione e supporto forniti dall'area stessa.

Le specie arbustive di nuovo impianto saranno garantite secondo un piano di manutenzione della durata di due anni che prevederà interventi di irrigazione di soccorso, sostituzione degli individui morti o deperienti e potatura di eventuali appendici necrotiche. Il periodo di manutenzione inizierà a decorrere dalla data di emissione del certificato di ultimazione dei lavori.

## 7 Misure di compensazione

Un parco agrovoltico esteso circa decine di ettari comporta certamente la necessità di approfondire gli effetti che il nuovo assetto ambientale produce in termini di riduzione della biodiversità, della permeabilità, del consumo di suolo, della valenza economica agricola eccetera.

Tali effetti sono stati descritti nei paragrafi precedenti nei quali, in buona sostanza, si è affermato che un sistema come quello in esame produce effetti peggiorativi molto blandi sia nei confronti del prosieguo dell'attuale attività agricola, sia nei confronti del consumo di suolo che della permeabilità dello stesso. Infine, per il tipo di agricoltura attualmente praticata nei due lotti studiati, anche la biodiversità viene ad essere coinvolta solo marginalmente, in quanto la monocoltura praticata è già di per sé una pratica limitante.

Con la realizzazione dei parchi de quo si ritiene indispensabile pensare a misure di compensazione in grado di migliorare alcuni degli aspetti sopra menzionati.

In particolare, si ritiene di poter agire positivamente sul fronte del miglioramento economico aziendale e su quello dell'incremento della biodiversità.

Dal punto di vista economico, il futuro Piano di Sviluppo Aziendale interesserà i seguenti aspetti:

Aspetto da migliorare	Azione di miglioramento	Risultato atteso
Sostenibilità delle produzioni agricole e zootecniche	Certificazione biologica dell'intera azienda ai sensi del Reg. CE 834/07 (e dal 2022 Reg. CE 848/18)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del prezzo medio di vendita</li> <li>• Adesione a progetti della filiera ovina</li> <li>• possibilità di adesione alla Misura 11 del PSR</li> </ul>
Management delle produzioni zootecniche	Introduzione dei moderni sistemi di gestione alimentare mediante la programmazione degli approvvigionamenti dall'esterno, gestione dei gruppi di monta e controllo dei parti per la destagionalizzazione delle produzioni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miglioramento dell'efficienza di stalla (+litri*capo in allevamento)</li> <li>• Programmazione degli approvvigionamenti</li> <li>• Minor costo alimentare</li> <li>• Alimentazione mirata</li> <li>• Produzione di latte "tutto l'anno"</li> </ul>

Impianto di trasformazione del latte	Ammodernamento e rimessa in funzione del caseificio mediante conversione di tutti i macchinari presenti per l'utilizzo dell'energia elettrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del prezzo unitario del litro di latte</li> <li>• Inserimento del prodotto in una filiera biologica certificata</li> <li>• Incremento del numero di lavoratori</li> </ul>
--------------------------------------	---	---

Dal punto di vista dell'incremento della biodiversità, le azioni da introdurre riguarderanno i seguenti aspetti:

Aspetto da migliorare	Azione di miglioramento	Risultato atteso
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 ed arborea	Inserimento di specie miste della macchia mediterranea lungo il perimetro e inserimento di fruttiferi nelle aree interne fra i capannoni	<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>

## 8 Studio e monitoraggio *ex-post*

Con il presente paragrafo si aggiungono alcuni commenti relativi a possibili attività di studio che potrebbero essere realizzate parallelamente alla conduzione degli impianti per testare un possibile uso del suolo condiviso per attività di produzione energetica fotovoltaica e produzione di biomassa vegetale per l'allevamento ovino da latte di tipo semi-intensivo e bovino da latte intensivo.

Sono state avviate interlocuzioni con l'università di Sassari – dipartimento di zootecnia – alla quale è stata proposta una attività di studio da intendersi finalizzata al solo caso in esame, senza obiettivi di estendere i risultati al settore zootecnico regionale in quanto ogni realtà aziendale dovrebbe essere valutata nella sua peculiarità rispetto a questo tipo di interventi.

Le premesse dello studio sono contenute nella presente relazione, dalla quale appare chiaro che le aziende agricole in questione sorgono su suoli pianeggianti di valore agricolo medio e medio-buono, generalmente adatti per l'attività zootecnica che dovrebbe essere potenziata per mantenere la vocazione produttiva del territorio anche in compresenza con impianti di produzione energetica. In particolare è stato esplicitato che, dal punto di vista costruttivo, il criterio di progettazione degli impianti dovrebbe prevedere la possibilità di utilizzare il suolo per la crescita di specie erbacee che dovrebbero garantire la produzione di biomassa vegetale da destinare all'allevamento animale (riprendendo, "La disposizione delle stringhe di pannelli fotovoltaici,

*durante la fase di esercizio, non impedirà lo sviluppo delle specie erbacee della flora spontanea tipica dell'area, che andranno a ri-colonizzare il suolo libero così come non impedirà la possibilità di seminare di miscugli di erbe foraggiere qualora si decidesse di percorrere questa strada.").*

Nella situazione *ex ante* l'azienda Sa' Trebina (FV S'Arrideli) sembra gestita con livelli produttivi medi degli animali che apportano una discreta quantità di entrate dal latte come prodotto principale ma anche un eccessivo costo di produzione che non garantisce raggiungimento di adeguata redditività dei fattori produttivi impiegati nel processo. Dal punto di vista della produzione di alimenti è oggi stimato un 65% di autosufficienza alimentare che dovrebbe essere considerato un obiettivo da tenere in considerazione nella situazione *ex post*, perlomeno in termini di energia apportata da alimenti autoprodotti.

Da questo punto di vista l'aumento della produttività aziendale zootecnica potrebbe crescere con un miglioramento della efficienza tecnica e produttiva e con aumento del carico animale ottimizzando l'uso delle risorse aziendali ma sicuramente con una riduzione della percentuale di autosufficienza alimentare. Di contro la situazione *ex post* si configura rispetto ad una idea di progetto che sfrutta la superficie necessaria alla realizzazione degli impianti ma lascia intravedere la possibilità di realizzare gli stessi con una tecnologia costruttiva e distanziamento tale da consentire una possibile produzione erbacea al di sotto delle coperture. Le stesse dovrebbero essere orientabili e di particolare fattura al fine di consentire la crescita della copertura vegetale sul suolo.

In particolare, sarebbero utilizzati 12 dei 32 ettari disponibili al di sotto dei pannelli e rimarrebbero utilizzabili 19 ettari tra i pannelli. Sarebbe auspicabile un dimensionamento degli impianti energetici in previsione dell'aumento del potenziale produttivo zootecnico dell'azienda e dell'autoconsumo di energia a livello locale. Si è indicato nei paragrafi precedenti il possibile mantenimento della autosufficienza alimentare del gregge attuale con la semina di erbai tra i pannelli e l'utilizzo a pascolo delle superfici sotto i pannelli.

Dalle interlocuzioni avute con l'Università di Sassari (UNISS) è emerso inoltre che, dal punto di vista zootecnico, sarebbe auspicabile verificare e testare l'effettiva possibilità di mantenere o superare l'autosufficienza alimentare dell'azienda e soprattutto **caratterizzare le produzioni di biomassa vegetale ottenibile sotto e tra i pannelli di produzione energetica**, sia in termini quantitativi che qualitativi.

Nella situazione *ex ante* dell'azienda Balliana (FV Narbonis), si rileva il solo sfruttamento a fini foraggeri delle aree interessate e tale è prevista anche nella situazione *ex-post* in concomitanza con la produzione energetica. L'UNISS ha portato alla nostra conoscenza il fatto che sono presenti in letteratura diversi studi che hanno approfondito la possibilità di utilizzare le coperture finalizzate alla produzione energetica in maniera complementare alla attività zootecnica. In particolare, recentemente sono state testate sia funzioni produttive, in termini di produzione di erba, quantità e qualità della stessa, comportamento alimentare, definizione del carico animale mantenibile e produttività degli animali condotti su sistemi produttivi integrati con parchi di produzione energetica solare, con specifici focus sugli ovini da carne (Andrew et al., 2021). Altre funzioni ecosistemiche sono legate alla presenza di zone d'ombra per il bestiame in sostituzione di coperture

di alberi sparsi generalmente utilizzati come riparo per la radiazione solare diretta e prevenzione dello stress da caldo (Maia et al., 2020). Riguardo alle aree ombreggiate naturalmente con piante è stato osservato che si produce sotto la chioma maggiore quantità e qualità dell'erba, con emergenza più precoce, dovuto in parte all'ombreggiamento e in parte al ruolo positivo della pianta nel turnover dei nutrienti del suolo (sostanza organica e minerali oltre l'umidità) per la crescita dell'erba. Alcuni di questi ruoli potrebbero essere svolti anche da pannelli solari ma andrebbero verificati: infatti altri studi hanno mostrato diverse funzioni ecosistemiche legate alla variazione di biodiversità generata dalla interazione di pannelli solari che generano zone d'ombra con la produzione e i cicli vegetativi di diverse specie floristiche compresi i ruoli degli impollinatori (Graham et al, 2021). Tali funzioni possono essere generate anche dalla variazione di microclima del suolo generato dall'ombra dei pannelli (Adeh et al., 2018).

Questi aspetti potrebbero condurre all'ottenimento di alcuni vantaggi socioeconomici ed ecologici, recentemente analizzati anche per l'Italia (Sacchelli et al., 2016) che rimangono tuttavia da dimostrare con le prove in campo sugli ambienti oggetto di indagine. Infatti si deve considerare che le superfici agricole in zone pianeggianti ed ad alta vocazione agricola dovrebbero essere utilizzate in maniera prioritaria per la produzione di alimenti per l'uomo (food provisioning) piuttosto che per la produzione di energia non associata a consumi aziendali (Support), e anche che una gestione tecnica non efficiente della componente agro-zootecnica, come quella evidenziata *ex ante* in questo caso, dovrebbe stimolare adeguati e propri investimenti in agricoltura al fine di rendere la superficie efficiente e produttiva, piuttosto che essere dedicata esclusivamente al settore energetico. Sembra pertanto interessante l'idea di consociare le due produzioni (zootecnica ed energetica) se questo porta ad un mantenimento del servizio ecosistemico di food provisioning (effettivo e quantitativamente adeguato) in abbinamento a produzioni energetiche utili e a bassa emissione. Alcuni esempi in letteratura mostrano approcci di consociazione innovativa e sostenibile (Lytle et al., 2021); altri studi fatti in Sardegna mostrano che alcune aree potrebbero stimolare la convivenza tra zootecnica e altre produzioni (Di Lucia et al., 2019).

Dal punto di vista applicativo **è pertanto necessario seguire l'evoluzione e l'applicabilità di questi progetti per confermare o escludere la loro utilità in abbinamento a produzioni zootecniche, in particolare con l'ottica di garantire la produttività zootecnica ed incrementare la produzione di energia da fonti rinnovabili.** Non sarebbe infatti sostenibile e non rientra pertanto fra gli obiettivi del progetto, la scelta di utilizzare le superfici aziendali a fini energetici riducendo i servizi ecosistemici di food provisioning e il servizio di stimolo del ruolo sociale dell'agricoltura e allevamento in zone vocate a queste produzioni.

Dal punto di vista del monitoraggio aziendale, UNISS indica che sarebbero da condurre diverse attività tecnico scientifiche di rilevamento delle performance aziendali in via preliminare e in seguito alla installazione dei pannelli fotovoltaici per quantificare gli effetti sulla produzione di biomassa, la qualità della stessa, il comportamento animale, la produttività e la qualità del latte. Si presenta pertanto l'opportunità di coinvolgere il centro di ricerca UNISS, che vanta una notevole esperienza nel settore agrario e zootecnico in ambito

regionale Sardo per eseguire dei test di valutazione agronomica, zootecnica ed economica delle strategie di intervento proposte.

Secondo UNISS, tali studi dovrebbero considerare due tipi di interventi:

- test su diverse strutture suggerite alla progettazione al fine di impostare un approccio quanto più possibile sperimentale;
- rilevamenti periodici sul processo produttivo zootecnico al fine di quantificare delle modifiche sull'impianto progettuale al fine di testare le performance animali;
- analisi Lyfe Cycle Assessment dell'impatto ambientale del processo per quantificare le emissioni di gas serra e altri impatti nella situazione *ex ante* ed *ex post*.

Riguardo a queste azioni si prevede la possibilità d'impiego di una struttura dell'impianto progettata con diversi tipi di tracker (2P nell'impianto FV S'Arrideli e 1P nell'impianto denominato FV Narbonis) che consentono diverso distanziamento tra i pannelli e permettono di testare la produzione e la qualità di biomassa prodotta nel suolo a diverso grado di ombreggiamento; questo consentirebbe di valutare gli effetti sul suolo, sull'erba e sulle performance animali, incluse produzioni e comportamento animali.

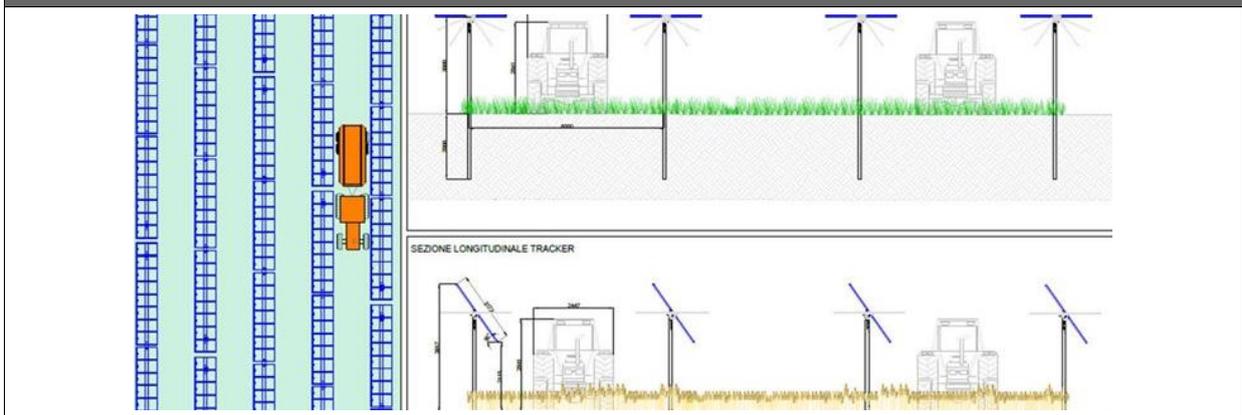
Verrà inoltre lasciata libera dall'installazione dei tracker una parcella di terreno di circa 6.000 mq da utilizzare come riferimento della gestione *ex ante* al fine di valutare la qualità del suolo e la biodiversità vegetale e in termini di entomofauna.

Si avrà in questo modo la possibilità di valutare la produzione di biomassa e la qualità del suolo di impianti 1P vs. quelli 2P.

**La soluzione con moduli 1P**, le cui caratteristiche sono schematizzate anche nella figura seguente, infatti hanno come vantaggi:

- fissaggio al suolo con pali infissi (quindi senza calcestruzzo) come un tracker standard
- altezza minima da terra con il modulo in posizione orizzontale pari a 3,40 m e con il modulo alla massima inclinazione comunque superiore a 2,5 metri. Ciò non comporterebbe problemi di sicurezza per gli operatori agricoli che debbono occuparsi della coltivazione dei terreni e senza necessità di mettere l'impianto in posizione orizzontale ogni volta che qualcuno entra nel campo;
- utilizzo del suolo agricolo per il 90% circa, potendo coltivare anche sotto i moduli, data la loro altezza.

## COLTIVAZIONE FRA I TRACKER - Impianto 1P



La soluzione con moduli 2P, per contro presenta una migliore performance delle produzioni energetiche associate ad una riduzione del costo di realizzazione dell'impianto stesso a fronte della possibilità di coltivazione tra i corridoi dei tracker stimata nel 50-60% circa del terreno agricolo che rende disponibile una maggiore zona d'ombra volta a garantire una migliore situazione di confort del gregge ovino.

## Ovini al pascolo in parco agrovoltaico – foto dal web



(fonte foto: [www.enelgreenpower.com/storie/articles/201904energia-solare-nuovo-modello-utilizzo-suolo](http://www.enelgreenpower.com/storie/articles/201904energia-solare-nuovo-modello-utilizzo-suolo))

Con entrambe le soluzioni, si possono mettere a punto opportuni test tecnico-scientifici di monitoraggio delle caratteristiche suolo, delle produzioni energetiche, dei vegetali e degli animali.

In particolare, sarebbe opportuno:

- testare la variazione di umidità e composizione chimica del suolo fino a 35 cm di profondità per un ciclo triennale, sotto i pannelli e tra i pannelli a diverse distanze;
- campionare e quantificare la produzione di biomassa sotto i pannelli e tra i pannelli a diverse distanze;

- campionare e analizzare la qualità dell'erba prodotta riguardo al contenuto in zuccheri, proteine, fibra neutro detersa e lignina, digeribilità delle frazioni fibrose e residuo indigeribile. In tal modo si potrebbe quantificare il valore nutritivo e la qualità nutrizionale dell'erba prodotta;
- quantificare le performance animali rispetto a produzioni di latte e qualità del latte;
- osservare il comportamento animale ed eventuali funzioni dei pannelli rispetto al benessere animale (**ombreggiamento**) e gli effetti eventuali di disturbo sulla routine di pascolamento;
- studio della sostenibilità basato sul metodo Life Cycle Assessment (analisi del ciclo di vita) per determinare l'impatto in termini di emissioni di gas serra (ed eventuali altri) del processo produttivo consociato. Lo studio andrebbe fatto considerando l'intero ciclo "from cradle to farm gate" considerando l'azienda come coincidente con i confini del sistema produttivo (Atzori et al, 2015; Arca et al., 2019). Il calcolo degli impatti (LCIA) dovrebbe considerare le emissioni animali, la produzione di alimenti aziendali, l'acquisto di input esterni e il consumo e produzione di energia. Dovrebbe inoltre considerare il sequestro di carbonio a partire dalle analisi del suolo. Gli impatti dovrebbero essere allocati sulla produzione di latte, carne, lana e produzione di energia utilizzando come unità funzionale il litro di latte (kg di carne o lana) per i prodotti e anche l'ettaro, in modo da rapportare il processo al territorio ospitante e non solo alla funzione di food provisioning.

Si ritiene che tali attività dovrebbero essere progettate con un piano tecnico sperimentale accurato effettuato in collaborazione con un organismo di ricerca scientifica regionale (UNISS o altri) in modo da definire più precisamente gli obiettivi operativi, preventivare gli interventi e programmare i campionamenti e le analisi da svolgere al fine di valorizzare i benefici che possono essere apportati alle attività agro-zootecniche con un approccio integrato di agrovoltico ed eliminare eventuali punti critici che potrebbero limitare le attività agrarie nei terreni di insediamento di queste produzioni innovative.

## 9 Articoli scientifici consultati

### *"Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behaviour in Agrivoltaic Production System, pubblicato su Frontiers in Sustainable Food Systems"*

La reale capacità produttiva dei sistemi pascolativi agrovoltaici è attualmente oggetto di ricerche scientifiche in diverse parti del mondo.

Ad esempio, una recente ricerca dagli Stati Uniti 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 agrovoltaici 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, dal titolo *"Herbage Yield, Lamb Growth and Foraging Behaviour in Agrivoltaic Production System, pubblicato su Frontiers in Sustainable Food Systems"*, 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 agrovoltaico 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.

Lo studio è stato pubblicato sulla rivista Frontiers ed è consultabile per intero al link <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2021.659175/full>.

### *"Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks"*

Secondo una nuova ricerca del Regno Unito, i parchi solari possono aiutare a mantenere gli habitat naturali per gli impollinatori che potrebbero essere, altrimenti, distrutti dall'agricoltura intensiva. Lo studio evidenzia anche che la biodiversità potrebbe essere influenzata sia positivamente che negativamente dai parchi solari e dal cambiamento dell'uso del suolo associato.

I ricercatori della Lancaster University e dell'Università di Reading, nel Regno Unito, hanno proposto una serie di raccomandazioni per migliorare la biodiversità degli impollinatori nei parchi solari.

Nel documento dal titolo *"Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks"*, consultabile per intero dal link <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121003531?via%3Dihub> viene spiegato che la biodiversità potrebbe essere influenzata sia positivamente che negativamente dai parchi 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.

***"Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrivoltaic ecosystem"***

Con questo lavoro sono stati studiati 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.

Lo studio completo è visionabile al link <https://www.nature.com/articles/s41598-021-86756-4>

## 10 Bibliografia

- 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., Sevigné-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 dry-land, 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>
- 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.

## 11 Conclusioni

A conclusione del presente elaborato, appare opportuno sintetizzare quanto segue.

### Progetto FV S’Arrideli

- I. La “Sa’ Trebina Società Cooperativa Srl” conduce attualmente una azienda agricola estesa circa 40 ettari, dei quali la S.A.U. ammonta a circa 32 ettari, irrigui o potenzialmente irrigui; le colture praticate sono quelle cerealicolo-foraggiere, tipiche di una azienda ad ordinamento produttivo zootecnico quale è quella esaminata;
- II. l’allevamento è composto mediamente da circa 300 capi ovini ed è ad indirizzo lattiero-caseario; tuttavia, nonostante siano presenti all’interno dell’azienda i fabbricati per la caseificazione, le condizioni economiche nelle quali versa attualmente l’impresa ne hanno comportato l’interruzione e la dismissione ed il latte prodotto viene conferito al caseificio artigianale “Su Pranu” dei F.lli Manca, con sede in Siamanna (OR);
- III. le attuali condizioni di coltivazione ed allevamento rendono l’azienda fortemente dipendente dagli approvvigionamenti esterni per il soddisfacimento del fabbisogno alimentare zootecnico aziendale;
- IV. per far fronte alle esigenze economiche e rendere nuovamente produttiva l’azienda agricola, la Coop. Trebina ha accolto l’idea della società proponente di realizzare un impianto agrovoltaiico sull’intera superficie - le cui caratteristiche tecnico-costruttive di dettaglio sono contenute nella relazione tecnica di progetto – che le consentisse non solo di proseguire con le attuali attività agricole ma anche di ripristinare la trasformazione del latte presso i propri impianti, previa formulazione di un piano di sviluppo e conversione, business e action plan;
- V. lo studio agronomico compiuto ha messo in luce, oltre alle caratteristiche pedologiche del sito, il fatto che con il layout di impianto previsto gli impatti sulla superficie coltivabile sono del tutto trascurabili e che anzi in virtù delle operazioni di bonifica previste (demolizione di fabbricati obsoleti e fatiscenti, abbattimento dell’impianto di pawlonia) e della modifica della viabilità interna, si ottiene un leggero incremento della SAU che passa da 32 ettari coltivabili a 33 ettari;
- VI. la presenza dei pannelli su tracker alti circa 2,5 m da terra con movimento eliotropico non è d’ostacolo all’utilizzo agronomico delle superfici impegnate che possono essere adibite alle coltivazioni foraggiere (anche per la fienagione) ed al pascolo; a tal proposito sono stati consultati alcuni recenti studi scientifici, riportati anche nel presente elaborato, i quali confermano che a fronte di una minima riduzione di produzione, corrisponde un miglioramento qualitativo delle specie foraggiere prodotte tali da incrementare il valore nutrizionale dell’erba al punto da rendere le performance produttive al pari delle coltivazioni a pieno campo;
- VII. il confronto effettuato sui bilanci economico-estimativi *ex-ante* ed *ex-post* ha evidenziato che si possono ottenere i medesimi risultati operativi dalla gestione dell’allevamento, addirittura leggermente migliori, senza operare sul management aziendale;
- VIII. nella gestione agronomica *ex-post* si ritiene opportuno inoltre valorizzare il contesto agrario favorendo la biodiversità mediante la conversione delle coltivazioni dalle attuali mono – oligo- colture alla coltivazione di miscugli prativi, soprattutto di origine regionale (AGRIS: progetto RisGenSar);
- IX. con un adeguato Piano di Sviluppo Aziendale (PSA) che miri ad incentivare la sostenibilità ambientale ed economica del progetto (attraverso pratiche agricole sostenibili, l’adesione alle misure agroambientali del PSR, miglioramento del management zootecnico con programmazione dei cicli produttivi e dei conseguenti approvvigionamenti alimentari) si ritiene che sia possibile migliorare le performance aziendali, ripristinare la multifunzionalità agricola ed incrementare l’offerta occupazionale.

**Progetto FV Narbonis**

- I. L'Azienda agricola Balliana è estesa circa 84 ettari, tutti irrigui o potenzialmente irrigui; le colture praticate sono quelle cerealicolo-foraggere, tipiche di una azienda ad ordinamento produttivo zootecnico quale è quella esaminata;
- II. l'allevamento è composto mediamente da circa 500 capi bovini da latte, ad alta specializzazione; il latte prodotto viene conferito alla Cooperativa 3A Arborea;
- III. lo studio agronomico compiuto ha messo in luce, oltre alle caratteristiche pedologiche del sito, il fatto che con il layout di impianto previsto gli impatti sulla superficie coltivabile sono del tutto trascurabili in quanto non vengono meno le condizioni di coltivazione e la riduzione di superficie coltivabile risulta di entità trascurabile;
- IV. la presenza dei pannelli su tracker alti circa 2,5 m da terra con movimento eliotropico e con una singola fila di pannelli non è d'ostacolo all'utilizzo agronomico delle superfici impegnate che possono essere adibite alle coltivazioni foraggere (anche per la fienagione); a tal proposito si è prevista la possibilità di collaborare con l'Università degli studi di Sassari – Facoltà di Agraria al fine di verificare i risultati dei citati studi scientifici consultati e riportati anche nel presente elaborato, dai quali emerge che l'ombreggiamento delle coltivazioni produce un miglioramento qualitativo delle specie foraggere prodotte tali da incrementare il valore nutrizionale dell'erba.

**In definitiva**, appare possibile affermare che gli impatti previsti dal progetto proposto per entrambi gli impianti siano compensati e mitigati sia sotto gli aspetti agronomico-ambientali che sotto il profilo produttivo aziendale. Inoltre, bisogna considerare i benefici economici derivanti dalla concessione in uso dei terreni per la produzione di energia che consentirebbero all'impresa Trebina di appianare la situazione di tensione finanziaria in cui versa da diversi anni e di poter affrontare nuovi investimenti volti ad efficientare l'attività prevalente.

Relazione specialistica  
Dott. Agronomo Federico Corona