

IPC AGRIVOLT s.r.l.

Via Aterno n. 108, 66020 San Giovanni Teatino (CH) - Italy.
P.I. 02714100696 - PEC: ipcagrivolt@igefi.it
REA CH- 415506

Impianto fotovoltaico "Sardinia Agrivolt" 99,972 MWp VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (V.I.A.)



01	30/08/2022	Emissione	Gruppo di progettazione	Ing. Luca DEMONTIS	IPC AGRIVOLT S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Luca DEMONTIS
(coordinatore)

Ing. Sandro CATTA



Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale)

Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica)

Geol. Alberto PUDDU (consulenza geologica)

Dott. Agr. Riccardo Giuseppe LODDO (consulenza agronomica)

TITOLO:

RELAZIONE AGRONOMICA OPERE DI MITIGAZIONE

NOTE:

IDENTIFICAZIONE ELABORATO
R. 06

PAGINA:
1 di 65

FORMATO:
A4

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	4
1.2 INQUADRAMENTO DELL'AREA.....	6
1.3 DATI CATASTALI DELL'AZIENDA.....	7
1.4 STATO ATTUALE DEL SITO.....	9
2. DATI CLIMATOLOGICI.....	12
2.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO DELL'AREA.....	12
2.2 INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO.....	14
3. CARATTERI DEI SUOLI.....	17
3.1 PRINCIPALI CARATTERI DEI SUOLI RILEVATI.....	17
3.1.1 Suoli sulle alluvioni oloceniche.....	19
3.1.2 Suoli sulle alluvioni del Pleistocene.....	21
3.1.3 Legenda delle unità di paesaggio della carta unità delle terre (carta dei suoli).....	21
4. LAND EVALUATION.....	22
4.1 METODOLOGIA DELLA LAND EVALUATION.....	22
4.2 LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO SECONDO LE CLASSI DI CAPACITA' D'USO.....	23
4.3 LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO SECONDO LE CLASSI DELLA SUSCETTIVITÀ D'USO.....	26
4.4 COMMENTO SUI RISULTATI DELLA CAPABILITY E DELLA SUITABILITY.....	30
5. DESERTIFICAZIONE.....	31
6. ANALISI MORFOLOGICA.....	33
7. OPERE DI MITIGAZIONE NELLA FASCIA PERIMETRALE.....	37
8. DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE.....	44
8.1 FINALITÀ DEL PROGETTO AGRICOLO.....	44
8.2 AREE INTERESSATE DALLA COLTIVAZIONE.....	44
8.3 CRITERI DI SCELTA DELLE COLTURE.....	45
8.4 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN COLTURA.....	47
8.5 COPERTURA CON MANTO ERBOSO E PRODUZIONI FORAGGERE.....	48
8.6 CANAPA INDUSTRIALE.....	51
8.7 LAVANDA.....	53
9. RIEPILOGO RIPARTO COLTURALE.....	55
10. TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA.....	56
10.1 OMBREGGIAMENTO.....	59
10.2 PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI.....	59

11. ANALISI DEI FABBISOGNI IRRIGUI.....	60
12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	63
13. BIBLIOGRAFIA	64

1. INTRODUZIONE

Il presente documento fa parte del Progetto denominato "Sardinia Agrivolt" presentato dalla società **IPC AGRIVOLT S.r.l.** per la **realizzazione e gestione di un nuovo impianto agrivoltaico**, da realizzarsi nel Comune di Uta (CA) in località "Su coddu de Sa Feurra (ex Prugneto)" in un'area prevalentemente agricola ed in parte ricadente all'interno della Zona Industriale gestita dal Consorzio Industriale della Provincia di Cagliari (CACIP), in località Macchiareddu.

L'iniziativa progettuale prevede l'uso combinato del suolo attraverso la convivenza della produzione di energia rinnovabile con la produzione agricola associata all'attività di pascolo. Nell'area di intervento è infatti prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, di potenza nominale pari a **99,792 MWp**. L'aspetto legato alle colture prevede invece in prossimità delle aree occupate dai pannelli fotovoltaici la coltivazione di foraggio, funzionale all'attività di pascolo, mentre nelle aree libere dai pannelli prevede la coltura di essenze stagionali comuni in Sardegna.

1.1. VERIFICA DEL RISPETTO DELLE CARATTERISTICHE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

La Parte II delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici datate Giugno 2022 e prodotte dal gruppo di lavoro composto da: CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria; GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.; ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile; RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. e coordinato dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA; fornisce le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto deve possedere per essere definito agrivoltaico. Tali caratteristiche minime si basano su cinque macro-requisiti:

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

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

Fatte queste premesse, si afferma che la presente proposta progettuale comprende sia la produzione di energie alternative che la produzione agricola associata all'attività di pascolo. È previsto quindi un uso combinato del suolo, ma i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna azione sinergica alla coltura. Precisando inoltre che il presente intervento **non ambisce all'ottenimento degli incentivi statali e quindi alla classificazione di impianto agrivoltaico avanzato**, è sufficiente che siano verificati i requisiti A, B e D1 perché sia lecito nominare il presente impianto "agrivoltaico",

Pertanto si fornisce a seguire l'analisi delle caratteristiche minime richieste per l'uso proprio dell'appellativo agrivoltaico, e quindi requisito A, requisito B e requisiti D.2.

Verifica del requisito A

È stato verificato che l'impianto in progetto rispetti i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata. Si dovrebbe garantire una superficie minima dedicata alla coltivazione pari almeno al 70% della superficie totale. Nel caso in oggetto la superficie totale è pari a 179,53 ha. Il 70% della superficie totale è pertanto pari a 125,67 ha. In progetto è prevista una superficie coltivata pari a 163,95 ha e pertanto decisamente superiore alla superficie minima richiesta.

A.2) LAOR massimo: è richiesto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola inferiore al 40%. In progetto la superficie captante è pari a 52,52 ha e pertanto inferiore al 40% della superficie totale pari a 71,81 ha.

Il requisito A nelle sue due componenti A.1 e A.2 risulta pertanto verificato.

Verifica del requisito B

È stato verificato che l'impianto in progetto rispetti seguenti parametri:

B.1) Continuità dell'attività agricola. Dato lo stato di fatto dell'area, caratterizzata da una elevata pietrosità (anche con la presenza di clasti di dimensioni significative) e da un basso tenore di sostanza organica e dato che l'intervento prevede la contestuale messa a coltura delle aree, si evidenzia che questo intervento porterà con sé una riqualificazione sostenibile del suolo, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, piantagioni, impianto di irrigazione ecc.), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo. Ne consegue pertanto non solo la continuità della destinazione ad uso agricolo dell'area ma risulta altresì evidente l'aumento della produzione agricola associata all'attività di pascolo, rispetto allo stato attuale.

B.2) Producibilità elettrica minima. È richiesto che la producibilità elettrica minima dell'impianto agrivoltaico non sia inferiore al 60% della produttività di un pari impianto fotovoltaico. In base alle stime riportate nell'elaborato R.10 - Relazione elettrica, la produzione di energia elettrica stimata è pari a 206.000 MWh. Considerando la media annuale di produzione fotovoltaica in Italia nel Sud tale valore si considera ampiamente soddisfatto.

Il requisito B nelle sue due componenti B.1 e B.2 risulta pertanto verificato.

Verifica del requisito D.2

È stato verificato che l'impianto in progetto rispettasse il seguente parametro:

D.2) I valori dei parametri fondamentali relativi al sistema agrivoltaico, quali la continuità dell'attività agricola ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. La verifica di tali parametri fondamentali si ottiene attraverso un'attività di monitoraggio. Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

La previsione di tale attività di monitoraggio permette di considerare il requisito D.2 verificato.

La verifica dei requisiti A, B e D.2 permette di nominare il presente impianto "agrivoltaico", il quale, si ribadisce ancora una volta non ambisce all'ottenimento degli incentivi statali e quindi alla classificazione di impianto agrivoltaico avanzato.

1.2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area dell'intervento è localizzata in zona agricola, limitrofa alla Zona Industriale di Macchiareddu, all'interno del territorio comunale di Uta (CA) in località "Su Coddu de Sa Feurra", per una superficie totale di circa 179,53 ha distribuita in 2 aree: lotto A (155,24 ha) e lotto B (24,29 ha).

Il sito è ubicato in un terreno in zona agricola limitrofa e parzialmente incluso nella Zona Industriale di interesse Regionale di Macchiareddu. I dati per l'individuazione sono i seguenti:

- Latitudine di 39° 13' 45.67" N e Longitudine 8° 56' 55.22" E.
- Altezza media di 35 m s.l.m.



Ortofoto con individuazione dell'area di progetto.

L'area in esame è stata utilizzata in passato per una attività agricola di tipo industriale: tra l'anno 1989 e l'anno 1992 sui terreni è stata messa a dimora una piantagione intensiva di susine e albicocca da industria, successivamente espantata (anni 2012-2013). A partire dall'anno 2013 si sono avviati dei lavori di bonifica, sistemazione idraulico-agraria e di ripristino di potenziale agronomico dei terreni, conclusi nell'autunno del 2015. Da quel momento e fino ad oggi sono stati impiantate colture seminative estensive, in particolare cereali.



Foto dell'area di progetto.

1.3 DATI CATASTALI DELL'AZIENDA

Gli estremi catastali dell'azienda sono i seguenti:

Lotto A

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	PORZ	QUALITA'	SUPERFICIE			PORZIONE E SUP. UTILIZZATA
				CLASSE	ha	are	ca	%
UTA	42	25		SEMINATIVO 4	0	35	0	100%
UTA	42	58		SEMIN ARBOR 2	0	85	70	100%
UTA	42	59		SEMIN ARBOR 2	0	63	50	100%
UTA	42	61		SEMIN ARBOR 2	0	89	10	100%
UTA	42	74		SEMINATIVO 4	0	95	20	100%
UTA	42	75		SEMIN ARBOR 2	0	91	40	100%
UTA	42	77		SEMIN ARBOR 2	1	16	60	100%
UTA	42	78		SEMINATIVO 4	0	5	75	100%
UTA	42	79		SEMIN ARBOR 2	1	4	65	93%
UTA	42	88		SEMIN ARBOR 2	3	86	20	88%
UTA	42	91		SEMIN ARBOR 2	0	86	0	60%
UTA	42	94		SEMINATIVO 4	0	9	70	100%
UTA	42	110		SEMIN ARBOR 2	1	10	88	97%
UTA	42	162		SEMINATIVO 4	0	20	80	100%
UTA	42	219		SEMIN ARBOR 2	1	6	0	100%
UTA	42	346		FABB RURALE	0	0	18	100%
UTA	42	347		AREA RURALE	0	0	7	100%
UTA	42	415		SEMINATIVO 4	0	14	77	100%
UTA	42	417		SEMIN ARBOR 2	5	15	45	100%
UTA	42	419		SEMIN ARBOR 2	8	74	65	100%
UTA	42	421		ENTE URBANO	0	74	26	100%
UTA	43	83		SEMIN ARBOR 2	3	38	60	100%
UTA	43	101	A	SEMINATIVO 1	0	96	56	100%
UTA	43		B	SEMIN ARBOR 2	0	12	24	100%
UTA	43	102		SEMIN ARBOR 2	0	26	40	100%
UTA	43	103		SEMINATIVO 1	0	48	30	100%
UTA	43	468		SEMINATIVO 1	0	30	65	100%
UTA	43	493		SEMIN ARBOR 2	2	52	57	100%
UTA	43	495		SEMIN ARBOR 2	1	33	35	100%
UTA	43	502		SEMINATIVO 1	1	3	74	100%
UTA	43	504		SEMINATIVO 1	2	36	30	100%

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	PORZ	QUALITA'	SUPERFICIE			PORZIONE E SUP. UTILIZZATA
UTA	43	507		ENTE URBANO	1	98	64	100%
UTA	48	2		SEMIN ARBOR 2	0	32	30	100%
UTA	48	3		SEMINATIVO 2	0	63	70	100%
UTA	48	17		SEMINATIVO 2	0	53	95	100%
UTA	48	18		SEMIN ARBOR 2	0	26	45	100%
UTA	48	19		SEMINATIVO 2	0	11	20	100%
UTA	48	20		SEMINATIVO 2	0	21	10	100%
UTA	48	22		SEMIN ARBOR 2	3	77	40	100%
UTA	48	28		SEMIN ARBOR 2	5	48	45	80%
UTA	48	31		SEMIN ARBOR 2	0	97	0	50%
UTA	48	43		SEMIN ARBOR 2	3	46	90	85%
UTA	48	44		SEMIN ARBOR 2	0	82	10	100%
UTA	48	45		SEMINATIVO 2	0	12	80	100%
UTA	48	51		SEMIN ARBOR 2	4	98	40	100%
UTA	48	65		SEMIN ARBOR 2	0	80	0	100%
UTA	48	66		SEMINATIVO 2	0	20	80	100%
UTA	48	67		SEMINA RBOR 2	2	97	30	100%
UTA	48	76		SEMIN ARBOR 2	1	87	80	100%
UTA	48	77		SEMIN ARBOR 2	1	93	55	100%
UTA	48	78		SEMIN ARBOR 2	1	52	20	100%
UTA	48	259		SEMINATIVO 2	0	5	60	100%
UTA	48	287		SEMIN ARBOR 2	3	23	0	100%
UTA	48	288		SEMINATIVO 2	0	37	15	100%
UTA	48	289		SEMIN ARBOR 2	0	44	85	100%
UTA	48	290		SEMINATIVO 2	0	3	20	100%
UTA	48	291		SEMINATIVO 2	0	4	25	100%
UTA	48	292		SEMIN ARBOR 2	4	66	20	100%
UTA	48	293		SEMINATIVO 2	0	22	30	100%
UTA	48	294		SEMIN ARBOR 2	4	54	45	1
UTA	48	295		SEMIN ARBOR 2	3	18	0	100%
UTA	48	296		SEMINATIVO 2	0	6	0	100%
UTA	48	297		SEMIN ARBOR 2	3	67	90	100%
UTA	48	298		SEMINATIVO 2	0	34	25	100%
UTA	48	299		SEMIN ARBOR 2	0	71	35	100%
UTA	48	300		SEMIN ARBOR 2	2	15	55	100%
UTA	48	301		SEMINATIVO 2	0	31	30	100%
UTA	48	302		SEMINATIVO 2	0	17	60	100%
UTA	48	303		SEMIN ARBOR 2	5	42	55	92%
UTA	48	304		SEMIN ARBOR 2	4	21	60	80%
UTA	48	328		SEMIN ARBOR 2	3	50	0	12%
UTA	48	346		SEMIN ARBOR 2	8	44	40	98%
UTA	48	347		SEMIN ARBOR 2	7	43	60	89%
UTA	48	348		SEMINATIVO 2	0	30	90	100%
UTA	48	349		SEMINATIVO 2	0	6	5	100%
UTA	48	350		SEMIN ARBOR 2	1	51	5	95%
UTA	48	351		SEMIN ARBOR 2	1	61	95	100%
UTA	48	352		SEMINATIVO 2	0	44	0	100%
UTA	48	353		SEMIN ARBOR 1	1	57	0	100%
UTA	48	354		SEMINATIVO 2	0	57	10	100%
UTA	48	355		SEMINATIVO 1	1	99	70	100%
UTA	48	356		SEMINATIVO 2	2	19	25	100%
UTA	48	362		SEMINATIVO 2	1	58	50	100%
UTA	48	365		SEMINATIVO 2	0	39	50	100%
UTA	48	367		SEMINATIVO 2	0	20	40	100%
UTA	48	368		SEMINATIVO 2	1	61	45	100%
UTA	48	370		SEMINATIVO 2	0	73	90	100%
UTA	48	371		SEMIN ARBOR 2	0	62	35	100%
UTA	48	372		SEMIN ARBOR 2	1	68	30	100%
UTA	48	374		SEMINATIVO 2	0	63	20	100%
UTA	48	376		SEMINATIVO 2	0	35	30	100%
UTA	48	377		SEMINATIVO 2	0	14	60	100%
UTA	48	379		SEMIN ARBOR 2	1	70	85	100%
UTA	48	380		SEMIN ARBOR 2	0	77	70	100%
UTA	48	382		SEMIN ARBOR 2	2	69	10	100%
UTA	48	383		SEMINATIVO 2	0	51	10	100%
UTA	48	385		SEMIN ARBOR 2	1	36	15	100%

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	PORZ	QUALITA'	SUPERFICIE			PORZIONE E SUP. UTILIZZATA
UTA	48	429		SEMINATIVO 2	2	17	60	<1%
UTA	48	481		SEMINATIVO 2	1	43	15	100%
UTA	48	483		SEMINATIVO 2	1	75	99	100%
UTA	48	620		SEMINATIVO 2	0	77	42	100%
UTA	48	622		SEMINATIVO 2	0	75	8	100%
UTA	48	639		FABB RURALE	0	0	15	100%
UTA	48	640		FABB RURALE	0	0	20	100%
UTA	49	71		SEMIN ARBOR 2	6	23	70	90%
UTA	49	89		SEMINATIVO 2	0	0	30	100%
UTA	48	357						
UTA	48	359						
UTA	48	360						
UTA	48	366						
UTA	48	369						
UTA	48	375						
UTA	48	378						
UTA	48	381						
UTA	48	384						
UTA	42	219						
UTA	48	258						

Lotto B Ovest

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	PORZ	QUALITA'	SUPERFICIE			PORZIONE E SUP. UTILIZZATA
				CLASSE	ha	are	ca	%
UTA	48	32		SEMINATIVO 2	0	68	85	100%
UTA	48	36		SEMINATIVO 2	0	5	10	100%
UTA	48	41		SEMINATIVO 2	5	1	70	100%
UTA	48	48		SEMINATIVO 2	3	20	80	100%
UTA	48	49		SEMINATIVO 2	2	28	0	100%

Lotto B Est

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	PORZ	QUALITA'	SUPERFICIE			PORZIONE E SUP. UTILIZZATA
				CLASSE	ha	are	ca	%
UTA	42	79		SEMIN ARBOR 2	1	4	65	7%
UTA	42	88		SEMIN ARBOR 2	3	86	20	12%
UTA	42	91		SEMIN ARBOR 2	0	86	0	40%
UTA	42	110		SEMIN ARBOR 2	1	10	88	3%
UTA	48	28		SEMIN ARBOR 2	5	48	45	20%
UTA	48	31		SEMIN ARBOR 2	0	97	0	50%
UTA	48	43		SEMIN ARBOR 2	3	46	90	15%
UTA	48	303		SEMIN ARBOR 2	5	42	55	8%
UTA	48	304		SEMIN ARBOR 2	4	21	60	20%
UTA	48	328		SEMIN ARBOR 2	3	50	0	88%
UTA	48	346		SEMIN ARBOR 2	8	44	40	2%
UTA	48	347		SEMIN ARBOR 2	7	43	60	11%
UTA	48	350		SEMIN ARBOR 2	1	51	5	5%
UTA	48	429		SEMINATIVO 2	2	17	60	circa 100%
UTA	48	744		SEMINATIVO 2	0	24	79	100%
UTA	48	745		SEMINATIVO 2	1	62	21	100%
UTA	49	71		SEMIN ARBOR 2	6	23	70	10%
UTA	49	89		SEMINATIVO 2	0	7	20	100%
UTA	48	62F						
UTA	48	62G						
UTA	48	63C						

1.4 STATO ATTUALE DEL SITO

Per comprendere le condizioni attuali del sito è stata effettuata un'analisi cartografica e documentale (riportata di seguito) e sono stati anche fatti alcuni sopralluoghi per un esame diretto della situazione. L'azienda, che un tempo costituiva una realtà produttiva significativa, è oggi in stato di semiabbandono.

Tutta l'area è recintata, anche se la recinzione è caduta in più punti e consente l'accesso dall'esterno, tanto che in alcuni punti lungo la strada vicinale perimetrale sono stati scavati dei solchi per evitare ingressi inopportuni. Gli accessi sono chiusi da cancelli metallici in buone condizioni.

I terreni sono nudi o in alcuni dei campi coperti da una vegetazione rada, costituita da semine di erbai per foraggiare, con un generale senso di abbandono e di desolazione.

All'interno del perimetro aziendale sono ancora visibili le strutture dell'impianto di irrigazione attualmente in condizioni di abbandono (il sistema delle tubazioni principali dovrebbe essere ancora in buone condizioni e dovrebbe esserne possibile un ripristino), insieme ad alcuni fabbricati contenenti quadri elettrici e pompe di rilancio.

L'azienda possiede una viabilità intrapoderale in buone condizioni di manutenzione, che permette una facile movimentazione all'interno della stessa.

È presente un laghetto di accumulo idrico della dimensione di alcune migliaia di metri cubi.

Tutti i manufatti presenti (recinzione, ponticelli, cabine quadri elettrici, ecc.) si presentano in cattivo stato di manutenzione, e anche il centro aziendale (in cui un tempo venivano realizzate le attività di condizionamento e trasformazione delle susine) è in abbandono.



Sono ancora evidenti i terminali e le bocchette dell'impianto di irrigazione.



Le colture erbacee sono rade anche per la presenza di una evidente pietrosità che limita l'ordinaria gestione colturale e favorisce ampie fallanze.



Il centro aziendale, così come tutti manufatti, si presentano in cattivo stato di manutenzione.

2. DATI CLIMATOLOGICI

2.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO DELL'AREA

Il clima della zona è tipicamente mediterraneo, caratterizzato da pioggia scarsa concentrata nel periodo autunnale-invernale (ottobre - gennaio), con temperature miti.

Come conseguenza dell'andamento termometrico, ma anche dell'attività delle piante, i valori dell'evapotraspirazione sono anch'essi caratterizzati da bassi valori invernali che aumentano nel periodo estivo, in netta controtendenza con l'andamento delle precipitazioni. Questo comporta uno sbilancio netto nel bilancio idrico, con un surplus di acqua nel periodo di maggiore piovosità e un deficit accentuato nel periodo caldo. Ulteriori fattori climatici importanti sono legati: alla radiazione solare, nettamente superiore nelle aree mediterranee rispetto all'Europa centrale; all'eliofanìa, con il cielo specialmente durante la stagione estiva rimane spesso limpido e privo di nuvole; al vento, che soprattutto nelle aree insulari come la Sardegna condiziona in modo significativo il clima.

Temperature medie mensili (°C)

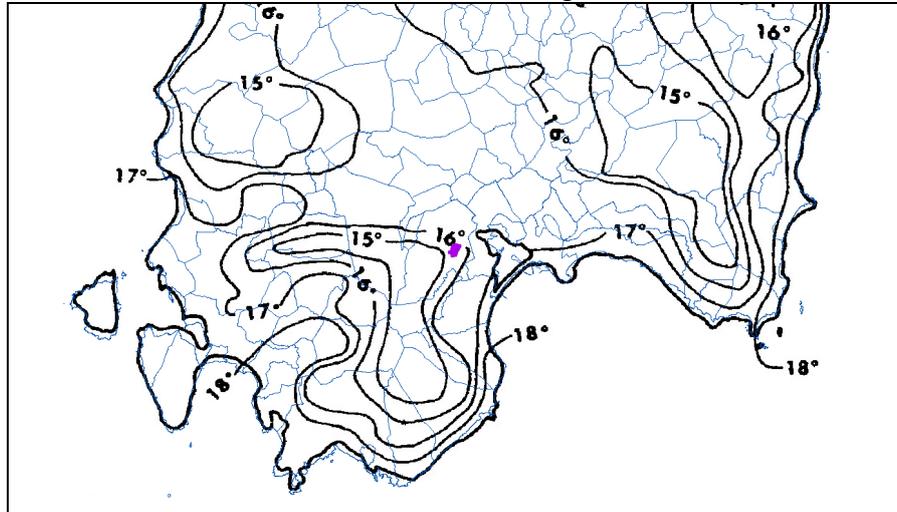
Stazione di Capoterra (altitudine 54 m slm) - periodo di osservazione 1990-2011 (22 anni)

TEMP.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Media max	14.4	15.3	18	20.2	25	29.8	33	33.3	28.6	24.2	18.9	15.2
Media min	6.5	6.5	8.4	10.4	14.4	18.4	21.2	21.9	18.7	15.3	11.1	7.9
T. media	10.5	10.9	13.2	15.3	19.7	24.1	27.1	27.6	23.7	19.8	15.0	11.6

Fonte: Elaborazione su Dati RAS LL.PP. 2014.

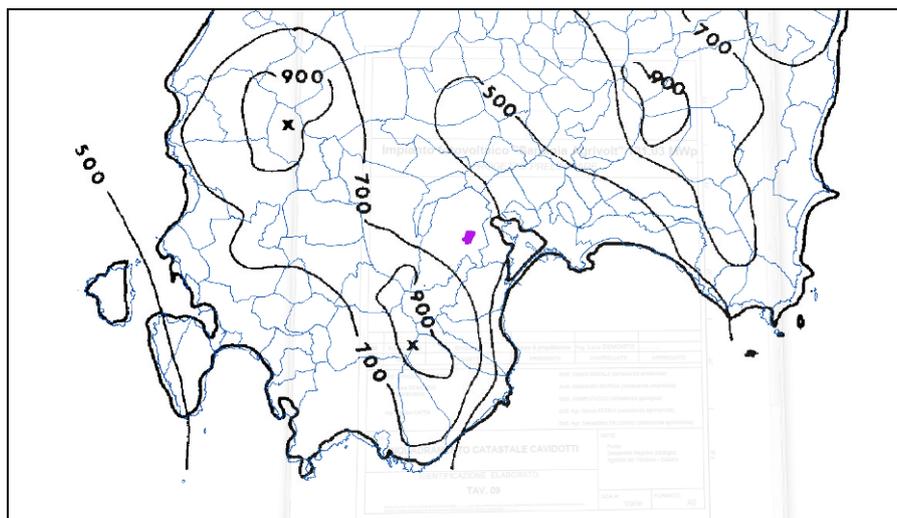
Come si vede anche dalla figura, l'area si posiziona in prossimità dell'isoterma dei 16 °C.

Isoterme della media annua nella Sardegna Meridionale



Fonte: Arrigoni, cit.

Isoiete di 500-700-900 mm medi annui nella Sardegna Meridionale



(le crocette indicano le stazioni con oltre 1000 mm di precipitazioni medie annue).

Precipitazioni medie mensili (mm)

Stazione di Capoterra (altitudine 7 m slm) - periodo di osservazione 1980-2011 (22 anni)

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Precipitazioni	55.8	41.7	44.5	67.8	29.7	10.3	4.3	8.2	43.1	78.5	92.4	78.8	555.1
Giorni piovosi	7	6.4	5.6	7.2	4.2	2	0.7	1.4	4.9	6.3	9.4	9.1	64.2

Fonte: Elaborazione su Dati RAS LL.PP. 2014.

Precipitazioni medie stagionali (mm)

Stazione di Cagliari (altitudine 7 m slm) - periodo di osservazione 38 anni

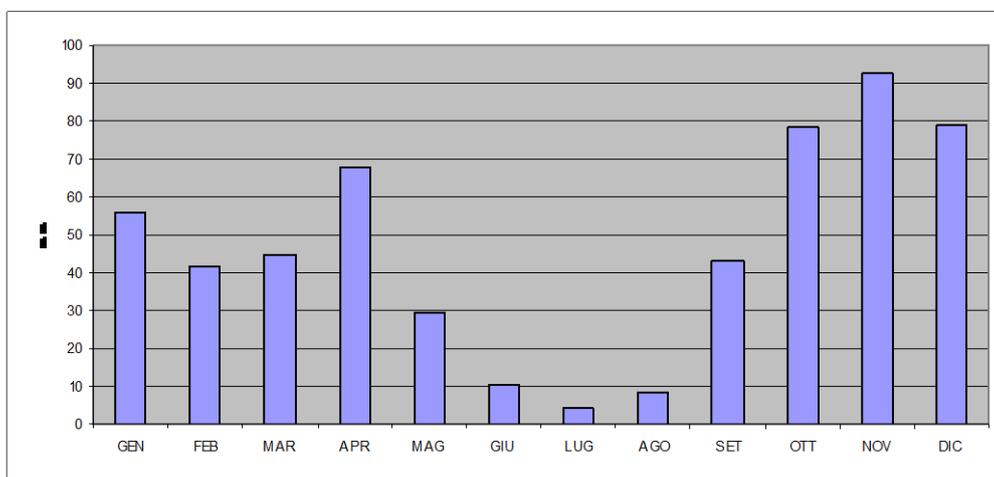
	INVERNO	PRIMAV.	ESTATE	AUTUNNO	ANNO	GG. PIOV.
Precipitazioni	142	107.8	55.6	249.7	555.1	64

Fonte: Elaborazione su Dati RAS LL.PP. 2014.

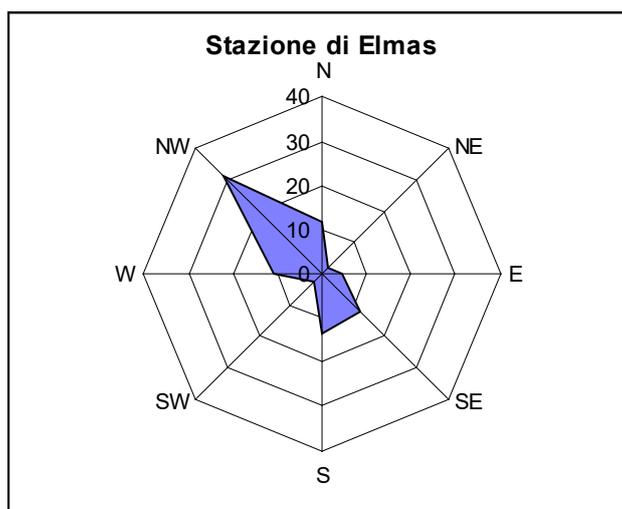
I dati pluviometrici danno riscontro della disponibilità annuale di 555 mm di pioggia secondo i dati RAS, distribuiti nel periodo inverno-primaverile, con scarsa piovosità invece nel periodo che va dalla tarda primavera all'inizio dell'autunno e con regime idrologico IAPE.

La presenza di un forte deficit idrico estivo rende necessaria l'irrigazione delle colture più esigenti, come i fruttiferi.

Precipitazioni presenti in grafica



Distribuzione dei venti



Frequenze percentuali dei venti

Stazione di Elmas (altitudine 118 m slm) - periodo di osservazione 20 anni

STAZIONE	ALTITUDINE	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Elmas [1]	26	10	2	5	12	11	2	10	32	16
Elmas [2]	12	13	2	4	12	16	3	12	30	8
media		11.5	2	4.5	12	13.5	2.5	11	31	11.5

Fonte: Arrigoni.

Per la determinazione delle caratteristiche anemometriche dell'area si è fatto riferimento alla stazione di Elmas. La stazione di rilevamento di Elmas, infatti è posizionata a breve distanza e in un punto orograficamente analogo all'area in esame, in una piana alluvionale aperta ai venti principali (NW e SE). Da notare la netta prevalenza dei venti provenienti da maestrale (NW), che investono l'area senza ostacoli di rilievo, in particolare i venti provenienti da NW che spesso raggiungono e superano i 25 m/s di velocità al suolo. Gli altri venti sono mediamente molto meno frequenti.

Valori medi dell'umidità relativa

Stazione di Cagliari Elmas (altitudine 12 m slm), periodo di osservazione 1959-61

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Elmas	76	78	74	72	70	67	64	65	72	74	79	79	72

Fonte: Arrigoni, op. cit.

Anche come conseguenza anche della vicinanza del mare (pochi chilometri), l'umidità relativa mostra nell'area in esame valori medi compresi tra 65% ed il 70%. L'andamento di questo parametro non è costante nel tempo ma si riscontrano variazioni stagionali. In inverno i valori raggiungono circa l'80%, in primavera diminuiscono gradualmente per raggiungere il minimo annuale di umidità relativa, che si registra durante l'estate. In autunno si ha una graduale e costanza crescita dei valori che di nuovo raggiungono il massimo durante l'inverno.

2.2 INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO

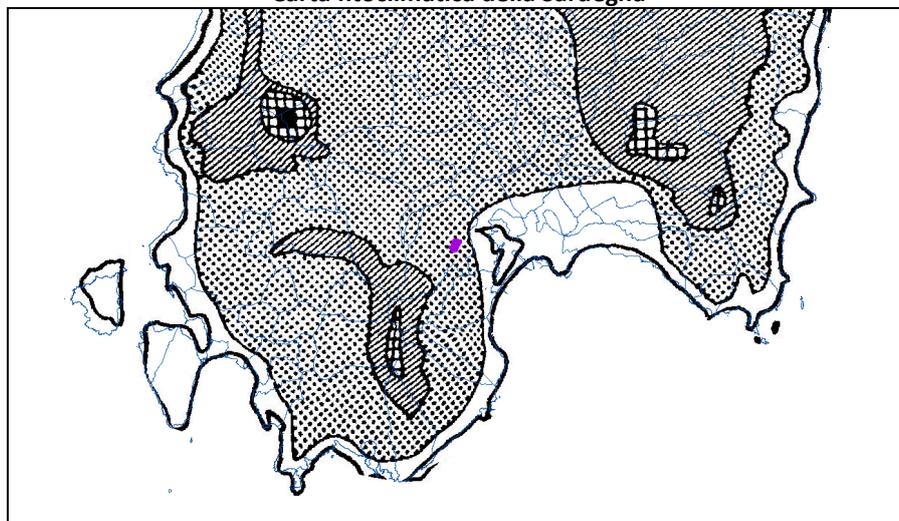
Dal punto di vista fitoclimatico l'area ricade grossomodo al confine fra l'**orizzonte mesofilo della foresta di leccio** e l'**orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee**.

L'area montana di Capoterra e Uta ricade entro l'**orizzonte mesofilo della foresta di Quercus ilex**, in cui prevalgono normalmente formazioni chiuse di *Quercus ilex* (con penetrazione di formazioni semiaperte di *Quercus pubescens*), oppure boschi di *Quercus suber* e tipi di degradazione caratteristici delle foreste del cingolo a *Quercus ilex*, con macchie e pascoli terofitici.

Il clima dell'orizzonte è tipicamente bistagionale, con inverno moderatamente freddo, subumido, con discreto surplus idrico, ed estate calda con ampio deficit idrico. Il periodo freddo è di 2-4 mesi, con media

dei minimi annui sempre superiore a -4°C; il periodo arido è superiore ai tre mesi, con media del mese più caldo generalmente superiore a 23-24° e media massima dello stesso mese intorno o superiore ai 30°C.

Carta fitoclimatica della Sardegna



FONTE: Arrigoni. Nella carta fitoclimatica di Arrigoni sono descritte le aree fitoclimatiche della Sardegna. In nero è riportato il climax¹ degli arbusti montani prostrati e delle steppe montane mediterranee; in quadrettato l'orizzonte freddo umido della foresta montana del climax del leccio; in rigato trasversale l'orizzonte mesofilo della foresta di leccio; in punteggiato l'orizzonte delle foreste miste sempreverdi termoxerofile; in bianco l'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee.

Lungo la fascia costiera e nelle aree pianeggianti alluvionali si ritrova invece l'**orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee**. Vi si trovavano originariamente boscaglie o macchie primarie (non cedue), con forme di degradazione attuali rappresentate da macchie degradate e garighe.

Il clima dell'orizzonte è semiarido, con estate calda e forte deficit idrico estivo e surplus idrico assai modesto, talvolta inesistente. Il periodo arido dura 3.5-4.5 mesi, con elevate temperature massime (media dei massimi annui di circa 36°-40°). Il periodo freddo è praticamente inesistente, con conseguente riduzione delle specie a riposo invernale; con una media minima del mese più freddo pari a 3°-4° e media dei minimi annuali generalmente superiore a -2°.

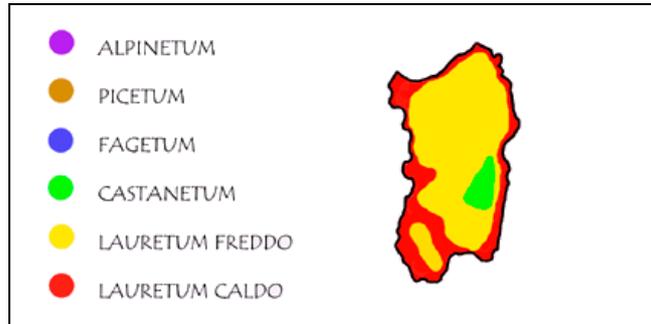
La classificazione fitoclimatica di Pavari trova ampio impiego nello studio dei caratteri forestali ed è stata applicata da numerosi studiosi per la caratterizzazione delle formazioni boschive italiane, essendo utile più in generale a definire i caratteri di adattamento fitoclimatico di un'area. Pavari distingue cinque zone climatiche: Lauretum, Castanetum, Fagetum, Picetum ed Alpinetum. La divisione in zone e sottozone è basata essenzialmente su tre valori medi di temperatura: media annua, media del mese più freddo e media dei minimi annuali. Le zone del Lauretum e del Castanetum sono contraddistinte anche in base all'andamento pluviometrico. Il quadro di questa classificazione applicata all'area in esame è riportato nella seguente tabella.

Prospetto della classificazione fitoclimatica di Pavari

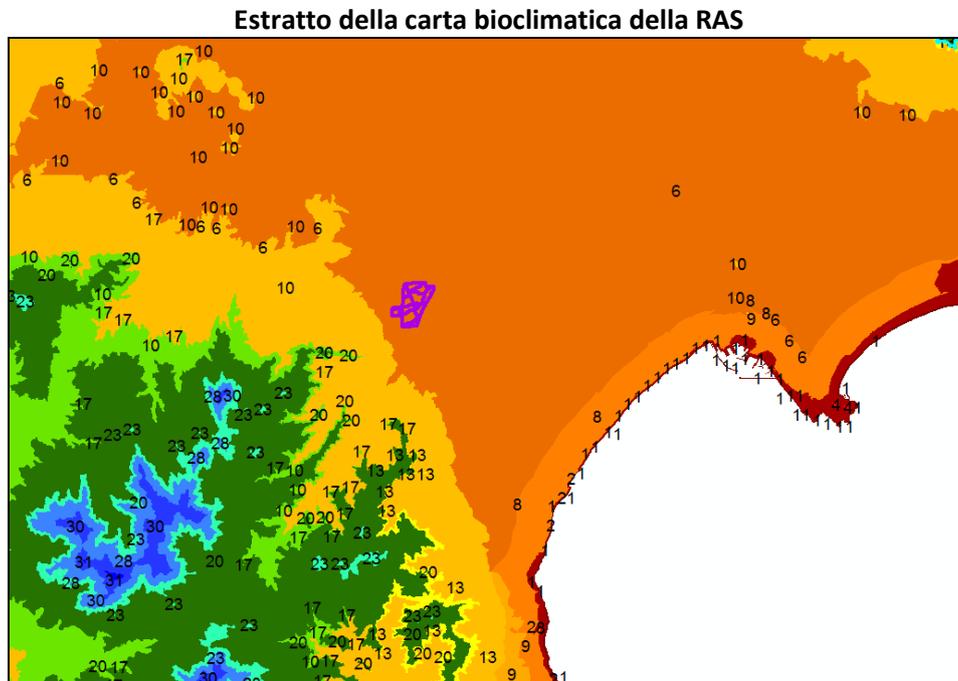
Stazione	Quota (m)	Temperature medie °C			Precipitazioni (mm)		Escursione termica annua	Zona e sottozona
		annua	mese più freddo	mese più caldo	annua	estiva		
Capoterra	54	15.6	10.5	27.6	555	55.6	13,6	Lauretum caldo con siccità estiva

¹ Climax viene definito uno stadio stabile della vegetazione di un territorio, derivante dalla condizione di equilibrio fra clima e vegetazione, che rimane inalterato se non intervengono profonde variazioni climatiche o antropiche. In tal senso le formazioni più interessanti sono proprio quelle che si riscontrano allo stato climax.

Sulla base dei dati riportati, secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari, come rappresentato anche dalla figura, l'area in esame è classificabile nella sottozona *calda* del *Lauretum*.



La carta bioclimatica realizzata dalla RAS, invece, riporta la delimitazione delle aree bioclimatiche della Sardegna.



Fonte: RAS, 2014.

L'area di progetto, delimitata con il tratto viola scuro, ricade nella classe 6. Di seguito si riportano le descrizioni di dettaglio delle classi 6 e 10, prossime all'area in esame.

FITOCCLIM I	FITOCCLIM_	TERMOTIPO	OMBROTIPO	CONTINENTA	ISOBIOCCLIM	MACROBIOCCL	BIOCCLIMA
6	6	upper thermomediterranean, lower dry, euoceanic weak	termomediterraneo superiore	secco inferiore	euoceanico debole	termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico debole	mediterraneo
10	10	upper thermomediterranean, upper dry, euoceanic weak	termomediterraneo superiore	secco superiore	euoceanico debole	termomediterraneo superiore, secco superiore, euoceanico debole	mediterraneo

3. CARATTERI DEI SUOLI

Lo studio delle caratteristiche geo pedologiche di un ambiente è necessario per determinare le suscettività all'uso delle diverse aree del territorio in esame. Partendo da informazioni esistenti sulla geologia e sulla pedologia del territorio, è stato pertanto effettuato uno studio delle unità paesaggistico-ambientali presenti, determinando infine la caratterizzazione e la distribuzione dei suoli nel territorio.

La **Carta delle unità di terra (tavola R.06.1)** mostra la distribuzione areale delle varie tipologie pedologiche studiate e classificate secondo il sistema elaborato dal Soil Survey degli Stati Uniti (Soil Taxonomy, 1992), riconosciuto a livello internazionale.

La metodologia di analisi pedologica utilizzata prende spunto dalla Carta dei Suoli della Sardegna (Aru et. al, 1986) e dalle Linee guida per l'adeguamento dei P.U.C. al PPR e al PAI (AA.VV., 2007), che forniscono le modalità di analisi e di interpretazione dei dati pedologici. Come base di lavoro geologica è stata utilizzata la carta geologica della Sardegna in scala 1.10.000 fornita in forma di file ESRI geodb/shape scaricabile dal Geoportale della Regione Sardegna.

Lo studio effettuato ha richiesto le seguenti fasi di lavoro:

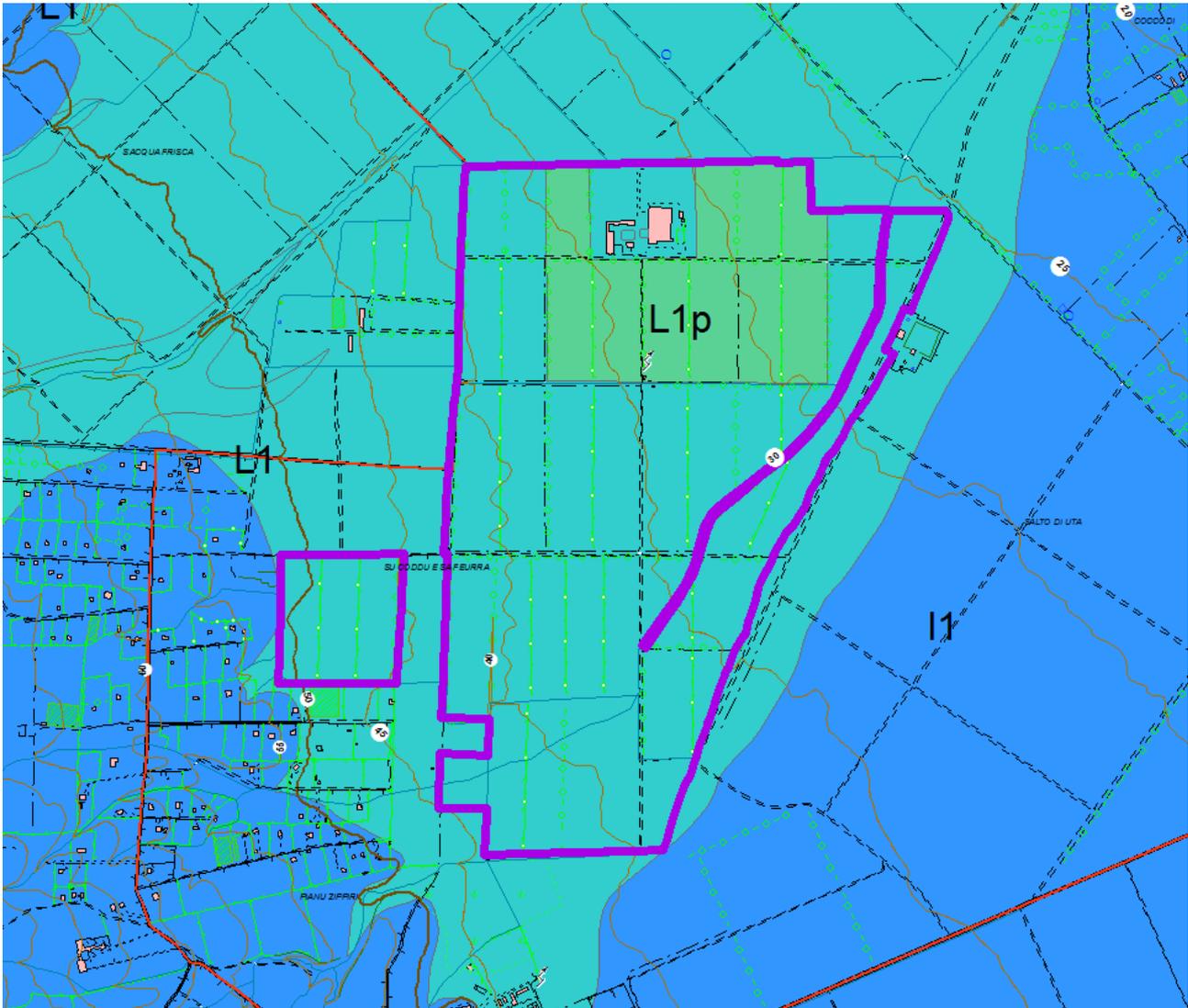
- ricerca dati;
- inquadramento geologico (tratto dalle informazioni ottenute dalla carta geologica della RAS (in formato shapefiles);
- inquadramento pedologico (tratto dalla carta de "I suoli delle aree irrigabili della Sardegna" [AA.VV., 1986] e dalla "Carta dei suoli della Sardegna" [Aru et al., 1991])
- impostazione della bozza di legenda, elaborata dopo un sopralluogo preliminare, basata sulle caratteristiche litologiche e morfologiche;
- fotointerpretazione /verifica da foto aeree;
- verifiche di campagna;
- classificazione dei suoli;
- elaborazione della cartografia e della legenda finali;
- elaborazione della relazione finale.

3.1 PRINCIPALI CARATTERI DEI SUOLI RILEVATI

L'ambiente pedologico del territorio va indagato a partire dalle formazioni geolitologiche presenti, dai loro diversi aspetti morfologici e vegetazionali, valutando poi gli aspetti legati agli usi (presenti e passati) dei suoli e a tutti gli altri fattori che possono aver influenzato l'evoluzione dei substrati. Le unità di paesaggio descrivono porzioni di territorio ad ugual comportamento per tipo ed intensità di processo morfogenetico, entro le quali è possibile inserire un'associazione (o catena) di suoli differenti, accomunati da parametri fisici omogenei, quali substrato litologico, copertura vegetale, uso del suolo, quota, pendenza, tipo ed intensità di erosione.

I suoli vengono quindi riuniti su superfici sufficientemente omogenee sia per attitudini naturali sia nelle risposte agli usi cui queste aree sono sottoposte in rapporto al tipo, o ai tipi, di suolo in esse presenti. Nell'area in esame i suoli sono stati in una prima fase suddivisi in funzione della roccia madre dalla quale derivano e della relativa morfologia, integrando poi con verifiche incrociate le altre informazioni, per ottenere infine una descrizione approfondita delle caratteristiche dei suoli stessi. Il livello tassonomico raggiunto nella classificazione (Soil Taxonomy) è quello del gruppo.

Carta delle unità delle terre (carta dei suoli)



Ogni unità di paesaggio, inoltre, è stata associata con una classe di capacità d'uso prevalente accompagnata da eventuali classi di capacità d'uso accessorie.

La tipologia di suolo riscontrabile nell'area aziendale ricade nell'ordine degli Entisuoli, mentre nelle aree contermini sono presenti anche Alfisuoli. Di seguito vengono brevemente illustrate le caratteristiche di tali ordini.

ENTISUOLI

Sono suoli debolmente sviluppati o di origine recente, privi di orizzonti diagnostici ben definiti e con profilo di tipo A-C.

-Typic Xerofluvents

Presentano profilo di tipo A-C, da profondo a molto profondi con tessiture e percentuali in scheletro variabilissime in dipendenza delle caratteristiche granulometriche e litologiche delle alluvioni sulle quali questi suoli si sono evoluti. Il drenaggio varia da buono a lento.



Le immagini evidenziano la presenza di scheletro. Per dare l'idea della dimensione del pietrame, nell'immagine di sinistra si confronti la moneta di un euro presente nel cerchio rosso.

Le limitazioni all'uso agricolo sono rappresentate dall'eventuale presenza di scheletro, ovvero di tessiture troppo fini che determinano difficoltà di drenaggio, se non veri e propri ristagni idrici, ovvero la presenza di falde freatiche superficiali.

ALFISUOLI

Sono suoli caratterizzati dalla presenza di un orizzonte diagnostico con accumulo illuviale di argilla (orizzonte argillico) e da una saturazione in basi da moderata ad alta.

Si ritrovano sui substrati alloctoni (depositi pleistocenici) già parzialmente alterati che permettono la migrazione dell'argilla verso il basso.

- *Typic Palexeralfs*

Suoli a profilo A-Bt-C A-Btg-Cg, da mediamente profondi a profondi, tessitura da franco-sabbioso a franco-argillosa, più argillosi negli orizzonti profondi; ricchi in scheletro. Il drenaggio varia, quindi, da normale a lento.

La fertilità va da media a medio-elevata, anche in ragione dei rimaneggiamenti e delle tecniche di gestione agraria del suolo, e le limitazioni d'uso sono dovute alla presenza di scheletro talvolta elevata, o alla scarsa permeabilità.

3.1.1 Suoli sulle alluvioni oloceniche

I suoli evoluti da questi substrati (unità L1 e L1p) si rinvergono essenzialmente lungo l'alveo dei corsi d'acqua. Si tratta in genere di depositi sabbiosi e ciottolosi dei letti di piena attuali, ben classati e con frequenti orizzonti limosi e argillosi, debolmente sviluppati (*Typic Xerofluvents*), altamente scheletrici e facilmente drenati, debolmente sviluppati, profondi, con profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.

3.1.2 Suoli sulle alluvioni del Pleistocene

Nell'area in esame le alluvioni recenti sopra descritte sono alternate con aree adiacenti caratterizzate da alluvioni antiche terrazzate pleistoceniche, caratteristiche della piana di Capoterra e comunque esterne all'azienda. Queste ultime sono alluvioni eterometriche mediamente cementate, a matrice ciottoloso sabbiosa, con caratteristiche del tutto diverse rispetto alle alluvioni recenti. Sono i suoli che si sono formati per l'azione pedogenetica sui sedimenti intrusivi nel Pleistocene e nel Pliocene superiore.

I suoli di origine Pleistocenica sono *alluvioni antiche terrazzate (unità di paesaggio I1)*, che provengono da materiale che ha subito un processo di intensa costipazione e ferrettizzazione (con immobilizzazione del ferro), e che sono costituiti da alternanze di ghiaie, limi e sabbie. Si tratta di suoli mediamente antichi, che hanno subito per lungo periodo l'azione degli agenti del clima e che sono pertanto piuttosto alterati (presentano infatti talvolta un orizzonte cambico), con sviluppo notevole del profilo, generalmente oltre i 100 cm.

Presentano profilo A-Bt-C, sono mediamente profondi o profondi, la tessitura va da franco-sabbiosa a franco-sabbio-argillosa, con drenaggio imperfetto a causa degli accumuli di argilla e della forte compattazione sia superficiale che interna al profilo; lo scheletro è elevato.

I suoli sono classificati come *Typic, Aquic e Ultic Palexeralfs*.

Sono suoli caratterizzati da una buona fertilità potenziale (rientrano nelle sottoclassi di capacità d'uso III-IV), pur con limitazioni imputabili all'eccesso di scheletro interno, al drenaggio lento e all'intensa compattazione oltre alla presenza di strati ferrettizzati impermeabili: sono quindi utili interventi migliorativi quali spietramenti, calcitazioni, lavorazioni profonde (per favorire la rottura degli strati cementati) e apporti di sostanza organica per migliorare la struttura del suolo, irrigazioni e drenaggi profondi.

Si comprende pertanto come le potenzialità agronomiche di questi suoli siano discrete, pur con le evidenti limitazioni e le necessarie attenzioni da porre nella gestione agronomica dei terreni. Gli usi agrari possono essere anche limitati dalla mancanza di risorse idriche.

3.1.3 Legenda delle unità di paesaggio della carta unità delle terre (carta dei suoli)

La legenda delle unità di paesaggio utilizzata per la carta dei suoli risulta pertanto come segue.

SIGLA	LITOLOGIA	MORFOLOGIA	USO E COPERTURA DEL SUOLO	DESCRIZIONE	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	CLASSE DI LAND CAPABILITY
I1	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	Aree da debolmente ondulate a pianeggianti.	Colture agrarie	Suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi ad argillosi in profondità, poco permeabili, da subacidi ad acidi, desaturati.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALFS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione	Colture erbacee e, nelle aree più drenate colture arboree anche irrigue	III-IV
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	Aree pianeggianti o leggermente depresse.	Colture agrarie	Profili A-C e subordinatamente ABw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue, con limiti per la pietrosità	V-IV-II
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni elevate e medie	Aree pianeggianti o leggermente depresse.	Colture agrarie	Profili A-C e subordinatamente ABw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue	II-I

4. LAND EVALUATION

4.1 METODOLOGIA DELLA LAND EVALUATION

La metodologia della *land evaluation* (valutazione del territorio), sviluppata dagli studiosi di scienze del territorio, si propone di raccogliere e tradurre la gran parte delle informazioni ricevute dall'analisi multidisciplinare del territorio in una forma che risulti semplice e comprensibile a tutti coloro che operano in esso.

Il metodo di valutazione territoriale di tipo indiretto applicato nel presente lavoro si basa sul principio che alcune proprietà importanti dei suoli o del territorio, che vanno poi a determinare il risultato (positivo o negativo) di un certo *land use*, possano essere dedotte dall'esame delle caratteristiche dei suoli.

Lo studio di un territorio viene effettuato a partire dall'analisi di una serie di caratteri del territorio, raccolti durante una campagna di rilevamenti e/o dedotti da studi di base già effettuati. Comprendono caratteri del suolo (granulometria, pH, S.O., ecc.), del clima (temperatura, piovosità, direzione ed intensità del vento), caratteri morfologici (franosità, pendenza) idrologici e eventuali altre informazioni utili alla definizione delle unità del territorio e alla loro classificazione.

Sono inoltre da prendere in esame le cosiddette qualità del territorio (F.A.O. 1976), che vengono misurate o stimate attraverso l'approfondimento dei caratteri del territorio. Esse determinano un attributo dinamico e complesso del territorio che influenza in modo specifico le attitudini. Per esempio, la qualità territoriale "erodibilità" dipende dai caratteri pendenza del versante, lunghezza del pendio, permeabilità e struttura del suolo, intensità della pioggia etc. Il processo di valutazione inizia quindi con la precisazione del tipo di utilizzazione e continua con il rilevamento dei caratteri e delle qualità del territorio e la definizione dei requisiti d'uso.

Il tipo di utilizzazione del territorio o *land utilization type* (LUT) è un concetto chiave per la valutazione delle attitudini; esso specifica per quale tipo di assetto agricolo o forestale o per quale sistema colturale o più generalmente per quale uso sostenibile dal territorio sia valida la classificazione. Dopo avere stabilito lo scopo della valutazione, acquisito i dati per l'elaborazione e definito i requisiti necessari per poter sviluppare un uso specifico nel territorio in esame, occorre procedere al trattamento di questi tre elementi per attribuire le classi di attitudine alle varie unità cartografiche. Questo obiettivo viene raggiunto mediante la realizzazione di una tabella di confronto (*matching table*), in cui vengono confrontati i requisiti di un determinato tipo di utilizzazione con le qualità delle unità territoriali rilevate sul territorio, attribuendo ad ognuna di queste una classe che rappresenta, in maniera decrescente, il valore del territorio: le classi più basse rappresentano le condizioni migliori, le più alte le peggiori.

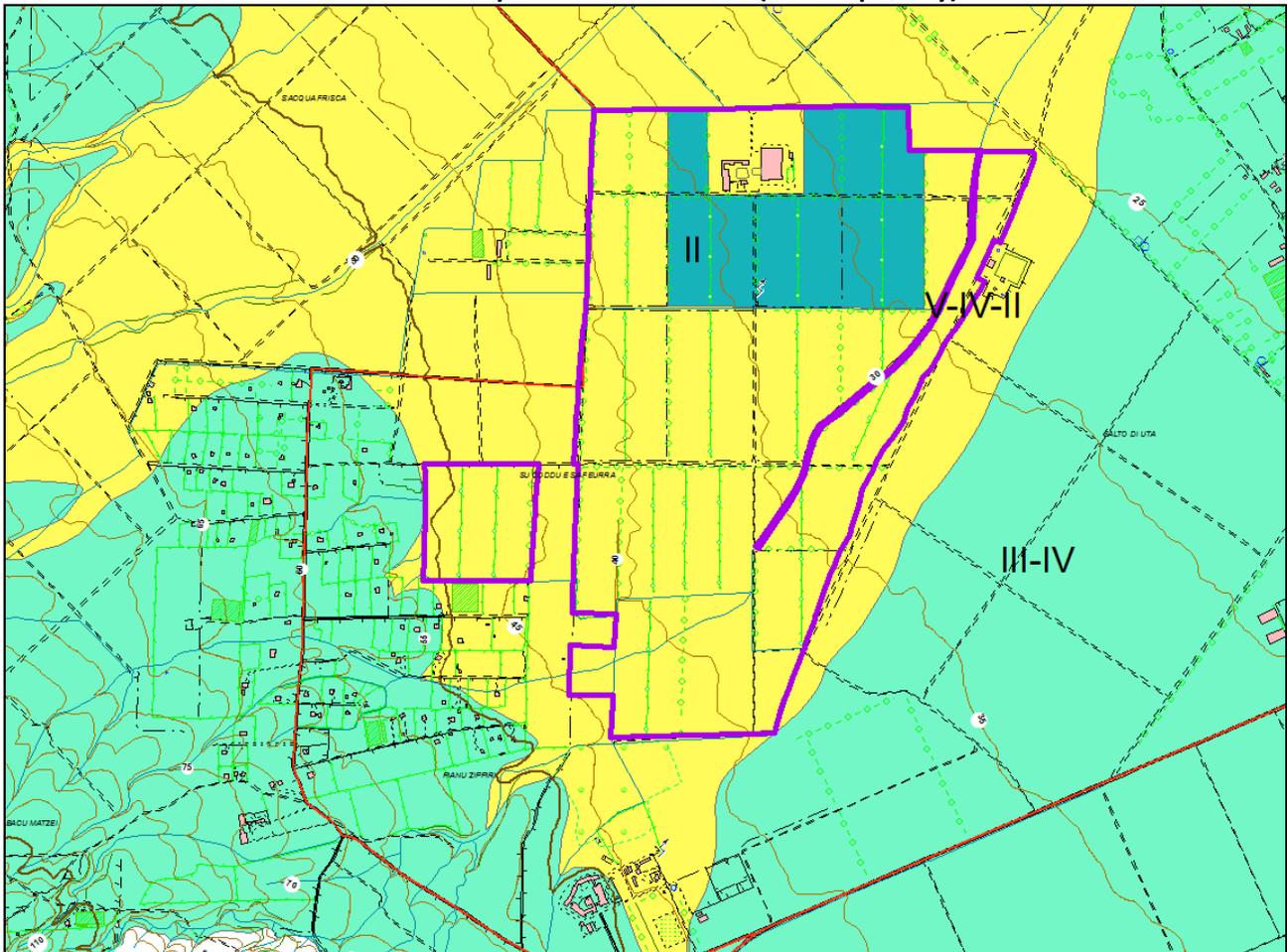
Esistono differenti metodi di classificazione nei procedimenti di *land evaluation*; nel caso in esame ne sono stati adottati due.

È stata prima elaborata un'analisi della capacità d'uso del suolo (*Land capability classification*), i cui risultati sono poi stati riportati nella **Carta delle capacità d'uso dei suoli (Tavola R.06.2)**. Questo metodo di analisi viene comunemente adottata per stimare la capacità di un territorio a sostenere attività agro-silvo-pastorali.

Sono state poi redatte, in riferimento ad alcuni principali usi possibili, le **tabelle di interpretazione sulla suscettività d'uso delle terre**, secondo il sistema della Classificazione Attitudinale dei Suoli (*Land Suitability Classification*), riferite all'**uso agricolo e pascolativo**. Tali tabelle sono riportate in allegato.

È inoltre stato realizzato uno schema riassuntivo, in cui, per ogni Unità Cartografica, sono state riportate le classi di attitudine relative ai diversi usi proposti.

Carta della capacità d'uso dei suoli (Land capability)



Carta delle capacità d'uso dei suoli - estratto fuori scala. In viola il perimetro catastale dell'azienda.

4.2 LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO SECONDO LE CLASSI DI CAPACITA' D'USO

Tra i sistemi di valutazione del territorio, elaborati in molti paesi europei ed extra-europei secondo modalità ed obiettivi differenti, la *Land Capability Classification* (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961) viene utilizzato per classificare il territorio per ampi sistemi agro-pastorali e non in base a specifiche pratiche colturali.

Il concetto centrale della *Land Capability* non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito.

Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, C.S.C., sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (es.: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.).

Classi di Land Capability

	I, Suoli arabili - senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione
	II, Suoli arabili - con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione
	III, Suoli arabili - con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione
	IV, Suoli arabili - con limitazioni molto severe e permanenti
	V, Suoli non arabili - non coltivabili o per pietrosità, rocciosità o per altre limitazioni
	VI, Suoli non arabili - non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura
	VII, Suoli non arabili - limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione
	VIII, Suoli non arabili - limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco, notevolissimo il pericolo di erosione

I criteri fondamentali della capacità d'uso sono:

- di essere in relazione alle limitazioni fisiche permanenti, escludendo quindi le valutazioni dei fattori socio-economici;
- di riferirsi al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura particolare;
- di comprendere nel termine "difficoltà di gestione" tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché, in ogni caso, l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;
- di considerare un livello di conduzione abbastanza elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggior parte degli operatori agricoli.

La classificazione si realizza applicando tre livelli di definizione in cui suddividere il territorio:

- classi
- sottoclassi
- unità

Per la classificazione del territorio comunale di Uta è stato adottato il primo livello, integrato con informazioni relative al secondo livello di classificazione (classi e sottoclassi di capacità d'uso); sono state quindi identificate le principali limitazioni all'uso agricolo relative ad ogni unità cartografica, che sono riportate nella legenda della carta delle unità di paesaggio, presente nell' allegato 1.

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

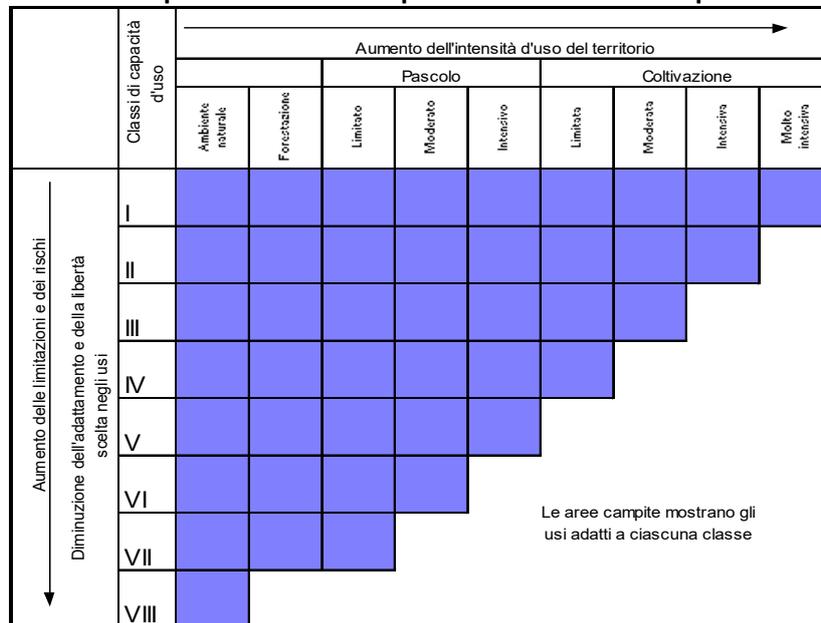
Nelle tabelle che segue sono riportate le 8 classi e (poco più avanti) le 4 sottoclassi della *Land Capability* utilizzate (Cremaschi e Rodolfi, 1991, Aru, 1993).

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

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITA'
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	no
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	no
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	no
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc. Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti	no

La lettura delle indicazioni classi della land capability permette di ritrarre informazioni importanti sulle attività silvo-pastorali effettuabili in un'area territoriale, come si comprende anche dal grafico che segue, che descrive le attività silvo-pastorali ammissibili per ciascuna classe di capacità d'uso:

Attività silvo-pastorali ammesse per ciascuna classe di capacità d'uso



La tabella che segue indica la correlazione fra unità di suolo e valutazione di capacità d'uso dei suoli.

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	CLASSE DI LAND CAPABILITY	CLASSE CARTOGRAFICA
I1	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALFS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione	Colture erbacee e, nelle aree più drenate colture arboree anche irrigue	III-IV	III
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	TYPIC XEROFLUENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue, con limiti per la pietrosità	V-IV-II	V
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni	TYPIC XEROFLUENTS	A tratti: drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue	II-I	II

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	CLASSE DI LAND CAPABILITY	CLASSE CARTOGRAFICA
	elevate e medie					

4.3 LA CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO SECONDO LE CLASSI DELLA SUSCETTIVITÀ D'USO

La procedura di valutazione dell'attitudine del territorio ad una utilizzazione specifica, secondo il metodo della *Land Suitability Evaluation* è stato messo a punto dalla F.A.O., a partire dagli anni Settanta, con l'obiettivo di stabilire una struttura per la procedura di valutazione. Essa si basa sui seguenti principi:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione richiede una comparazione tra gli investimenti (inputs) necessari per i vari tipi d'uso del territorio ed i prodotti ottenibili (outputs);
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione deve tener conto delle condizioni fisiche, economiche e sociali;
- la valutazione richiede un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto il concetto di "uso sostenibile", cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo o permanente delle qualità del territorio.

La struttura della classificazione è articolata in ordini, classi, sottoclassi ed unità. Nel presente lavoro si è ritenuto opportuno fermarsi alla gerarchia della classe.

Ordini:

ORDINE	SUSCETTIVITA'	DESCRIZIONE
S	adatto (<i>suitable</i>)	Comprende i territori per i quali l'uso considerato produce dei benefici che giustificano gli investimenti necessari, senza inaccettabili rischi per la conservazione delle risorse naturali
N	non adatto (<i>not suitable</i>)	Comprende i territori con qualità che precludono il tipo d'uso ipotizzato. La preclusione può essere causata da una impraticabilità tecnica dell'uso proposto o, più spesso, da fattori economici sfavorevoli

Classi:

Riflettono il grado di attitudine di un territorio ad un uso specifico.

CLASSE	SUSCETTIVITA'	DESCRIZIONE
S1	molto adatto (<i>highly suitable</i>)	Territori senza significative limitazioni per l'applicazione dell'uso proposto o con limitazioni di poca importanza che non riducano significativamente la produttività e i benefici, o non aumentino i costi previsti. I benefici acquisiti con un determinato uso devono giustificare gli investimenti, senza rischi per le risorse
S2	moderatamente adatto (<i>moderately suitable</i>)	Territori con limitazioni moderatamente severe per l'applicazione dell'uso proposto e tali, comunque, da ridurre la produttività e i benefici, e da incrementare i costi entro limiti accettabili. I territori avranno rese inferiori rispetto a quelle dei territori della classe precedente
S3	limitatamente adatto (<i>marginally suitable</i>)	Territori con severe limitazioni per l'uso intensivo prescelto. La produttività e i benefici saranno così ridotti e gli investimenti richiesti incrementati a tal punto che questi costi saranno solo parzialmente giustificati
N1	normalmente non adatto (<i>currently not suitable</i>)	Territori con limitazioni superabili nel tempo, ma che non possono essere corrette con le conoscenze attuali e con costi accettabili
N2	permanentemente non adatto (<i>permanently not suitable</i>)	Territori con limitazioni così severe da precludere qualsiasi possibilità d'uso

Tale metodologia, come è noto, stata messa a punto per la valutazione del territorio a fini agro-silvo-pastorali, ma non mancano esempi di applicazione ad altri campi delle attività antropiche differenti da quelle agricole, ad esempio l'edificabilità.

L'elaborazione della procedura ha seguito le seguenti fasi:

Definizione di alcuni usi specifici del territorio:

- uso pascolativo zootecnico
- uso viticolo
- uso olivicolo
- uso orticolo

Tali usi sono stati scelti onde poter effettuare:

- Definizione dei caratteri e delle qualità del territorio (misurabili o stimabili) in grado di influenzare gli usi proposti (es. profondità del suolo, drenaggio, profondità della falda, etc.)
- Definizione dei requisiti d'uso per i differenti usi proposti.

A tal fine sono state redatti gli schemi di classificazione per l'attitudine dei suoli per i diversi usi che riportano le caratteristiche ambientali che possono influenzare quel tipo di uso ed i gradi crescenti di limitazione definiti dalle 5 classi sopra descritte. Le caratteristiche ovviamente variano in funzione dell'uso esaminato. Sono state quindi realizzate le tabelle delle classificazioni attitudinali del territorio in funzione di un uso specifico. Per ciascuna unità cartografica (o meglio, per alcune delle principali unità cartografiche interessate agli usi) è stato valutato il grado di idoneità relativo alle caratteristiche ambientali. La caratteristica col grado di idoneità più limitante definisce la classe di attitudine finale assegnata alle unità cartografiche.

Infine è stato elaborato lo schema riepilogativo delle classi finali attribuite a ciascuna unità cartografica. L'analisi di questo schema permette di identificare per ciascuna unità cartografica quali siano gli usi compatibili, definiti dalle classi S1-S2-S3, e quali quelli da evitare, definiti dalle classi N1-N2.

Inoltre poiché le singole unità cartografiche presentano, talvolta, dei caratteri (pendenza, pietrosità, ecc.) non perfettamente omogenei in ogni loro parte, la classe di attitudine finale non è singola, ma composta. Tale inconveniente può essere superato attraverso la realizzazione di una cartografia di maggior dettaglio, che permetta di scomporre unità in modo da ottenere una classe di attitudine maggiormente definita.

Per quanto concerne *l'uso pascolativo* le caratteristiche ambientali considerate e gli schemi di valutazione adottati sono quelle già utilizzate in diversi studi in Sardegna [Aru, Baldaccini, Loi, 1980].

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli al pascolo sulle alluvioni:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA	A-FS-FA	A-FSg-SF-SC	-	S-SC
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Rocciosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; FS=franco-sabbiosa; FSg=franco-sabbiosa grossolana; grossolana SF=sabbioso-franca; SC=sabbioso-ciottolosa; S=sabbiosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla viticoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-FL	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>90	60-90	35-60	<35	-
Drenaggio	normale	normale-rapido	molto lento- rapido	-	-
Salinità Ce_e 10 ³	<2	2-4	4-6	>6	-
Calcare attivo %	<10	>10	-	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Roccosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli all'olivicoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-A	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Roccosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli all'orticoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-A	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Roccosità %	assente	0-5	5-10	>10	-
Pietrosità %	0-5	5-10 (rimovibile)	10-20 (rimovibile)	20-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

(**) COLE: capacità del suolo a contrarsi e/o rigonfiarsi

La legenda adottata nelle carte prevede l'uso di colori differenziati per mappare le diverse classi, secondo il seguente schema grafico:

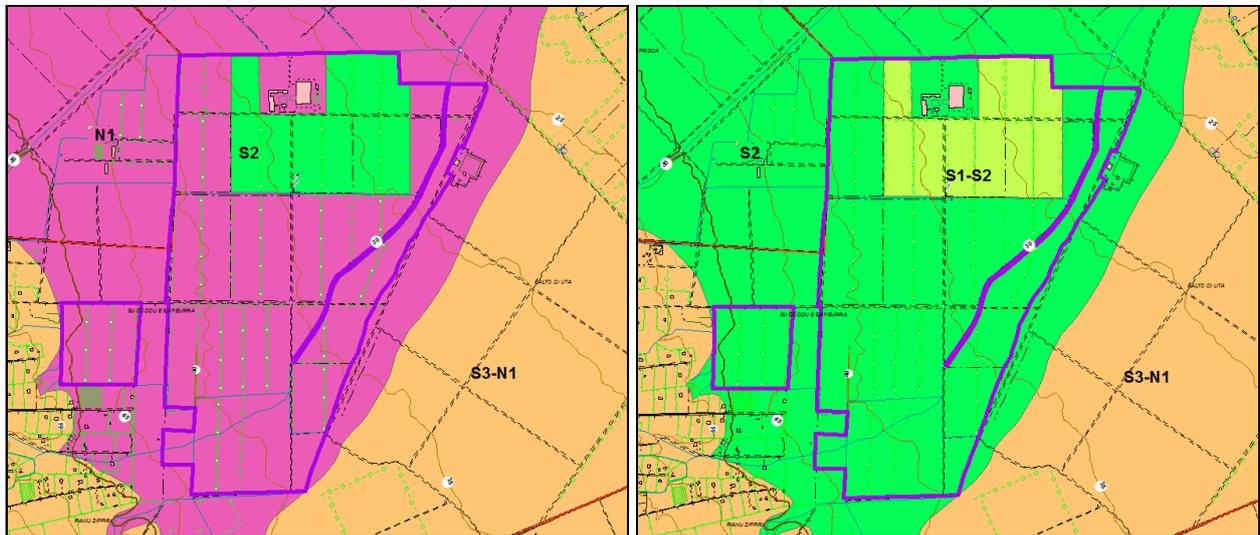
	S1 - Suscettività molto elevata
	S1-S2 - Suscettività da molto elevata ad elevata
	S2 - Suscettività elevata
	S2-S3 Suscettività da elevata a limitata
	S3 - Suscettività limitata
	S3-N1 - Suscettività scarsa
	N1 - Suscettività molto scarsa

Di seguito si riportano le classificazioni cartografiche dell'area in esame secondo il metodo della land suitability classification e rispetto ai quattro usi target orticolo, olivicolo, pascolativo e viticolo (si omette la tabella di verifica (matching table)).

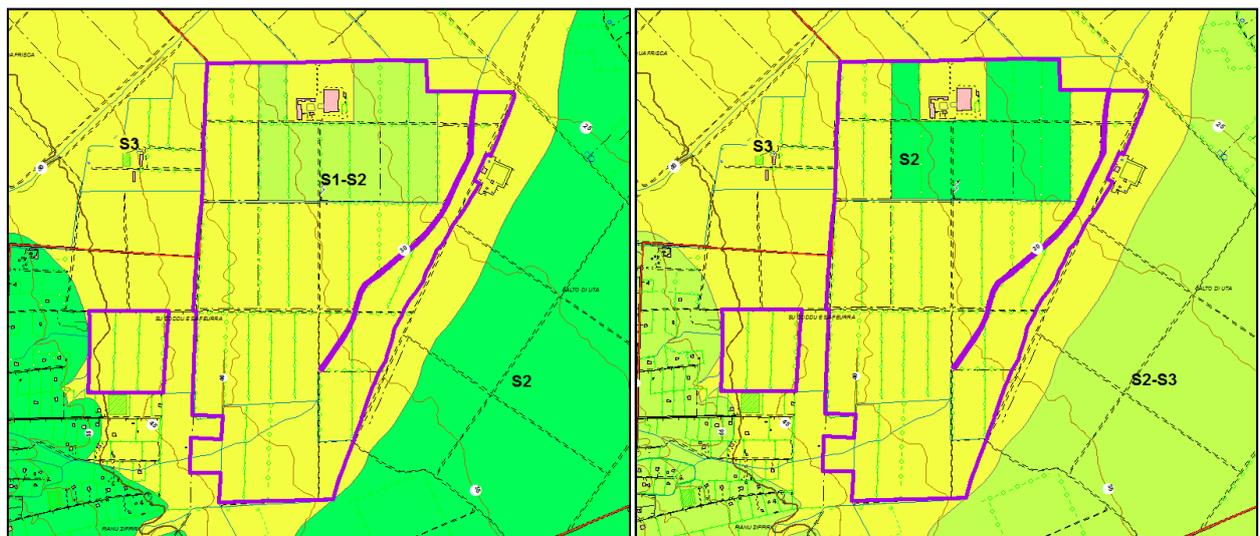
SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	SUSCETTIVITA'			
					OLIVICOLTURA	PASCOLO	ORTICOLTURA	VITICOLTURA
11	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALFS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di	Culture erbacee e, nelle aree più drenate culture arboree anche irrigue	S3-N1	S2	S3-N1	S2-S3

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	SUSCETTIVITA'			
					OLIVICOLTURA	PASCOLO	ORTICOLTURA	VITICOLTURA
			erosione					
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Limitata scelta di colture erbacee ed arboree anche irrigue, per gli evidenti limiti legati alla pietrosità presente	S3	S3	N1	S3
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni elevate e medie	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue	S1-S2	S1-S2	S2	S2

Mappe della land suitability



Da sinistra a destra: carta della suscettività dei suoli all'uso orticolo, carta della suscettività dei suoli all'uso olivicolo. Fuori scala.



Da sinistra a destra: carta della suscettività dei suoli all'uso pascolativo, carta della suscettività dei suoli all'uso viticolo - estratto fuori scala Fonte: ns. elaborazione.

4.4 COMMENTO SUI RISULTATI DELLA CAPABILITY E DELLA SUITABILITY

L'analisi di land capability evidenzia le caratteristiche di base dei suoli, classificando le aree indagate - e segnatamente le alluvioni recenti oloceniche che sono i substrati che si ritrovano in azienda - sulla base della classe pedologica e in funzione dell'arabilità dei suoli e della presenza di limitazioni all'uso agrario.

In particolare i valori di land capability per le alluvioni recenti risultano pari a una classe compresa fra la IV e la V (e limitatamente la II) per quanto riguarda i suoli non oggetto di miglioramento (unità di suolo L1), mentre i suoli che sono stati oggetto di uno spietramento (unità di suolo Lp) scalano rapidamente la classifica portandosi in classe II. In tale unità di suolo permangono alcuni limiti legati alla scarsa dotazione di sostanza organica e alla presenza di strati argillosi poco permeabili, che però non pongono alcun ostacolo ad una coltivazione.

Le limitazioni all'uso agricolo nell'unità L1 invece sono significative, tanto da portare una classificazione a cavallo fra arabilità e non arabilità.

Le unità L1, esterne all'azienda, sono invece classificate nella classe III-IV di capacità d'uso, per le limitazioni sopra descritte.

Le tre unità di suolo, sottoposte poi all'analisi di land suitability, hanno mostrato risultati differenti a seconda delle colture obiettivo della valutazione. In tutti i casi l'intervento antropico migliorativo di spietramento adottato per i suoli dell'unità L1p produce un miglioramento molto marcato delle suscettività in tutti i quattro target di coltura, con un avanzamento nel passaggio dall'unità L1 all'unità L1p rispettivamente da S3 a S1-S2 per il pascolo e per l'olivicoltura, da S3 a S2 per l'olivicoltura e soprattutto da N1 a S2 per l'orticoltura. Pare evidente, perciò, che l'azione di spietramento è in condizione di produrre un enorme miglioramento di tale suolo, rendendolo idoneo all'impianto di tutte le colture anche intensive e irrigue.

Gli eventuali problemi di drenaggio (già descritti) che comunque possono permanere nei suoli indicati (L1p) possono essere controllati attraverso interventi agronomici appropriati, con drenaggi e tecniche di gestione agronomica adeguata a tali substrati, senza sostanziali limitazioni al loro uso.



A sinistra uno dei suoli spietrati, che evidenzia qualche difficoltà di drenaggio. A destra, vista del lotto W.

5. DESERTIFICAZIONE

Per integrare il quadro conoscitivo sull'area in esame si integra un'analisi delle condizioni potenziali di desertificazione dell'area di intervento, con riferimento alla metodologia sviluppata dal progetto dell'Unione Europea MEDALUS, (Mediterranean Desertification And Land Use). La metodologia (Kosmas et al., 1999), nota come ESAs (Environmentally Sensitive Areas), ha lo scopo di individuare le aree sensibili alla desertificazione, alla scala 1:100.000, attraverso l'applicazione di indicatori sia biofisici che socioeconomici che consentono di classificare le aree in critiche, fragili e potenziali. In Sardegna il lavoro è stato pubblicato dal SAR (ora Agris) nel 2008.

Questa metodologia è stata elaborata da Kosmas et al. (1999) per lo studio delle aree vulnerabili alla desertificazione nell'isola di Lesvos (Grecia) e ha trovato applicazione in tre aree test di altrettanti Paesi del Mediterraneo (Italia, Portogallo e Spagna), essendo perciò utilizzata correntemente per valutare il rischio potenziale di desertificazione delle rispettive aree di analisi.

Nel presente lavoro non è stata effettuata una rilevazione ed analisi diretta dei dati per la determinazione degli indici suddetti, ma sono stati utilizzati i temi già elaborati e pubblicati dal SAR. E' evidente che una discesa di scala al livello aziendale riduce in parte l'efficacia dell'analisi, permettendo di ritrarre solo una indicazione di larga massima sulle condizioni potenziali di desertificazione dell'area. Le informazioni così ottenute sono comunque utili per comprendere il contesto di riferimento in cui l'intervento si posiziona, e soprattutto per fornire una indicazione sui potenziali effetti di un abbandono dell'area.

I diversi tipi di ESAs alla desertificazione possono essere analizzati in relazione a vari parametri, relativi a quattro categorie di indici:

1. Indice di Qualità del Suolo (SQI, Soil Quality Index)

Prende in considerazione le caratteristiche del terreno, come il substrato geologico, la tessitura, la pietrosità, lo strato di suolo utile per lo sviluppo delle piante, il drenaggio e la pendenza.

2. Indice di Qualità del Clima (CQI, Climate Quality Index)

Considera il cumulo medio climatico di precipitazione, l'aridità e l'esposizione dei versanti.

3. Indice di Qualità della Vegetazione (VQI, Vegetation Quality Index)

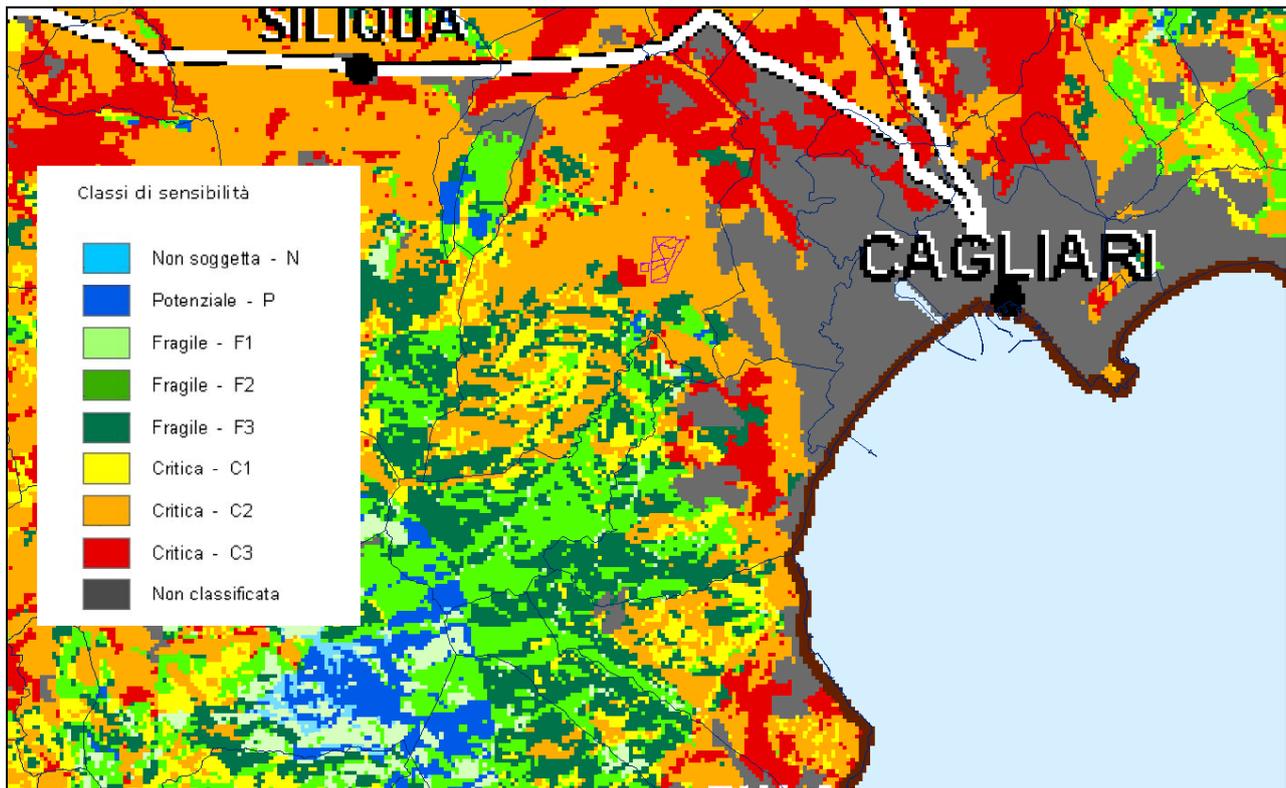
Gli indicatori presi in considerazione sono il rischio d'incendio, la protezione dall'erosione, la resistenza alla siccità e la copertura del terreno da parte della vegetazione.

4. Indice di Qualità di Gestione del Territorio (MQI, Management Quality Index)

Si prendono in considerazione l'intensità d'uso del suolo e le politiche di protezione dell'ambiente adottate. Per l'individuazione degli indici ESAs è necessario il calcolo dei singoli indicatori che costituiscono ciascuna categoria. A ciascun indicatore si associa un valore indice. La media geometrica dei valori indice per ciascuna categoria fornisce i valori di SQI, CQI, VQI e MQI.

L'indice finale di sensibilità alla desertificazione **ESAI** (Environmentally Sensitive Area Index) si ottiene calcolando la media geometrica dei diversi indicatori, attraverso la seguente relazione:

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4}$$



Carta della sensibilità potenziale alla desertificazione - estratto fuori scala, con indicata la perimetrazione dell'area di intervento.

La metodologia sopraindicata classifica le aree in **classi di sensibilità alla desertificazione**:

Aree (ESAs) potenziali: aree minacciate dalla desertificazione.

Sono quelle aree soggette ad un significativo cambiamento climatico; se una particolare utilizzazione del suolo è praticata con criteri gestionali non corretti si potranno creare seri problemi, per esempio lo scorrimento dei pesticidi lungo le pendici e deposito a valle dei principi attivi nocivi alla vegetazione. Si tratta per lo più di aree marginali abbandonate non gestite in modo appropriato. Questo tipo è meno severo del successivo, ma, ciò nonostante, è necessario attuare una pianificazione territoriale corretta.

Aree (ESAs) fragili: aree dove qualsiasi cambiamento del delicato equilibrio dei fattori naturali o delle attività umane molto probabilmente porterà alla desertificazione.

Per esempio, l'impatto del previsto cambiamento climatico causato dall'effetto serra probabilmente determinerà una riduzione del potenziale biologico causata dalla siccità, provocando la perdita della copertura vegetale in molte aree, che saranno soggette ad una maggiore erosione, e diventeranno aree critiche.

Aree (ESAs) critiche: aree già altamente degradate a causa del cattivo uso del terreno, che presenta una minaccia all'ambiente delle aree circostanti.

Per esempio, aree molto erose soggette ad un alto deflusso e perdita di sedimenti.

La metodologia prevede poi una ulteriore suddivisione della classificazione all'interno di ciascuna classe in sottoclassi (di grado 1 = meno critico, 2 = intermedio, 3 = più critico), permettendo così una valutazione più dettagliata della sensibilità di ciascuna area territoriale.

La carta indica una elevata sensibilità del territorio alla desertificazione, classificando l'area interessata come critica di livello C2, in prossimità di un'area critica di livello C3.

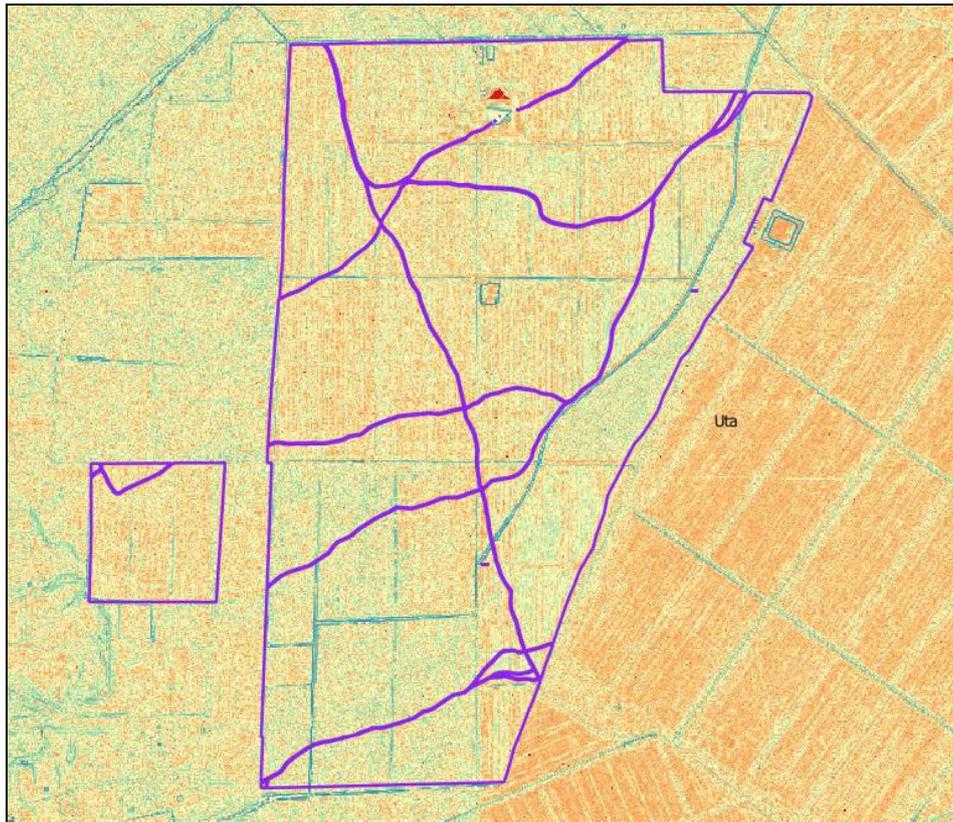
Tale evidenza rende necessaria l'adozione di strategie gestione e di compensazione per evitare l'abbandono delle aree a maggiore potenzialità di desertificazione, come l'area in esame. Considerato che il rischio di abbandono delle superfici agricole è rilevante, anche per gli elevati investimenti necessari per una valorizzazione produttiva dell'area, pare evidente che **la possibilità di attuare interventi di valorizzazione agricola, anche in collegamento con l'utilizzo di parte delle aree per la produzione di energie alternative, può costituire una utile strategia di contrasto alla desertificazione.**

6. ANALISI MORFOLOGICA

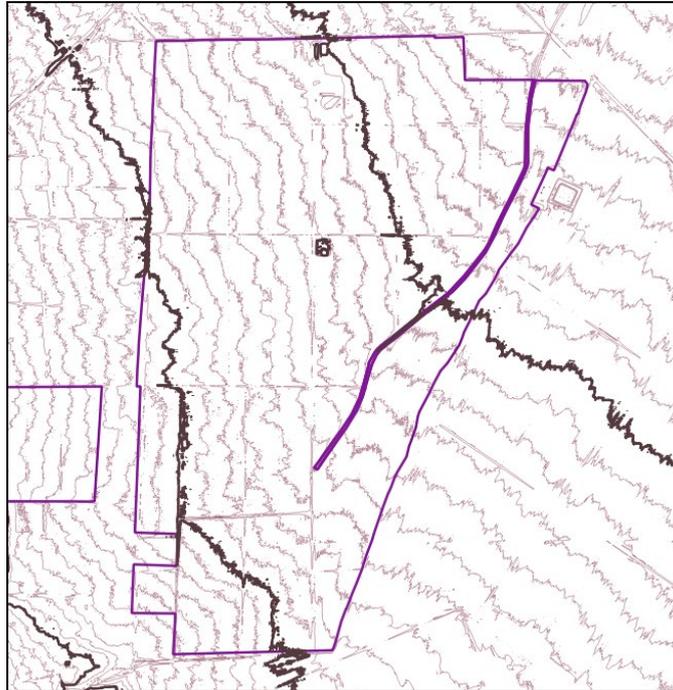
Ai fini di una valutazione più specifica delle potenzialità d'uso delle aree in esame, è stata effettuata un'analisi morfologica, finalizzata a meglio determinare la morfologia dell'area di interesse in funzione della valutazione delle sue potenzialità agrarie.

Basandosi sul DTM a 1 m esteso alla fascia costiera e alle aree critiche, fornito dalla Regione Sardegna sul goeportale regionale, si è proceduto a predisporre:

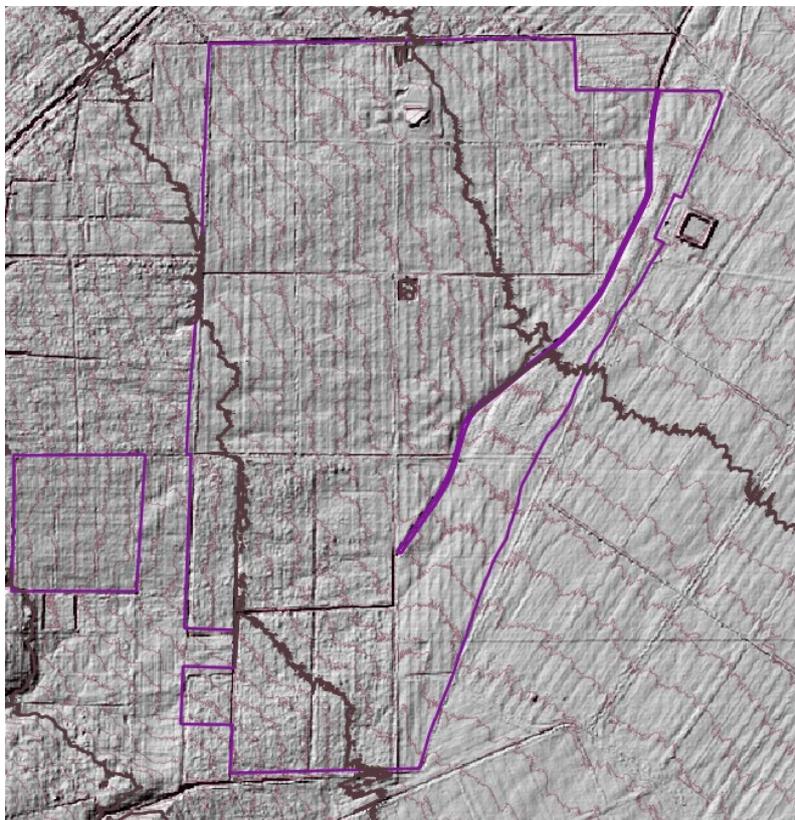
- a) una immagine a falsi colori con la morfologia dell'area di cui si riporta di seguito un estratto



b) le curve di livello a 1 m (estratte per estrapolazione dal raster DEM); di seguito si riporta una vista delle curve a 10 m e a 1 m.



c) la rappresentazione hillshade del DEM, che evidenzia soprattutto la micromorfologia della superficie.



Dall'analisi delle immagini si rileva che il sito è pianeggiante. Le quote dell'area aziendale vanno dai circa 23 m slm nell'area NE ai circa 45 m slm dell'area SW per l'appezzamento principale, mentre il corpo posto a

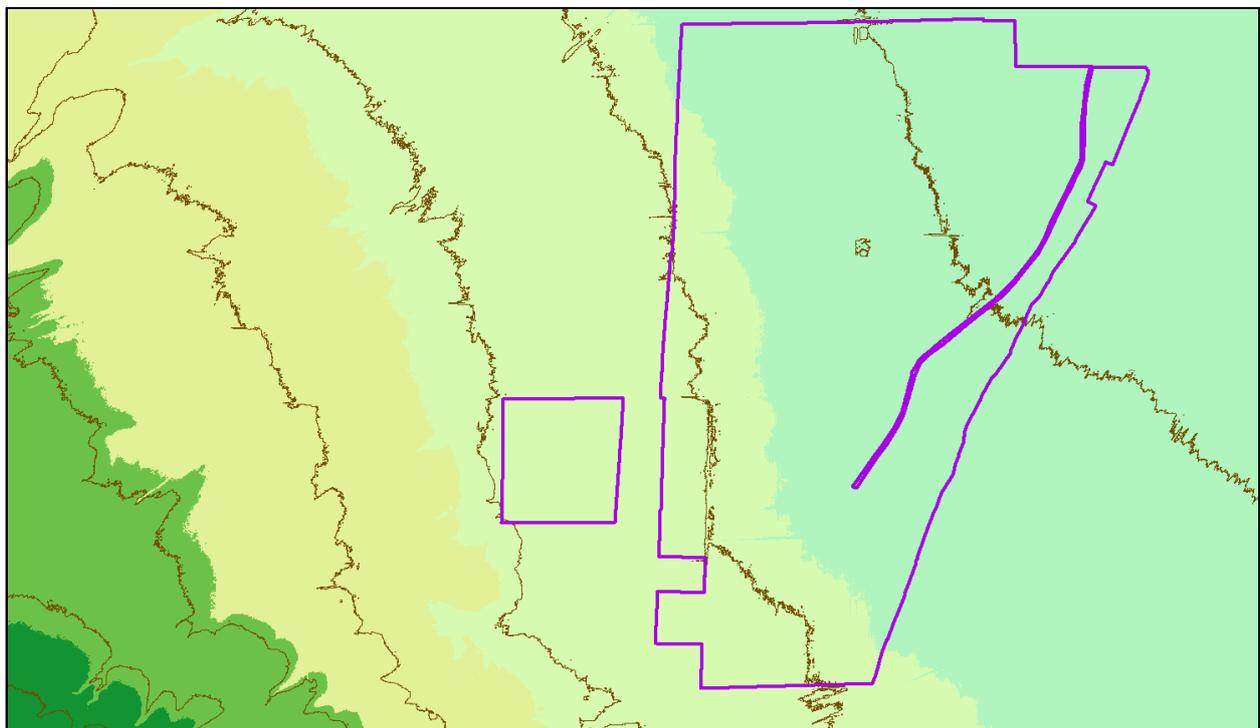
SW ha quote comprese fra 42.5 e 50 m slm circa, con pendenze indicativamente dell'13 per mille nel corpo principale e del 20 per mille in quello secondario. A causa dell'ampiezza dei campi il dislivello, che risulta nell'ordine non si percepisce quasi a occhio nudo.

In ragione della sostanziale planarità del sito, e a causa della sua particolare micromorfologia, evidenziata nella rappresentazione hillshade della superficie, si è ritenuto inutile produrre una carta delle esposizioni, che avrebbe mostrato solo le microesposizioni dovute ai solchi di lavorazione del suolo.

La planarità del sito è utile sia per l'attività agricola che per l'eventuale installazione del fotovoltaico, mentre la presenza di una leggera pendenza (dell'ordine, come detto, dell'1.3% e del 2% rispettivamente per i due corpi) è estremamente utile perché sufficiente a garantire l'allontanamento delle acque e a permettere alle scoline di campo di garantire lo smaltimento delle acque meteoriche in eccesso.

Complessivamente, perciò, dal punto di vista morfologico, il sito risulta idoneo per gli obiettivi colturali e per le previste installazioni di impianti per la produzione di energia rinnovabile.

Rappresentazione a falsi colori del modello digitale del terreno (DTM)





Immagini che mostrano la morfologia dell'area aziendale.

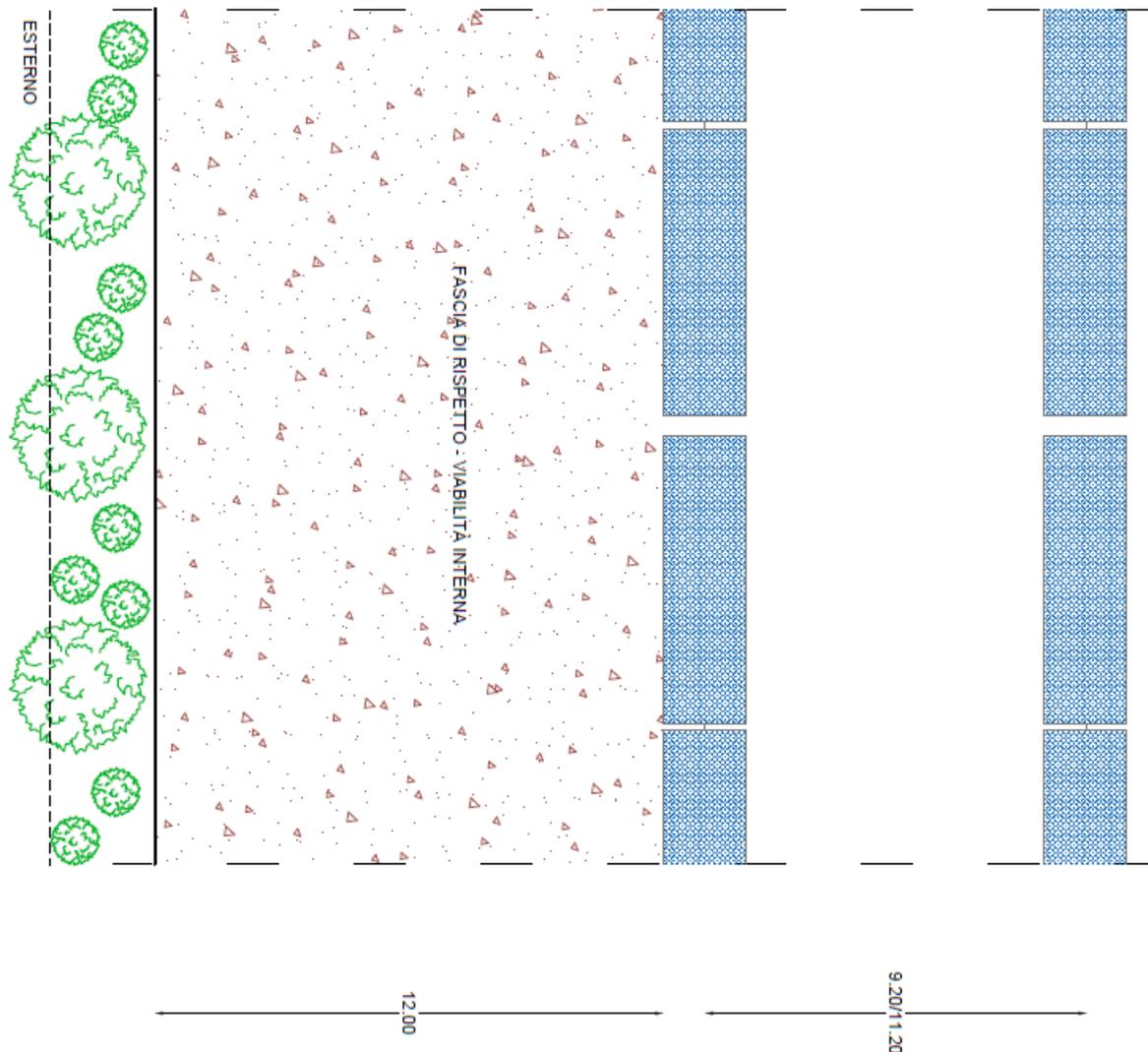
7. OPERE DI MITIGAZIONE NELLA FASCIA PERIMETRALE

Nella fascia perimetrale sono previsti:

- ✓ realizzazione di una fascia arborea e arbustiva costituita con le specie esistenti e di nuovo impianto, con il mantenimento delle siepi e alberature esistenti o di nuovo impianto lungo la viabilità, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso;
- ✓ previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati²;
- ✓ attuazione di un programma di manutenzione periodica del manto erboso sottostante i pannelli per consentirne l'attività biologica ed allo stesso tempo impedire eventuali incendi. La manutenzione del manto erboso verrà fatta in sinergia con l'attività di pascolo e di raccolta del foraggio.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sia durante la fase di esercizio sia durante quella di dismissione a fine vita dell'impianto, considerato che la fascia perimetrale svolgerà comunque una funzione di mitigazione e compensazione ambientale.

Viene di seguito rappresentato il layout tipo relativo alla fascia perimetrale.



² Considerato che nel fondo è presente una quantità rilevante di pietrame da prelevare, tale pietrame può essere utilizzato, previa frantumazione, per la realizzazione o il ricarico della viabilità interna.



Dettaglio pianta e sezione tipo della fascia arborea di mitigazione e della fascia di rispetto dal confine/recinzione.

Per la messa a dimora delle essenze arboree e arbustive che andranno a costituire la fascia verde lungo i bordi delle aree interessate dall'intervento, sarà necessario eseguire alcune lavorazioni preliminari per la preparazione del terreno, al fine di favorire al meglio la crescita e lo sviluppo delle varie piante.

Si procederà innanzitutto con una scarificazione leggera/erpatura al fine di rompere la crosta superficiale e eliminare le infestanti in corrispondenza dei punti in cui verranno realizzati i filari della sistemazione a verde. Dopo questa lavorazione si scaveranno delle buche di adeguate dimensioni per contenere l'apparato radicale delle piante da mettere a dimora.

Al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti al trapianto e con essi gli input richiesti nella manutenzione, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunno-invernale in quanto le piantagioni primaverili pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto.

Le piante da utilizzare saranno allevate in fitocella dell'età di 1/2 anni oppure in mastelli/vasetti. La scelta di piante di giovane età e di dimensione ridotta consente una risposta più rapida nel ristabilire un più equilibrato rapporto tra chioma e radici ed una ripresa della crescita più rapida e vigorosa riducendo la perdita di radici e riducendo quindi la crisi da trapianto consentendo una maggiore possibilità di attecchimento.

Le piantine saranno messe a dimora in buche delle dimensioni di cm 40x40x40 per il lentisco, il mirto, e di cm 100x100x100 per il mandorlo.

La messa a dimora delle piante saranno eseguite le seguenti azioni:

- mettere a dimora il prima possibile le piante dopo lo scarico, avendo precedentemente già predisposto la buca di impianto;
- non danneggiare e rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;
- scartare il materiale con radici fascianti e strozzanti;
- predisporre il tutoraggio della pianta con l'accortezza di fissare i tutori al di fuori del perimetro circolare che delimita l'ingombro del pane radicale;
- formare attorno alla pianta una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla;
- effettuare una irrigazione post trapianto per eliminare le sacche di aria tra le radici, finalizzata ad inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.
- Disporre intorno alla piantina una pacciamatura organica, costituita da trinciato di legna e residui vegetali, che avrà il compito di proteggere il suolo dallo sviluppo di infestanti

Le piantine saranno dotate di un tutore, in legno o metallo, che servirà a mantenere il fusto in posizione verticale nei primi periodi della crescita e al contempo a fornire una protezione contro l'azione del vento.

Nel periodo immediatamente successivo e nei primi anni di vita dell'impianto, verranno effettuate delle irrigazioni di soccorso, mediante l'impiego di autobotti che garantiranno, qualora le condizioni climatiche lo

rendano necessario, l'apporto idrico indispensabile per favorire l'attecchimento e la riduzione dello stress da trapianto.

Le fasi successive all'impianto (soprattutto durante la primavera-estate e nel caso di stagioni particolarmente siccitose: orientativamente dal mese di aprile fino al mese di novembre) sono infatti particolarmente delicate e se non viene garantito il giusto grado di umidità del terreno, si hanno stress idrici con conseguente rischio di moria delle piantine.

Gli interventi di irrigazione di soccorso verranno programmati in funzione di quello che sarà il decorso stagionale e verranno valutati sull'effettiva esigenza da parte delle colture.

La manutenzione delle sistemazioni a verde non si limiterà alla sola irrigazione periodica nel corso dell'anno e durante i periodi siccitosi, ma comprenderà anche una pulizia delle piantine da eventuali infestanti che si dovessero manifestare, o in alternativa l'apporto sul suolo prossimo alla piantina di una pacciamatura organica integrativa.

Inoltre, nei periodi di massimo sviluppo vegetativo e di necessità da parte delle piante, si provvederà, una tantum alla fertilizzazione del terreno interessato dalla sistemazione a verde, prediligendo l'impiego di concimi di tipo organico, vista l'impostazione dell'azienda che sarà biologica. A titolo puramente esemplificativo, uno dei prodotti che verrà utilizzato all'uopo potrà essere il compost. Trattasi di un prodotto proveniente dal trattamento biologico del rifiuto organico che ha la prerogativa principale di essere un fertilizzante organico rinnovabile e caratterizzato da un buon contenuto medio di carbonio organico (25-27% s.s.). Il suo utilizzo può quindi dare un sensibile contributo per ripristinare il contenuto di sostanza organica nei suoli depauperati o semplicemente attenuare i fenomeni di perdita di carbonio organico.

Il reintegro della sostanza organica è solo uno dei benefici ambientali legati all'utilizzo del compost. L'impiego di questo fertilizzante organico contribuisce infatti anche ad apportare al suolo i principali elementi fertilizzanti, quali azoto, fosforo e potassio (NPK).

Il compost è un prodotto, tra l'altro, che trova una forte applicazione nell'agricoltura biologica ai sensi del Regolamento CE 889/2008, a patto che non contengano fanghi (cfr. all.13 d.lgs.75/2010).

Riassumendo, nei 5 anni successivi all'impianto verranno effettuate le seguenti cure colturali necessarie per favorire lo sviluppo delle piante:

- ✓ lavori di pulizia dell'area di insidenza delle piante da attuarsi a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici;
- ✓ potatura di formazione per favorire lo sviluppo in altezza delle piante, eliminando i doppi fusti e i rami laterali troppo sviluppati;
- ✓ rimpiazzo delle fallanze che si verificheranno nei primi anni di impianto;
- ✓ monitoraggio costante dello stato di salute delle piante ed eventuali trattamenti fitosanitari;
- ✓ eventuale reintegro della pacciamatura vegetale posta in prossimità della pianta

La manutenzione delle piante consisterà inoltre in cicli di potatura per eliminare le appendici necrotizzate e per ringiovanire, di conseguenza, la chioma. Tutte le operazioni, in particolare quelle più delicate come gli interventi di potatura, dovranno necessariamente essere svolte da personale qualificato e specializzato.

L'insorgere di eventuali patologie andrà contrastato tempestivamente al fine di evitare danni gravi sia alla pianta interessata, sia alle essenze circostanti a causa di possibili contagi. Durante l'esecuzione degli interventi, qualora si rendessero necessari eventuali trattamenti fitosanitari, al fine di evitare quanto più possibile interferenze negative con l'ambiente e al fine di salvaguardare quanto più possibile la salute degli animali e delle persone, si prevedrà l'impiego di prodotti a basso o nullo impatto, compatibili con l'agricoltura biologica ai sensi del Reg. CE 834/2007 e s.m.i.

Le specie arbustive ed arboree da impiegarsi saranno preferibilmente autoctone o già presenti in zona; la scelta verrà effettuata nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti.

La scelta delle specie vegetali per la realizzazione di nuovi impianti è stata orientata dalle esigenze e dalle preesistenze dettate dall'ambiente di destinazione nonché dai benefici conseguenti in termini di resistenza ad agenti inquinanti, a fitopatie ed alla capacità di insediamento. Sulla scorta dei dati fitoclimatici della zona e dell'analisi paesaggistica dell'intorno, si è provveduto ad eseguire uno screening delle specie vegetali impiegabili nella sistemazione a verde in oggetto.

Si prevede di realizzare una fascia di mitigazione costituita sia da specie arboree che arbustive; in particolare:

- ❑ in merito alle specie arboree, si prevede l'impiego di piante di mandorlo (*Prunus dulcis*) poste ad una distanza di 3,0 metri l'una dall'altra lungo il filare;
- ❑ in merito alle specie arbustive, in maniera disomogenea e casuale tra un mandorlo e l'altro si prevede l'impiego di piante di lentisco (*Pistacia lentiscus*), di mirto (*Myrtus communis*)

Di seguito vengono descritte le caratteristiche delle specie da impiegarsi con delle schede descrittive.

Il mirto appartiene alla famiglia delle Myrtaceae. È una pianta legnosa con portamento cespuglioso. Si tratta di un arbusto sempreverde dal profumo aromatico e resinoso, eretto, con chioma densa, fusto lignificato e ramificato sin dalla base, rami opposti, ramuli angolosi. La corteccia a frattura longitudinale, liscia di colore grigio, eccetto che sui rami più giovani dove è rossastra, si sfalda in placche o strisce fibrose negli esemplari adulti. Altezza sino a 5 m. Le foglie sono coriacee, semplici, opposte, o in verticilli, sessili, hanno lamina di 2÷5 cm, lanceolata o ellittica, margine intero a volte leggermente revoluta, apice acuto, pagina superiore di color verde scuro, lucida con nervatura mediana infossata, pagina inferiore verde pallido, presenta piccole ghiandole ed è opaca. Se stropicciate, le foglie di questo arbusto, emettono una gradevole fragranza simile al profumo dell'arancio, dovuta alla presenza di mirtenolo. I fiori bianchi dal profumo molto intenso, sono solitari o appaiati all'ascella delle foglie, sono portati da lunghi peduncoli, calice a 5 sepali liberi e acuti; corolla a 5 petali obovati, peloso-ghiandolosi al margine; stami molto numerosi, più lunghi dei petali, con antere gialle; stilo uno, semplice, confuso fra gli stami e un piccolo stimma. I frutti, che giungono a maturazione fra ottobre e novembre e persistono sulla pianta sino a gennaio, sono bacche di 7÷10 x 6÷8 mm, subglobose o ellissoidi, glabre, blu-nerastre, pruinose, coronate dai rudimenti del calice persistente; i semi di 2,5÷3 x 2 mm, sono reniformi, di colore da bruno a biancastro. La fioritura avviene fra giugno-luglio, anche se è frequente che si verifichi una rifioritura a fine estate e in autunno.



Mirto (*Myrtus communis* L.)

Il Mirto è uno dei principali componenti della macchia mediterranea bassa, frequente sui litorali, dune fisse, garighe e macchie, dove vive in consociazione con altri elementi caratteristici della macchia, quali il Lentisco, Rosmarino ed i Cisti. Forma densi cespugli resistenti al vento nelle aree a clima mite. Si adatta

molto bene a qualsiasi tipo di terreno anche se predilige un substrato sabbioso, tollera bene la siccità. Vegeta dal livello del mare sino a 500 m s.l.m.

Lentisco (*Pistacialentiscus* L.) Mentre tra gli arbusti spicca il Corbezzolo (*Arbutus unedo* L.), ma non bisogna sottovalutare altre specie quali Erica (*Erica arborea* ed *E. multiflora*), Rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.), Mirto (*Myrtus communis*) e Cisto (*Cistus* spp.). Nell'ambito dei piccoli arbusti e suffrutici, figurano poi altre specie importanti come il Timo (*Thymus erba-barona* e *T. capitatus*), il Maro o Gattaria (*Teucrium*

Il lentisco è una pianta legnosa con portamento arboreo appartenente alla famiglia delle Anacardiaceae. Si tratta di una pianta sempreverde a portamento arbustivo alto 1-3 m, raramente arboreo alto 6-8 m, con accentuato odore di resina; chioma generalmente densa per la fitta ramificazione, di forma globosa, con rami a portamento tendenzialmente orizzontale; corteccia squamosa di colore cenerino nei giovani rami e bruno-rossastro nel tronco; legno di colore roseo.

Le foglie sono alterne, paripennate, glabre, di colore verde cupo, con 6-10 segmenti ottusi ellittico-lanceolati a margine intero e apice ottuso, lunghi fino a 30 mm, coriacee, glabre, con piccolo mucrone apicale e rachide leggermente alato. I fiori sono unisessuali, attinomorfi, pentameri, tetraciclici, in pannocchie cilindriche brevi e dense disposte all'ascella delle foglie dei rametti dell'anno precedente; fiori maschili con 4-5 stami ed un pistillo rudimentale, vistosi per la presenza di stami di colore rosso vivo; fiori femminili verdi con ovario supero; petali assenti.

Il frutto è costituito da drupe globose o lenticolari, di diametro 4-5 mm, carnose, rossastre, tendente al nero a maturità, contenenti 1 seme. La fioritura avviene da marzo a maggio.

Per quanto riguarda l'habitat, è una pianta eliofila, termofila e xerofila che vegeta dal livello del mare fino a 600 metri. Tipico componente della macchia mediterranea sempreverde spesso in associazione con l'olivastro, la fillirea e il mirto; molto adattabile per il terreno, predilige però suoli silicei. Non è specie colonizzatrice ma può assumere aspetto dominante nelle fasi di degradazione della macchia, in particolare dopo ripetuti incendi.



Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.)

L'albero di mandorle è coltivato da nord a sud nel nostro Paese, anche se predilige il clima mediterraneo. Il problema della zona di coltivazione si può riscontrare con le varietà a fioritura precoce. Queste, infatti, soffrono il gelo e il forte vento freddo, fattori che danneggiano inevitabilmente la fioritura. L'ideale, per la coltivazione del mandorlo, sono le zone di collina, dove c'è una buona areazione e meno gelate.

In generale, è una specie che sopporta bene la siccità e il caldo eccessivo, ma teme l'eccesso di umidità. Nelle zone più fredde conviene piantare l'albero in una posizione soleggiata e riparata dai venti. Il terreno ideale per la coltivazione del mandorlo è quello soffice, dotato di una discreta fertilità e un po' calcareo. Tuttavia, come abbiamo visto, è un albero rustico, che si adatta anche in terreni aridi e poveri. Ciò che rifugge sono i terreni compatti, argillosi e umidi. Come accennato, sopporta bene la siccità, non ha bisogno d'irrigazione e si accontenta delle precipitazioni naturali. Tuttavia, un periodo troppo prolungato di caldo e siccità può provocare disidratazione dei semi, le cosiddette "mandorle monache". In questo caso è bene intervenire con qualche irrigazione di emergenza.

Anche la scelta del portainnesto influisce su questo fattore, il franco da seme di pesco, ad esempio, è meno adatto alle coltivazioni in assenza d'irrigazione. La messa a dimora di una giovane pianta di mandorlo si esegue in autunno o sul finire dell'inverno. La forma di allevamento più diffusa nel frutteto familiare è quella a vaso, con un'impalcatura media. La coltivazione del mandorlo non richiede un eccessivo impiego di concimazione organica. Una buona concimazione di fondo con letame maturo va effettuata all'impianto e ogni 2 anni. L'operazione di concimazione si effettua a fine inverno, prima della piena ripresa vegetativa.

Nel caso dell'impianto di mandorleto sulla fascia perimetrale, si effettuerà su di essa un'operazione di scasso a media profondità (60-70 cm) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con stallatico pellettato in quantità comprese tra i 30 e i 40 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare. Questo potrà garantire un notevole apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo.



Mandorlo (*Prunus dulcis*)

Sulla fascia perimetrale, in alternativa, potrà essere impiantata una coltura arborea intensiva, come l'oliveto superintensivo o il mandorleto intensivo, con densità di 1200 piante/ha e sistema di raccolta interamente meccanizzata.

Sul modello spagnolo, infatti, anche in Italia hanno cominciato ad affermarsi gli **impianti di oliveto superintensivi**, facendo ulteriori passi in avanti rispetto alla coltivazione intensiva dell'olivo in termini di

resa, risparmio dei costi ed efficienza, basati sull'uso delle varietà Arbequina, Arbosana, Koroneiki. Le caratteristiche di un **oliveto ad alta densità** sono:

- Alta densità di impianto, tra 1000 e 1600 piante di olivo per ettaro.
- Ridotte dimensioni delle chiome e sistemazione a filari paralleli, con parete fruttificante continua (piantine a distanza di 80 cm / 1 m sulla fila).
- Impiego di macchine potatrici e raccogliatrici che agiscono non sul singolo albero ma sulla parete produttiva.
- Precocissima entrata in produzione e altissima resa.

L'**olivicoltura superintensiva** si configura come un metodo vantaggioso dal punto di vista economico ma che non compromette l'eccellente qualità del prodotto finale, anzi è stato ampiamente dimostrato che l'**olivicoltura ad alta densità** non peggiora la qualità degli oli ma la esalta. Le produzioni attese sono di 50 q/ha nei primi 3 anni e di 100 q/ha negli anni successivi, con un costo di impianto di circa 13000 €/ha e un reddito lordo medio di circa 2000 €/ha anno.

8. DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

8.1 FINALITÀ DEL PROGETTO AGRICOLO

L'iniziativa progettuale prevede l'uso combinato del suolo attraverso la **convivenza della produzione di energia rinnovabile con la produzione agricola associata all'attività di pascolo**. Nell'area di intervento è infatti prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, di potenza nominale pari a 99,792 MWp. L'aspetto legato alle colture prevede invece in prossimità delle aree occupate dai pannelli fotovoltaici la coltivazione di foraggio, funzionale all'attività di pascolo, mentre nelle aree libere dai pannelli prevede la coltura di essenze stagionali comuni in Sardegna.

Scopo dell'intervento è anche la creazione di un modello di azienda agricola in cui le tecniche produttive permettano una coesistenza funzionale e positiva delle colture agrarie con i pannelli fotovoltaici, in particolare attraverso la programmazione di colture che non siano danneggiate dalla perdita di irraggiamento prodotta dalla presenza dei pannelli e dai relativi coni d'ombra, in un modello di integrazione complementare e sostenibile delle due attività.

Proprio per gli obiettivi di sostenibilità ambientale che muovono questa iniziativa si ritiene indispensabile, in linea con i modelli di sostenibilità ambientale alla base dell'iniziativa, che la parte di produzione agricola sia attuata attraverso l'applicazione del metodo biologico, da applicare ai sensi del Reg. CE 834/2007 (Regolamento del Consiglio relativo alla produzione biologica e all'etichettatura dei prodotti biologici).

Inoltre, in una logica di massimizzazione del reddito agricolo, la produzione biologica può consentire – a parità di produzione – il riscontro di prezzi di vendita dei prodotti più elevati, e quindi più interessanti dal punto di vista economico.

Considerato che la presenza dei tracker, delle cabine inverter e delle altre componenti dell'impianto fotovoltaico produrranno comunque un impatto ambientale e visivo sull'area, la gestione biologica dei terreni costituirà anche una azione di riduzione e di compensazione di tale impatto.

A tal fine, anche la scelta delle colture è stata effettuata in modo da favorire la compatibilità con una facile gestione biologica del suolo. Inoltre la gestione biologica, attraverso l'uso di superfici inerbite e cover crops, permetterà una migliore interazione fra le colture presenti e l'impianto.

Infine si può difficilmente immaginare l'applicazione di trattamenti per via aerea, che produrrebbero un deposito di principi attivi sui pannelli fotovoltaici (e relativa percolazione differenziata al suolo), con criticità evidenti per la gestione della inevitabile manutenzione/pulizia dei pannelli stessi.

8.2 AREE INTERESSATE DALLA COLTIVAZIONE

La presenza dei tracker e delle altre infrastrutture dell'impianto fotovoltaico limita l'uso della superficie agricola utilizzabile. Le aree potenzialmente utilizzabili risultano pertanto come segue:

Descrizione	Tipo di coltivazione	Note
Aree posizionate fra le strutture di sostegno dei tracker (interfile)	Colture erbacee a limitato sviluppo in altezza	(pascolo brado / raccolta del fieno)
Superficie sotto le file dei pannelli	Copertura erbacea	Pascolo brado
Area Libera	Colture stagionali (Esempio lavanda e canapa)	Colture irrigue
Fasce perimetrali	Colture arboree	Colture irrigue

La superficie totale dell'azienda è stata suddivisa sulla base della tipologia di trackers e soprattutto della relativa distanza fra le file degli stessi.

Considerato che le aree di interfila differiscono per la distanza che, come già detto, varia fra m 9.2 e m 11.2, si è stimata come percentuale del totale la superficie utilizzabile, utilizzando poi una correzione percentuale

per detrarre la componente legata alle tare (strade, frangivento, capezzagne, cabine di trasformazione, ecc.) e aggiungere alcune aree libere disponibili, che sono evidenti nel layout preliminare dell'impianto. Dal punto di vista del riscontro sulla superficie agricola, il sistema dei tracker costituirà un ingombro semicontinuo sulla proiezione del suolo, ad eccezione dell'interfilare di cui, a seconda della tipologia di pannelli), resteranno liberi circa 4 e circa 6 m di larghezza. Tale superficie, pertanto, risulta quella utilizzabile.

Per utilità rispetto all'organizzazione agricola le superfici sono state suddivise con un criterio differente rispetto all'organizzazione in Lotto A, Lotto B est e lotto B ovest relativa al progetto fotovoltaico, in:

- Zona A – comprende le aree destinate alla coltivazione di foraggio e pascolo
- Zona B – comprende le aree destinate alla coltivazione di colture erbacee stagionali (canapa, lavanda)
- Fascia perimetrale: una zona utile lungo il bordo aziendale che avrà lo scopo anche di favorire la creazione di una barriera vegetale che faccia da filtro verde visivo all'azienda.

Le superfici coltivabili risultano perciò le seguenti:

	tipologia	% utile netta	Superficie (ha)
Zona A1	Interfile tra i pannelli	37,79%	61,95
Zona A2	Interfile sotto i pannelli	32,63%	53,5
Zona B	Area libera	28,18%	46,2
Fascia Perimetrale	Area alberata	1,40%	2,3
TOTALE		100,00%	163,95

Le superfici poste sotto la fila dei trackers saranno comunque inerbite con specie a ciclo autunno-primaverile e gestite senza apporti irrigui e con limitatissime operazioni colturali e destinate esclusivamente a pascolo.

Nei paragrafi seguenti sono descritti i criteri di identificazione e di gestione delle specie utilizzate per l'attività produttiva agricola, che saranno inserite nel piano colturale. Tale piano colturale sarà adottato per i primi anni di esercizio, e sarà necessariamente sottoposto a revisione (con riferimento in special modo alle colture erbacee e arbustive a breve ciclo) dopo i primi anni di gestione, in funzione:

- delle esigenze operative dell'azienda;
- dei risultati economici, dell'andamento della domanda e delle dinamiche di prezzo dei prodotti;
- dei risultati operativi e delle esigenze di gestione delle colture, comprese le eventuali rotazioni colturali prescritte dalle norme di buona tecnica e dal regime di agricoltura biologica.

8.3 CRITERI DI SCELTA DELLE COLTURE

Per la scelta colturale sono state presi in esame alcuni fattori critici da considerare:

- la possibile (seppur limitata, anche in considerazione della tipologia orientale dei trackers) riduzione dell'irraggiamento solare sulle colture;
- le caratteristiche di suscettività dei suoli e le rispettive limitazioni;
- i consumi idrici;
- le opportunità economiche delle diverse soluzioni colturali.

La riduzione dell'irraggiamento potrà favorire una limitazione della produzione fotosintetica delle piante, entro limiti ancora da sperimentare ma comunque con riduzione delle produzioni che in generale non si stima particolarmente significativa. In ogni modo si è considerato di preferire specie sciafile (che si sviluppano meglio in condizioni di ombreggiamento).

Le considerazioni sulle caratteristiche dei suoli riportate nei capitoli di descrizione tassonomica e di analisi di suscettività dei suoli sono invece molto importanti. Il suolo in esame, pur di buone caratteristiche

generali, è caratterizzato da una elevata pietrosità (anche con la presenza di clasti di dimensioni significative) e da un basso tenore di sostanza organica. Le scelte colturali – al netto di eventuali operazioni di bonifica e miglioramento agrario che saranno descritti più avanti, devono tenere conto di questa condizione pedologica.

I consumi idrici possono condizionare significativamente la gestione delle colture, in considerazione delle rilevanti estensioni di superficie in gioco e dei possibili significativi corpi d'acqua necessari per l'irrigazione (e i relativi costi), orientando almeno una parte dell'azienda verso una gestione in asciutto o in aridocoltura. Infine le rese attese e l'andamento dei prezzi dei prodotti agricoli sono altresì importanti nella determinazione delle scelte di opportunità relative alla messa a dimora delle colture.

Le **colture ortive e/o floreali**, ad esempio, sono state considerate poco adatte per la coltivazione tra le interfile dell'impianto fotovoltaico per i seguenti motivi:

- necessitano di molte ore di esposizione diretta alla luce;
- richiedono l'impiego di molta manodopera specializzata;
- hanno un fabbisogno idrico elevato;
- la gestione della difesa fitosanitaria è molto complessa.

Anche i **cereali e leguminose da granella** sono state reputate scelte poco indicate per le seguenti motivazioni:

- la raccolta richiede l'impiego di una mietitrebbiatrice. Tecnicamente gli spazi disponibili tra le interfile consentirebbero il passaggio di una mietitrebbiatrice, ma si avrebbero dei problemi in fase di manovra a fine schiera, in prossimità della recinzione, rischiando di danneggiare accidentalmente i moduli;
- l'enorme quantità di polveri che vengono scaricate insieme alla paglia dalla mietitrebbiatrice durante il suo funzionamento comporterebbe il deposito sui pannelli fotovoltaici durante la trebbiatura, riducendo drasticamente la produttività e richiedendo pertanto un importante intervento di pulizia dei moduli;
- l'elevatissimo rischio di incendi del prodotto in campo in fase di pre-raccolta, quindi secco e facilmente infiammabile: un evento del genere potrebbe causare danni irreparabili all'impianto fotovoltaico;
- lo scarso interesse economico³, considerato che i redditi ritraibili dalla coltivazione sarebbero modestissimi;
- vi è la necessità di alternare la produzione di cereali con quella di leguminose (da foraggio o da granella), che in alcune annate spuntano prezzi molto interessanti (ad es. nell'annata 2016 il prezzo del cece era arrivato anche a 73,00 €/q), ma con produzioni di granella molto incostanti e fortemente dipendenti dall'andamento climatico senza contare che, per le caratteristiche morfologiche della pianta, la maggior parte delle leguminose da granella presentano elevate perdite di prodotto durante la raccolta (fruttificazione troppo vicina al suolo, cadute di prodotto durante la maturazione, ecc.).

Per le ragioni su esposte la scelta è andata su colture ad elevato grado di meccanizzazione (considerata anche l'estensione dell'area) quali:

- a) Copertura con manto erboso e produzioni foraggere
- b) Colture aromatiche e officinali
- c) Colture arboree intensive (fascia perimetrale)
- d) canapa industriale

³ Considerati i bassi prezzi di mercato dei cereali da granella in Sardegna, con il grano duro che spunta circa 21 €/q (ma per altri cereali valgono le medesime considerazioni) e pur a fronte di possibili dinamiche di prezzo, i circa 40 q/ha di produzione – dedotte le spese annue di produzione, mediamente non inferiori a 380 €/ha - potrebbero fornire un utile lordo annuo nell'ordine di circa 400 €/ha nelle annate migliori, veramente molto esiguo.

8.4 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN CULTURA

L'analisi delle caratteristiche dei suoli ha evidenziato la presenza in quasi tutta la superficie dell'area aziendale, di una diffusa pietrosità con clasti che non di rado raggiungono diverse decine di centimetri di diametro, e che risultano distribuiti in modo irregolare sulla superficie del suolo, risultando in vere e proprie pietraie in alcune parti dell'azienda.

Tale presenza, che è stata tollerata nell'ambito della gestione della coltura effettuata negli anni passati (il susino) in quanto consentiva un miglioramento della funzione drenante del suolo, a fronte – evidentemente – di una gestione del suolo non particolarmente limitata dalla pietrosità, è invece incompatibile con le scelte colturali che si intendono realizzare nell'area.

Per questo, prima di procedere sia all'installazione dell'impianto fotovoltaico che alla messa a dimora delle colture è necessario effettuare una spietatura della superficie, allontanando tale componente litica in modo da rendere effettivamente coltivabili almeno le interfile da destinare all'agricoltura.

Per ottenere tale risultato è possibile impiegare una frantumassasi da agricoltura, da accoppiare alla trattrice, oppure noleggiare una macchina operatrice industriale (per accelerare i tempi e ridurre i costi dell'intervento).

A titolo di esempio il modello Seppi Midipierre Frantumassasi da 80-130 Cv, riportato nelle foto, è in grado di sbriciolare sassi sino a 20 cm di diametro (quelli di dimensione superiore possono facilmente essere raccolti e accantonati). Si tratta di una macchina operatrice accoppiabile alla presa di forza della trattrice.



In alternativa la spietatura può essere ottenuta con una lama spietratrice, che può consentire il prelievo del pietrame, che successivamente però deve essere allontanato.

Il pietrame estratto (eccetto naturalmente quello che sarà disgregato) potrà essere utilizzato per la creazione del sottofondo della viabilità che si renderà necessario realizzare a servizio degli impianti. Inoltre una parte potrà essere utilizzata per il miglioramento, anche attraverso il ricarico del piano stradale, della viabilità attualmente esistente. Un'altra destinazione del pietrame potrebbe essere la raccolta in andane lungo le linee di posizionamento dei tracker, cosa che però potrebbe creare eventuali problemi di movimentazione tra le file. Per tale ragione si preferiscono le soluzioni del riutilizzo del pietrame estraibile e dell'eventuale disgregazione in campo con la macchina operatrice frantumassasi sopraindicata.

Una seconda operazione necessaria è la rimessa in pristino dell'impianto di irrigazione. In particolare sarà necessario ricollegare le linee principali, per garantire la disponibilità di acqua almeno in una parte dei campi da coltivare. L'azienda disponeva in passato di un importante sistema irriguo, con linee principali dimensionate generosamente che dovrebbero ancora essere utilizzabili.

Inoltre si deve fare un controllo dei pozzi presenti in azienda, per essere sicuri che siano ancora funzionanti e, in caso di problemi, sostituire le pompe esistenti con nuove pompe, verificando anche le autorizzazioni all'emungimento rilasciate dalla Provincia.

Infine sarà necessario effettuare una concimazione di fondo con concimi organici ammessi per il regime biologico sulle fasce oggetto di coltivazione.

Nel caso si renda necessaria l'estirpazione di piante di bordure e frangiventi all'interno dell'azienda (sono quasi esclusivamente eucaliptus), il relativo materiale di risulta potrà essere frantumato e distribuito sul terreno per favorire la ricostituzione della sostanza organica del suolo, frammisto ad un concime organico contenente azoto (per evitare l'abbassamento eccessivo del rapporto C/N).

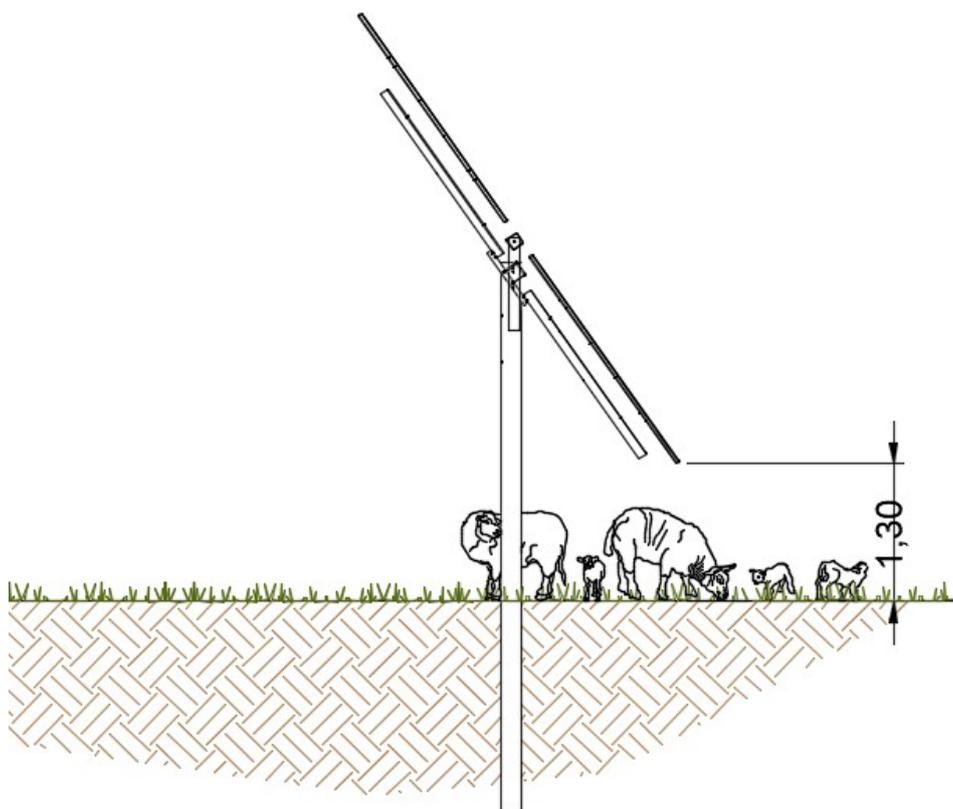
In fase esecutiva, preliminarmente alla realizzazione delle opere, sarà anche valutata la necessità di effettuare eventuali drenaggi, di completare la viabilità interna al fondo e di chiudere le parti di recinzione che attualmente sono cadute o aperte per effetto di una scarsa manutenzione, oltre ad eventuali altre operazioni che si dovessero rendere necessarie per la completa riattivazione della funzionalità produttiva aziendale.

8.5 MANTO ERBOSO PER PASCOLO E PRODUZIONI FORAGGERE

L'inerbimento, cioè copertura del terreno con un cotico erboso, è praticata in arboricoltura e in viticoltura con il fine di migliorare le condizioni del suolo. Si tratta di una tecnica di gestione del suolo ecocompatibile, che favorisce il miglioramento di tutta una serie di caratteristiche del suolo (favorisce l'incremento della sostanza organica, riduce la costipazione del terreno, trattiene alcune sostanze nutritive, migliora il drenaggio ecc).

Oltretutto le più recenti acquisizioni in materia di microbiologia del suolo evidenziano che le lavorazioni del terreno favoriscono la sterilizzazione del suolo e la riduzione delle componenti microbiologiche "utili" dello stesso, e suggeriscono di mantenere il terreno coperto per 365 giorni all'anno, anche per le colture stagionali, utilizzando le cosiddette "colture di copertura" (cover crop).

Le cover crop sono colture intercalari tra due colture principali, che non si raccolgono ma che migliorano la fertilità del suolo a favore di quelle che seguono fornendo una serie di vantaggi agronomici analoghi a quelli prodotti dall'inerbimento.



L'inerbimento, ma anche l'uso di cover crop, sarà applicato sotto le file di posizionamento dei tracker, con una serie di utili effetti complessivi:

- mantenimento della fertilità e della componente organica e microbiologica del suolo;
- riduzione dell'azione erosiva delle piogge sul suolo;
- miglioramento della portanza e riduzione del costipamento del terreno;
- miglioramento del drenaggio superficiale e della capacità di accumulo idrico del suolo;
- riduzione dell'effetto albedo (riflessione della luce solare) con conseguente minore riscaldamento dei pannelli fotovoltaici (che producono energia in modo più efficiente a temperature meno elevate);
- produzione di una quota di materiale vegetale (erba e fieni) nella stagione autunno-primaverile, insilabile o utilizzabile come tal quale per gli animali;
- riduzione delle infestanti e delle necessità di lotta alle malerbe;
- scarse necessità di manutenzione.

L'aumento di evapotraspirazione di tale sistema è da considerare trascurabile, al netto dell'aumento di capacità di accumulo idrico e dell'eventuale comportamento di riposo estivo in condizioni di scarse disponibilità idriche. A tale proposito sarà compito del conduttore scegliere specie erbacee idonee per adattamento ambientale e ciclo biologico.

PRODUZIONE FORAGGERA

Fra le interfile invece sarà possibile una vera e propria coltivazione di specie erbacee polifite, ottenuto dalla semina di miscugli di 2-3 specie ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione. In particolare si opterà per leguminose a ciclo poliennale come l'erba medica, il trifoglio violetto, la sulla, la lupinella o autoriseminanti come il *Trifolium subterraneum* per quanto riguarda le leguminose, loietto italico e festuca arundinacea per quanto riguarda le graminacee.

Più volte all'anno sarà possibile il passaggio di taglio per la raccolta dei foraggi, mentre a fine ciclo (annuale o poliennale) sarà possibile la risemina (meglio se con la tecnica della trasemina o della semina su sodo).

Considerato che le leguminose favoriscono un arricchimento naturale dell'azoto organico del suolo tramite la simbiosi mutualistica con il batterio endofita *Rhizobium leguminosarum*, sarà anche applicabile il sovescio, cioè il rivoltamento del terreno con la leguminosa in fase di massimo sviluppo vegetativo, che però tende ad ossigenare eccessivamente il suolo e a ridurre la presenza dei microrganismi del suolo (il cosiddetto *microbiota*). In alternativa sarà possibile l'utilizzo della tecnica della crimpatura, che favorisce il disseccamento in campo delle piante, lasciando sul suolo tutte le sostanze nutritive utili.

In alternativa al sovescio e alla crimpatura una tecnica ancora più semplice è quella della trinciatura in posto, fatta con un semplice attrezzo montato sulla trattore, che permette il taglio della vegetazione e il rilascio sul suolo delle sue componenti organiche. Una crimpatura o una trinciatura effettuate all'inizio della stagione estiva possono permettere una tranquilla gestione dell'erba evitando ogni rischio di incendio.



Esempio di pratica del sovescio in pieno campo. A destra, roller crimper in azione per la crimpatura di una cover crop.

Semina, eseguita con macchine agricole convenzionali, nel periodo invernale. Per la semina si utilizzerà una seminatrice di precisione avente una larghezza di massimo 4,0 m, dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina.



A sinistra: seminatrice di precisione (adattabile anche a semina su sodo); a destra: trinciasarmenti montata su trattore.

Nei mesi autunno-primaverili il cotico erboso potrà svilupparsi (ed essere eventualmente raccolto) nel periodo autunnale/invernale. La presenza del manto erboso permette di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dell'azione battente della pioggia e dei processi erosivi e nel contempo consente la transitabilità nell'impianto anche in caso di pioggia (nel caso vi fosse necessità del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulizia dei moduli), mentre nel mese di maggio si potrà procedere con la trinciatura del cotico erboso per lasciare il terreno libero da sterpaglie incendiabili.

Per le foraggere poste nell'interfila si farà ricorso al taglio mediante una falciacondizionatrice, che effettuerà lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (strisce di fieno disposte ordinatamente sul terreno). In commercio vi sono falciacondizionatrici con larghezza di taglio da 3,50 m che sono perfettamente utilizzabili tra le interfile dell'impianto fotovoltaico.



Esempio di falciacondizionatrice frontale e particolare dei rulli in gomma (Foto: BCS).

Completate queste operazioni e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l'imbballatura del fieno, che verrà effettuata circa 7-10 giorni dopo lo sfalcio, utilizzando una rotoimbattrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattore e pertanto idonea per muoversi tra le interfile). Questa macchina imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1.50-1.80 m di diametro e 1.00 m di altezza. Si sceglierà in un secondo momento se utilizzare una rotoimbattrice a camera fissa o a camera variabile. La differenza consiste nel fatto che quella a camera fissa imballa il prodotto sempre con le stesse modalità, mentre

quella a camera variabile consente di produrre balle con dimensioni, pesi e densità variabili in funzione del prodotto raccolto.



Dimensioni pressa				
Lunghezza, incl. espulsore balle	(mm)	3.590	3.860	3.760
Altezza	(mm)	2.000	2.350	2.450
Larghezza carreggiata min. / max.	(cm)	regolabile 189 / 205	regolabile 189 / 205	regolabile 189 / 205
Peso*	(kg)	2.070	2.390	2.700

Dimensioni dei modelli di rotopressa a camera fissa prodotti dalla CNH (New Holland BR-Series).

Dimensioni della pressa					
Lunghezza	(m)	4,475		4,815	
Larghezza / Altezza con pneumatici 380/55-17	(m)	2,415 / 2,79		2,415 / 3,05	
Larghezza / Altezza con pneumatici 480/45-17	(m)	2,61 / 2,83		2,61 / 3,09	
Larghezza / Altezza con pneumatici 500/55-20	(m)	2,85 / 2,76		2,85 / 2,985	
Peso (max.)	(kg)	3.330	3.715	3.460	3.815

Dimensioni dei modelli di rotopressa monoasse a camera variabile prodotto dalla CNH (Roll-Belt Series).

Dato il peso delle rotoballe (in genere pari a 250 kg), per la rimozione e la movimentazione sarà necessario utilizzare un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche ma, visti gli spazi a disposizione tra le interfile la rimozione del fieno imballato non richiederà particolari manovre per essere caricato su un camion o rimorchio che verrà posizionato alla fine dell'interfila.

Il prezzo di vendita del fieno di prima scelta si aggira attualmente su cifre comprese tra 0,10 e 0,20 €/kg, che, con una produzione per ettaro pari a 25-30 t (su superficie libera), equivarrebbe ad una PLV (Produzione Lorda Vendibile) pari a 2500-3000 €/ha.

8.6 CANAPA INDUSTRIALE

Una coltura praticabile nell'area esterna ai trackers (zona b) è la canapa sativa. Si tratta di una coltura erbacea annuale che con qualche accortezza in Sardegna è praticabile in asciutto.



Coltivazione della canapa sativa in Sardegna.

La canapa sativa è una specie che ha conosciuto una rapida crescita negli ultimi anni anche in Sardegna. Tradizionalmente era coltivata per la produzione della fibra, che però richiede una lavorazione molto laboriosa e impianti industriali che attualmente non sono presenti in Sardegna. Possono essere però attivati contratti di coltivazione con imprese della penisola che fanno la lavorazione per l'ottenimento della fibra e del canapulo (la parte legnosa dello stelo che viene utilizzato in bioedilizia).

Attualmente la produzione in Sardegna è in parte destinata all'ottenimento dei semi, che costituiscono la componente alimentare e da cui si possono ottenere olio e farine alimentari.

In alternativa (ma con uso di sementi di varietà specifiche e di una tecnica colturale differenziata) è possibile anche la raccolta delle infiorescenze, da raccogliere e destinare alla commercializzazione della cosiddetta cannabis light. Le infiorescenze sono particolarmente ricche in CBD, una molecola che ha benefiche proprietà sulla salute, mentre il valore di principio attivo drogante (il THC) deve essere contenuto al di sotto dello 0.6%, secondo le indicazioni della L. 242/2016.

Le esigenze colturali della canapa sono simili a quelle della bietola. La canapa è una pianta che predilige terreni freschi e profondi, mentre soffre particolarmente i ristagni idrici, occorre quindi che le sistemazioni idrauliche siano eseguite correttamente per favorire l'allontanamento delle acque in eccesso.

Sono da prediligere terreni franchi o possibilmente non troppo argillosi e/o limosi poiché la plantula nello stadio cotiledonare è poco vigorosa e soffre la crosta superficiale. Il terreno su cui andrà seminata la canapa deve quindi trovarsi in buone condizioni e cioè ben lavorato, senza avvallamenti e/o eccessiva zollosità altrimenti si rischia un'emergenza disomogenea che favorisce la proliferazione delle erbe infestanti. Nell'area in esame la coltivazione della canapa può essere effettuata solo dopo una spietatura (descritta successivamente fra le operazioni preliminari alla messa in coltura).

La canapa è anche una coltura miglioratrice da rinnovo e può essere utilizzata all'inizio dei cicli di rotazione colturale. In tal caso è possibile effettuare un'aratura a circa 30 cm di profondità, possibilmente in autunno, evitando lavorazioni profonde, seguita da una concimazione e da una lavorazione superficiale di affinamento prima della semina. Per il controllo delle infestanti è consigliabile un passaggio in presemina con erpice a maglie.

La canapa necessita di una specifica concimazione; in caso di coltura biologica si dovranno utilizzare concimazioni organiche (letami, pollina e compost) o utilizzare concimi autorizzati in regime biologico. L'interramento di leguminose da sovescio è un'ulteriore pratica utile e consigliabile non solo per l'effetto

concimante, ma per la conservazione della sostanza organica nel terreno e per il suo effetto protettivo verso infestazioni dannose (funghi patogeni e nematodi).

La scelta varietale deve prevedere l'uso di varietà autorizzate e certificate, specifiche per l'indirizzo produttivo scelto. Per la produzione di seme è consigliabile utilizzare varietà monoiche con fioritura precoce come Fedora, Felina o Uso-31 il cui sviluppo vegetativo è ridotto, l'altezza non dovrebbe superare 1.5-1.8 metri d'altezza. Per la produzione della fibra è possibile usare la varietà Futura 75, mentre per la produzione di cannabis light – che comporta però un impegno operativo molto maggiore per la necessità di effettuare manualmente alcune operazioni colturali come il prelievo dei maschi la cernita - è necessario utilizzare varietà dioiche (con maschio e femmina separate).

In Sardegna le semine per la coltura in asciutto possono essere effettuate fra febbraio e marzo.

La semina della canapa può essere fatta con una normale seminatrice da grano ponendo il seme a una profondità di 2-3 cm, facendo seguire una rullatura della superficie per fare aderire il seme al terreno. La semina è da effettuare esclusivamente con seme certificato, in quantità di circa 35-40 kg/ha.

La coltura della canapa può essere effettuata in asciutto, anche se nella Sardegna meridionale periodi primaverili-estivi siccitosi potrebbero compromettere il raccolto.

La raccolta della pianta da seme permette di ottenere tipicamente circa 6/7 q/ha di seme. La produzione degli steli o quella delle infiorescenze devono essere effettuate come alternative utilizzando varietà di semina e tecniche colturali differenziate.

Viste le particolari condizioni dell'impianto in esame, la raccolta dovrà essere fatta con piccole mietitrebbiatrici, per evitare una elevata polverosità che potrebbe creare accumulo sui pannelli fotovoltaici. Il seme deve essere poi messo ad asciugare subito dopo la raccolta (o conferito immediatamente all'acquirente) possibilmente in essiccatoi orizzontali e senza fuoco diretto sul seme. In alternativa il seme può essere steso su teli di juta possibilmente rialzati da terra per favorire l'arieggiamento e contrastare l'insorgenza di muffe sul seme.

A seconda del prodotto finale che si vuole ottenere, sia i costi di produzione che il prezzo di vendita variano in modo considerevole, oscillando la produzione vendibile per ha fra i 1200 €/ha circa e i livelli anche molto elevati (nell'ordine delle decine o delle centinaia di migliaia di euro per ha) che si possono ottenere dalla vendita dell'infiorescenza ricca di principio attivo non drogante.

Per la produzione della fibra si può stimare una produzione vendibile pari a circa 2000 €/ha.

8.7 LAVANDA

La *Lavandula officinalis* o *Lavandula angustifolia* è una pianta perenne appartenente alla famiglia delle Labiate. È una suffruticosa ovvero una piccola pianta legnosa con rami erbacei fino alla base e con un'altezza variabile dai 50 ai 100cm al massimo. In Italia sono coltivati sia la lavanda che il lavandino, che è un ibrido che ha dimensioni più grandi (raggiunge i 100 cm di altezza) e tre infiorescenze per ogni stelo.

È una specie eliofila per cui andrà verificato il comportamento in condizioni di parziale copertura d'ombra da parte dei pannelli fotovoltaici. Predilige terreni sciolti e ben drenati.



L'impianto può essere fatto con messa a dimora delle piantine precedentemente moltiplicate per talea o per seme e va effettuata nel periodo primaverile. Le piante vanno posizionate con sesto d'impianto di m 1.00 x 0.50-60 per la lavanda e di m 2.00 x 0.40 per il lavandino, con piantine distanziate per permetterne la crescita successiva. La concimazione si può effettuare con letame ben decomposto o del terriccio organico da collocare alla base delle piante.

La fioritura si ha nel periodo estivo, i fiori sono riuniti in spighe su piccoli fusti, sono di colore azzurro-violaceo e molto ornamentali.

La pianta si giova di potature che favoriscano lo sviluppo dei nuovi getti. Dopo il quarto o quinto anno dalla messa a dimora le potature potranno essere effettuate nel periodo invernale nel mese di febbraio, andrà eliminata tutta la vegetazione erbacea lasciando soltanto quella semi-legnosa. Tutto il ciclo produttivo, compresa la raccolta, può essere meccanizzato.

Al terzo anno la coltura entra in piena produzione fino al 10°-12° anno dopo di che occorre provvedere all'espianto. Le produzioni ottenibili si aggirano sui 1000 kg. per ettaro di fiori (prodotto essiccato) per la Lavanda e sui 1500 kg. per il Lavandino, ma sono segnalati anche raccolti notevolmente superiori. La resa in olio essenziale (per 100 kg di fiori secchi) è di 600-800 grammi di essenza per la Lavanda, mentre raggiunge anche i 2,5 kg nel caso del Laloè produzavandino. I prezzi di vendita si aggirano intorno ai 4 €/kg per i fiori essiccati e ai 40 €/l per l'olio essenziale.

9. RIEPILOGO RIPARTO COLTURALE

Sulla base di quanto detto soprariportato, il riparto colturale indicativo dell'azienda sarà perciò il seguente:

Area A	tipologia	Superficie
A1. Interfile sotto i pannelli	Pascolo brado	53,5
A2. Interfile tra i pannelli	Produzione foraggera	61,95
	Totale	115,45

Area B	tipologia	Superficie
Area libera	Colture stagionali	46,2
Fascia perimetrale	Colture arboree (mandorlo)	2,3
	Totale	48,5

10. TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITA' AGRICOLA

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto. Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi.

Si deve considerare inoltre che le più recenti acquisizioni tecniche sulla gestione della fertilità del terreno stanno rivoluzionando l'approccio alla gestione del suolo, evidenziando l'opportunità di ridurre significativamente le lavorazioni del terreno, di favorire la copertura del suolo e l'accumulo della sostanza organica. Ciò sia attraverso le tecniche di agricoltura conservativa (no/minimum-tillage, sod seeding ecc.), sia attraverso le tecniche dell'agricoltura biologica e rigenerativa che privilegiano l'uso di colture di copertura e - anche per le colture arboree - il mantenimento di una copertura erbacea nell'interfila. Pertanto si suggerisce di utilizzare le sopracitate tecniche al fine di ridurre le lavorazioni (unendo così ad un vantaggio tecnico ed economico anche un significativo elemento di semplificazione organizzativa) limitandole allo stretto indispensabile.

Pertanto le lavorazioni, una volta realizzato l'impianto, saranno limitate a tagli meccanici, semine su sodo e trattamenti con prodotti possibilmente biologici, al fine di favorire una gestione conservativa delle superfici.

L'uso di cover-crop risulta particolarmente efficace nella riduzione delle infestanti e pertanto, considerato che ridosso delle strutture di sostegno risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti, si suggerisce l'uso di questa tecnica integrata con il taglio lungo l'interceppo; in alternativa sarà possibile adottare tecniche di fresatura dell'interceppo, come già avviene ordinariamente negli arboreti, tenuto conto però che tale pratica può risultare meno efficace per la fertilità e soprattutto più costosa e complessa dal punto di vista organizzativo.

Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie.

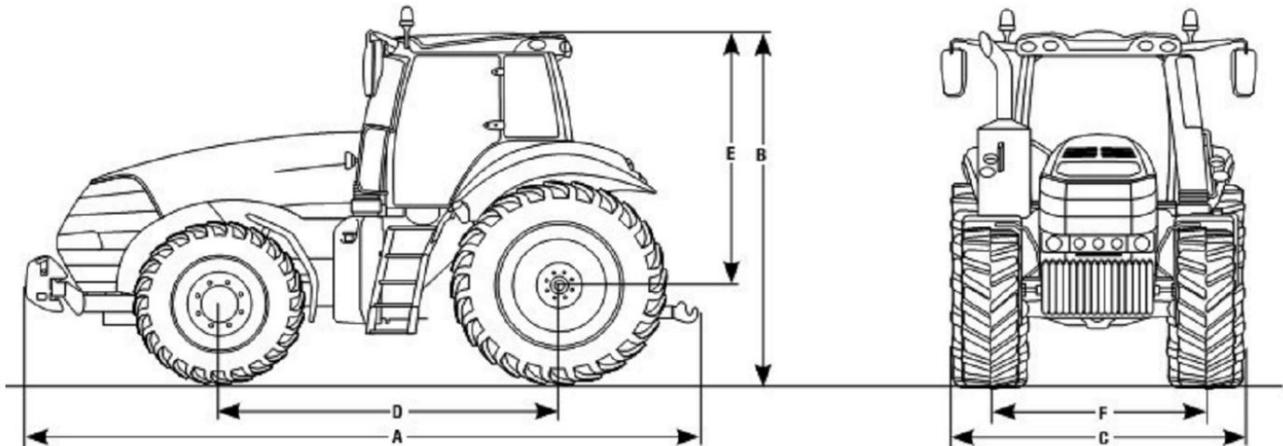
Nel caso dell'impianto sulla fascia perimetrale, si effettuerà su di essa un'operazione di scasso a media profondità (0.60-0.70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con ammendante compostato misto in quantità di almeno 50 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice.

Questo potrà garantire un apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali trinciatura, rullatura o semina, queste verranno effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40 cm.

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Come già esposto al punto 5, l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli è pari rispettivamente a m 11.20 e 9.20, e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di 6,39 m (quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, - tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata) ad un massimo di 8,42 m (quando i moduli hanno un tilt pari a 60°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto). L'ampiezza dell'interfila consente

pertanto un facile passaggio delle macchine trattrici, considerato che le più grandi in commercio, non possono avere una carreggiata più elevata di 2.50 m, per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche.



Dimensioni del più grande dei trattori gommati convenzionali prodotti dalla CNH (CASE MAXXUM-Series).

Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. capezzagne), questi devono essere sempre non inferiori ai 10 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede la realizzazione di una fascia arborea perimetrale avente una larghezza di 10 m, che consente un ampio spazio di manovra.

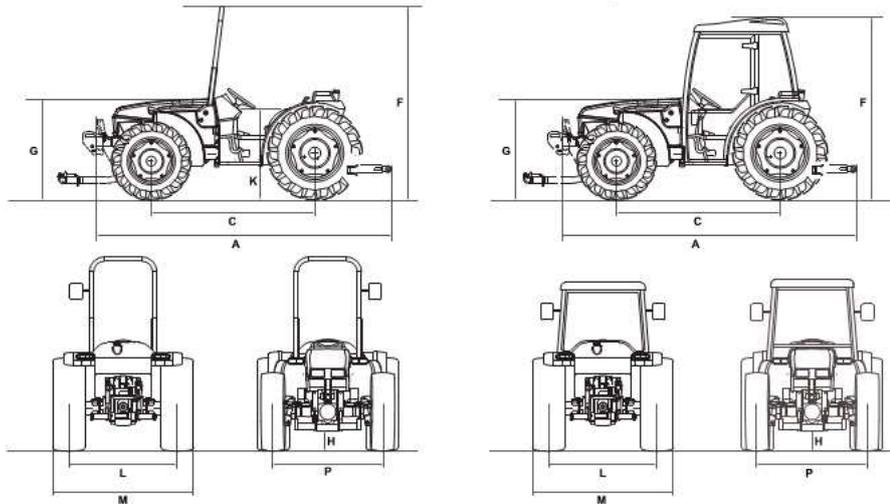
4 ruote motrici	
A – Interasse (mm)	2550
B – Lunghezza totale dal telaio portazavorre anteriore alle barre di attacco posteriori (mm)	4358
B – Lunghezza totale dalle zavorre anteriori alle barre di attacco posteriori - mm	4771
B – Lunghezza totale dal sollevatore anteriore (posizione di trasporto) alle barre di attacco posteriori (mm)	4488
C – Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto standard	
Cabina standard a pianale piatto - mm	2026
Cabina Low-profile opzionale - mm	1947
C – Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto Visioline	
Cabina standard a pianale piatto - mm	2078
Cabina Low-profile opzionale - mm	1999
C – Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto Slimline	
Cabina standard a pianale piatto - mm	1953
Cabina Low-profile opzionale - mm	1874
D- Larghezza, con (min / max) - mm	2020 / 2360
E – Luce al suolo (con pneumatici 420/85 R 38) - mm	405

Dimensioni



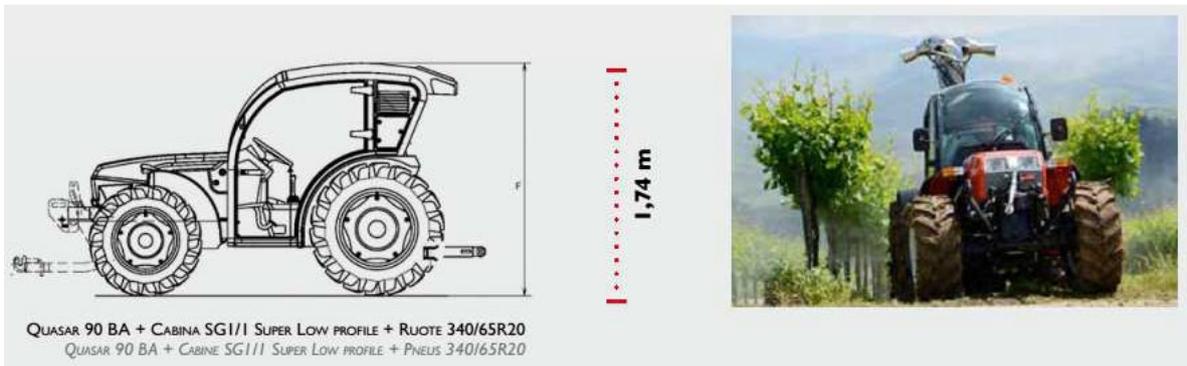
Dimensioni di una trattrice gommata ideale per la gestione dell'azienda (Fonte: Massey-Ferguson).

Il trattore specifico da frutteto (che può anche essere cingolato), rispetto alla trattrice gommata convenzionale, avrà dimensioni più contenute, indicativamente indicate nella figura seguente.



			Quasar 90	
			versione bassa / version basse	
Dimensioni e Pesì* Poids et Dimensions*	A	Lunghezza/Longueur		3026
	M	Larghezza min-max/Largeur min. et max.		1398-1774
		Altezza al telaio/Hauteur à l'arceau		2217
		Quasar 90 BA + Cabina GL6 Standard + Ruote 320/70R24 Quasar 90 BA + Cabine GL6 Standard + Pneus 320/70R24		2140
	F	Quasar 90 BA + Cabina SG1 Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1 Low profile + Pneus 340/65R20	mm	1800
		Quasar 90 BA + Cabina SG1/1 Super Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1/1 Super Low profile + Pneus 340/65R20		855-1150
	K	Altezza al sedile/Hauteur au siège		1165
	G	Altezza al cofano/Hauteur au coffre		275
	H	Luce libera da terra/Garde au sol		1871
	C	Passo/Empattement		1122-1498
	P	Carreggiata ant min max/Voie avant min. max.		1048-1424
	L	Carreggiata post min max/Voie arrière min. max.		2900
		Raggio minimo di volta con freni/Rayon min. de braquage avec freins		2230
	Peso con telaio di sicurezza/Poids avec arceau de sécurité	Kg		2230

*1 dati sono calcolati con ruote posteriori 320/70R24 e anteriori 280/70R20
* Pneus arrière 320/70R24 et avant 280/70R20



Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina standard (in basso) e cabina ribassata (in alto) (Foto: GOLDONI).

Le trattrici e macchine operatrici necessarie per l'attività aziendale previste sono le seguenti:

Trattrice da frutteto	€ 40 000.00
Trattrice gommata 100 kW con elevatore e PTO frontale	€ 80 000.00
Fresatrice interceppo	€ 6 000.00
Aratro leggero	€ 8 000.00
Erpice snodato	€ 5 000.00
Seminatrice di precisione e su sodo	€ 15 000.00

Trinciasarmenti	€ 4 000.00
Rullo costipatore	€ 5 000.00
Irroratore per trattamenti biologici	€ 6 000.00
Spandiconcime a doppio disco	€ 4 000.00
Falcia-condizionatrice	€ 8 000.00
Carro botte trainato	€ 6 000.00
Rimorchio agricolo	€ 4 000.00
Compressore PTO con accessori per potatura e raccolta	€ 7 000.00
Roller-crimper trainato	€ 7 000.00
Attrezzi minori	€ 10 000.00
TOTALE	€ 215 000.00

Alcune di queste macchine, in particolare le trattrici, gli aratri, i carri, i rulli, potranno essere acquistati anche di seconda mano per risparmiare sui costi di acquisto.

10.1 OMBREGGIAMENTO

L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, elaborate dalla Società, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-primaverile, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici può favorire una certa riduzione dell'evapotraspirazione. La riduzione dell'intercettazione della luce solare invece, pur essendo un fenomeno inevitabile, avrà comunque effetti contenuti, sia perchè la scelta culturale è fatta con specie tendenzialmente sciafile, sia perchè il meccanismo della rotazione dei tracker, come già detto, lascerà un lungo periodo di esposizione diretta alla luce del sole durante il giorno.

10.2 PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80 cm. Inoltre saranno favorite le tecniche basate sulla minimizzazione delle lavorazioni del suolo, adottando quando possibile le tecniche di minima lavorazione, semina su sodo ecc.

11. ANALISI DEI FABBISOGNI IRRIGUI

CALCOLO DEL BILANCIO IDRICO

Per valutare i fabbisogni irrigui delle colture è stato predisposto un bilancio idrologico preliminare.

I dati di piovosità e temperatura utilizzati, elaborati a partire dai dati dell'Autorità di Bacino /Assessorato Lavori Pubblici della Regione Sardegna, sono già stati riportati nell'analisi delle condizioni climatiche del sito.

L'evapotraspirazione è stata determinata utilizzando la formula semplificata di Hargreaves-Samani⁴. Il metodo di Hargreaves-Samani (H-S) (Hargreaves and Samani, 1982, 1985) per la determinazione dell' ET_0 include una funzione interna, che permette di stimare la radiazione solare R_s , espressa in (MJ/mq gg) come segue:

$$ET_0 = 0.0135 \cdot KT \cdot R_a \cdot (TD)^{0.5}(TC+17.8)$$

in cui:

ET_0 è l'evapotraspirazione potenziale espressa in mm/giorno

$TD = T_{max} - T_{min}$ (°C)

TC è la temperatura media giornaliera (°C)

R_a è la radiazione solare espressa in mm

KT è una costante, che assume il valore di 0.19 per le regioni costiere

Per la determinazione di R_s si fa riferimento alla formula:

$$R_s = K_{RS} \cdot R_a \cdot (TD)^{0.5}$$

in cui K_{RS} è il coefficiente di correzione per la formula della radiazione applicabile con la H-S (in °C^{-0.5}), R_a è la radiazione extraterrestre (MJ/mq gg), e TD è la differenza di temperatura difference fra la temperatura giornaliera massima e minima (in °C).

In riferimento ad Allen et. al (1998) il coefficiente empirico K_{RS} differisce per regioni interne e costiere: si utilizza un valore di (a) $K_{RS} = 0.16$ per le stazioni dell'interno, dove la massa della terra domina e le masse di aria non sono influenzate in modo significativo dagli ampi corpi d'acqua, e (b) $K_{RS} = 0.19$ per siti costieri, situati o adiacenti alle coste, in cui le masse d'aria sono influenzate dalla vicinanza di significativi corpi d'acqua.

La formula per la stima di ET_0 può anche essere espressa come segue:

$$ET_0 = 0.0135 (T_{mean} + 17.8) \frac{R_s}{\lambda}$$

In cui: K_{RS} e l'esponente 0.5 sono fattori di correzione per la formula della radiazione, mentre 0.0135 and 17.8 sono fattori di correzione della formula dell' ET_0 , con un contributo totale di quattro coefficienti empirici.

Nell'equazione l' ET_0 è l'evapotraspirazione potenziale (in mm/gg), R_a è la radiazione extraterrestre (in MJ/mq gg), λ è il calore latente di evaporazione (in MJ/kg) e T_{mean} è la temperatura media giornaliera (in °C).

Per la stima della radiazione solare si è fatto ricorso ai dati di Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale prodotti dall'ENEA, calcolabili per singola stazione previo inserimento delle coordinate geografiche. Per il sito in questione, avente coordinate geografiche pari a 39°13'57" di latitudine N e 8°56'58" di longitudine E i valori MJ/mq forniti dal calcolatore ENEA e quelli espressi in mm/mq (ottenuti dividendo il dato precedente per il coefficiente $\lambda = 0.3335$ J/g) sono così determinati:

Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale:

MESI	Ra MJ/mq	Ra mm/mq
Gennaio	8.12	2.71
Febbraio	10.93	3.65
Marzo	15.14	5.05

⁴ Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data (Hargreaves-Samani equation) Zohrab Samani Assoc. Prof. Civil Engr. Dept. New Mexico State UniversityLas Cruces, NM 88003

MESI	Ra	Ra
	MJ/mq	mm/mq
Aprile	18.68	6.23
Maggio	22.17	7.39
Giugno	24.21	8.07
Luglio	24.04	8.02
Agosto	20.92	6.98
Settembre	16.48	5.50
Ottobre	12.17	4.06
Novembre	8.41	2.80
Dicembre	6.67	2.22

Fonte: ENEA.

Per la determinazione degli apporti idrici i valori di piovosità nei mesi estivi sono stati determinati in termini di pioggia utile, calcolata con riferimento al metodo USDA per il calcolo della pioggia utile⁵. Nei mesi invernali si è utilizzato direttamente il dato di precipitazione, facendo riferimento ai dati forniti dall'Assessorato LL.PP. della RAS.

Calcolo dell'evapotraspirazione potenziale

Hadgraves - Samani			G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno/Totale
Temperatura media	TC	°C	10.5	10.9	13.2	15.3	19.7	24.1	27.1	27.6	23.7	19.8	15	11.6	
Temperatura massima	Tmax	°C	14.4	15.3	18	20.2	25	29.8	33	33.3	28.6	24.2	18.9	15.2	
Temperatura minima	Tmin	°C	6.5	6.5	8.4	10.4	14.4	18.4	21.2	21.9	18.7	15.3	11.1	7.9	
Differenza di temperat.	TD	°C	7.9	8.8	9.6	9.8	10.6	11.4	11.8	11.4	9.9	8.9	7.8	7.3	
Precipitazioni	P	mm	55.8	41.7	44.5	67.8	29.7	10.3	4.3	8.2	43.1	78.5	92.4	78.8	555.1
Giorni piovosi	RD		7.3	7	6.6	7	4.7	2.7	0.8	1.4	4.6	6.5	9.4	9.5	67.5
Pioggia utile	PU	mm	56	42	45	32	20	0	0	0	25	17	92	79	
Radiazione	Ra	mm	2.54	3.33	4.91	6.12	7.36	8.01	8.02	6.99	5.35	3.89	2.55	2.00	
Giorni del mese			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
ET ₀ giornaliera	ET _{0gg}	mm	0.52	0.73	1.21	1.63	2.30	2.91	3.17	2.75	1.79	1.12	0.60	0.41	
ET ₀ mensile	ET ₀	mm	16.07	20.36	37.50	48.80	71.45	87.20	98.36	85.20	53.76	34.70	17.98	12.63	583.99

Fonte: ns. elaborazione a partire da dati RAS ed ENEA.

Per determinare i consumi evapotraspirativi i valori di evapotraspirazione potenziale (ET_0) sono stati moltiplicati per un coefficiente colturale k_c (che permette di trasformare i valori di evapotraspirazione potenziale in effettiva). Sono quindi stati determinati i valori indicativi di k_c per le colture analizzate, che attraverso i quali i valori di ET_0 sono stati tradotti in evapotraspirazione effettiva (E_{ta}), calcolando poi i volumi effettivi (E_{tr}) di evapotraspirato e riferendoli alle superfici interessate.

Si rammenta che il parametro di riferimento per la determinazione dell'evapotraspirazione ottenuta con metodo sperimentale (utilizzando ad es. un lisimetro) usa come specie di riferimento la *Festuca arundinacea*, per cui identifica la quantità di evapotraspirato da essa prodotta come standard e dunque ad essa è riferito il valore di evapotraspirazione di riferimento, cioè un $k_c=1$.

Per le foraggere si sono utilizzati per analogia i coefficienti colturali determinati dal servizio pubblico regionale (Arpa Sardegna, 2002) per l'erba medica. Per lo zenzero si sono utilizzati sempre per analogia i coefficienti colturali del pomodoro, sempre stimati dall'Arpa, mentre per l'aloè si sono utilizzati K_c pari a 0.3 e 0.4, a seconda dei mesi, in accordo con quanto indicato in un lavoro del Cespevi⁶ sulle tecniche di irrigazione delle colture florovivaistiche che classifica l'Aloè fra gli arbusti con consumo idrico basso ($K_c = 0,1-0,3$). I dati di K_c sono utilizzati sono pertanto i seguenti:

Coefficienti colturali	A	M	G	L	A	S	O
Foraggere estive	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Fonte: Arpa, Cespevi.

⁵ In: Measurement of effective rainfall, <http://www.fao.org/docrep/x5560e/x5560e03.htm>

⁶ Pardossi et. al., Irrigazione, fertirrigazione e concimazione delle colture florovivaistiche, Cespevi, 2015

A partire da tali dati è stato poi redatto un bilancio idrologico riferito alla superficie di interesse, cumulando i valori di precipitazione (al netto dei valori stimati di pioggia utile) e gli apporti irrigui, calcolati in riferimento ad un riparto colturale indicativo. Il bilancio consente di confrontare l'andamento dell'evapotraspirazione, al netto delle precipitazioni, determinando il consumo idrico aziendale.

La previsione, stimata in via preliminare, dovrà essere ulteriormente dettagliata in fase esecutiva/realizzativa, determinando in modo preciso le superfici di riferimento per le singole colture, che in questa fase sono invece state stimate in via orientativa per poter ottenere una indicazione operativa sul dimensionamento agricolo.

I dati ottenuti dal bilancio idrologico mostrano che i valori di evapotraspirazione risultano superiori alle disponibilità nei mesi estivi, in cui si verifica comunque un significativo deficit idrico. Per garantire la corretta gestione colturale, si rende perciò necessario l'uso dell'irrigazione, facendo ricorso ad un corpo idrico totale massimo pari a 17 mila mc/mese.

Tale volume irriguo corrisponde a circa 565 mc/giorno, pari a circa 24 mc/h, equivalenti a una portata di prelievo di circa 6.5 l/s.

Il dimensionamento dell'impianto irriguo, i dettagli tecnici sulle componenti dell'impianto idraulico le caratteristiche idrologiche del suolo per determinare le modalità di distribuzione ecc. saranno definiti in una fase esecutiva successiva.

12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e la parallela messa in coltura delle superfici agricole previste **porterà ad una riqualificazione sostenibile dell'area**, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, piantagioni, impianto di irrigazione ecc.), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

Come in ogni programma di investimenti, in fase di progettazione vanno considerati tutti i possibili scenari, e il rapporto costi/benefici che potrebbe scaturire da ciascuna delle scelte che si vorrebbe compiere. L'appezzamento scelto, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potrà essere utilizzato senza particolari problemi a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento, impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in Sardegna. Anche per la fascia arborea perimetrale a 10 metri delle strutture, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, si è optato per una coltura compensativa realizzata in modo tale da poter essere gestita alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale.

La disponibilità di tecnici specializzati, che seguiranno la realizzazione degli impianti colturali e la messa a punto delle modalità di gestione agricola dell'azienda. La scelta delle colture potrà essere adattata successivamente al fine di ottimizzare l'efficacia produttiva, anche attraverso una serie di sperimentazioni di campo. Obiettivo finale rimane la creazione di un modello di integrazione agricolo-energetico che sia in grado di produrre per la parte agricola senza particolari limitazioni, pur in presenza dei moduli fotovoltaici.

13. BIBLIOGRAFIA

ANNO	AUTORE	TITOLO	EDITORE	LUOGO	RIF.
1961	Klingliebel A.A., Montgomery P.H.	Land Capability Classification			in: Agricultural Handbook, n. 210
1978	N.G. Dastane	Measurement of effective rainfall,	FAO		http://www.fao.org/docrep/x5560e/x5560e03.htm
1986	AA.VV.	I suoli delle aree irrigabili della Sardegna	Regione Autonoma della Sardegna - Ente Autonomo Flumendosa	Cagliari	
1991	Cremaschi M. e Rodolfi G.	Il suolo - Pedologia nelle scienze della terra e nella valutazione del territorio	NIS - Nuova Italia Scientifica	Roma	
1991	AA.VV. (a cura di Aru A., Baldaccini P., Vacca A.)	Carta dei suoli della Sardegna	Regione Autonoma Sardegna - Università degli Studi di Cagliari	Cagliari	
1992	Vacca S.	La valutazione dei caratteri del territorio nella pianificazione - metodi e applicazioni	Franco Angeli	Milano	
1996	AA.VV.	Linee guida ed orientamenti per l'adeguamento dei P.U.C. alle direttive sulle zone agricole	Federazione Regionale Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Sardegna	Cagliari	
1997+	Callioni P., Ibba E.	Il territorio extraurbano in Sardegna - problematiche della pianificazione			in: Agro Ambiente - Il Dottore in Scienze Agrarie e Forestali - n. 7/8 luglio-agosto 1997
2000	Zohrab Samani	Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data (Hargreaves-Samani equation)	Civil Engineering Department New Mexico State University	Las Cruces, NM	
2002	Fiori M.	I fabbisogni idrici colturali determinati nel settennio 1995- 2001 secondo la metodologia FAO	SAR Sardegn/Arpa Sardegna	Cagliari	http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/notetecniche/nota4/ - Fonte: "Fonte: ARPAS - Dip. Idrometeoclimatic o"
2005	Callioni P.	L'uomo e il territorio nel paesaggio rurale italiano -		Roma	In "CNN attività" anno XVI n. 1 - Gennaio-Marzo 2005" (Rivista del Consiglio Nazionale del Notariato)
2006- 2019	Enea	Tavole della Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale	ENEA	Roma	

ANNO	AUTORE	TITOLO	EDITORE	LUOGO	RIF.
2007	AA.VV.	Linee guida per l'adeguamento dei P.U.C. al PPR e al PAI	Regione Autonoma della Sardegna	Cagliari	
2008	AA.VV.	Realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale per lo studio delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna	SAR	Sassari	http://www.sar.sardegna.it/pubblicazioni/miscellanea/desertificazione - Fonte: "Fonte: ARPAS - Dip. Idrometeorologico"
2013	Autorità di Bacino - Assessorato Lavori Pubblici della Regione Sardegna	Rilevazione dei dati di pluviometria e termometria della Sardegna	Regione Autonoma della Sardegna	Cagliari	
2014	AA.VV.	Carta Bioclimatica della Sardegna	Regione Autonoma della Sardegna	Cagliari	
2015	Pardossi A., Incrocci L. e Marzialetti P.	Irrigazione, fertirrigazione e concimazione delle colture florovivaistiche	Centro Sperimentale per il Vivaismo (Cespevi)	Pistoia	