

COMUNI DI:
SIAMAGGIORE
SOLARUSSA

PROVINCIA: ORISTANO
REGIONE: SARDEGNA

"FATTORIA SOLARE SIAMAGGIORE 1"
AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

PROGETTO DEFINITIVO

STUDIO PEDOLOGICO

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Data	Scala CAD	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	2102_R.28	15/05/2024	-	A4	1/66	-

PROPONENTE

EF AGRI Società Agricola A.R.L.

Via del Brennero, 111
38121- Trento (TN)

SVILUPPO



SET SVILUPPO s.r.l.

Corso Trieste, 19
00198 - Roma (RM)

PROGETTAZIONE

Dott. Francesco Filella



Ing. Giacomo Greco



Ing. Marco Marsico



Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	15/05/2024	Prima Emissione	Dott. Francesco Filella	Ing. G. Greco / Ing. M. Marsico	Dott. Francesco Filella

STUDIO PEDOLOGICO

FATTORIA SOLARE “SIAMAGGIORE 1”

AGRIVOLTAICO DI TIPO ELEVATO E AVANZATO

di potenza pari a 34,315 MWp

e sistema di accumulo pari a 7,50 MW

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 2
---	--	--------------

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. ANALISI PEDOLOGICA.....	4
2.1. Inquadramento geo-litologico	4
2.2. Inquadramento pedologico e scelta delle unità cartografiche attraverso l'identificazione di aree omogenee	6
2.3. Descrizione del profilo pedologico	9
2.4. Modalità di prelievo dei campioni.....	14
3. INTERPRETAZIONE DELLE ANALISI CHIMICHE DEI TERRENI	16
3.1. Tessitura.....	19
3.1.1. Considerazioni pedologiche su struttura e fertilità del suolo	21
3.2. Reazione del terreno (pH).....	24
3.3. Salinità: conducibilità elettrica dell'estratto acquoso - ECe.....	24
3.4. Calcare totale e calcare attivo	26
3.5. Sostanza organica	27
3.6. Carbonio organico	29
3.7. Azoto totale (N totale).....	30
3.8. Rapporto carbonio/azoto (C/N).....	32
3.9. Coefficiente di mineralizzazione o coefficiente di distruzione dell'humus K2.....	33
3.10. Fosforo assimilabile	34
3.11. Potassio scambiabile (K scambiabile)	35
3.12. Magnesio scambiabile (Mg scambiabile).....	36
3.13. Calcio scambiabile (Ca scambiabile)	37
3.14. Rapporto Magnesio/Potassio (Mg/K)	38
3.15. Rapporto Calcio/Magnesio.....	39
3.16. Capacità di scambio cationico (C.S.C.).....	40
3.17. Tasso di saturazione in basi (TSB) o grado di saturazione in basi (GSB).....	41
3.18. Sodicità (Percentuale di sodio scambiabile - ESP).....	42
4. CALCOLO DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI	44
5. CALCOLO DELLA SUSCETTIVITÀ D'USO DEI SUOLI	49
5.1. Attitudine dei suoli all'irrigazione.....	50
5.2. Attitudine dei suoli alla coltivazione degli Agrumi.....	52
5.3. Attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo e del mandorlo	54
6. CONCLUSIONI.....	57
7. ALLEGATO 1 - PIANO DI CONCIMAZIONE.....	59

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 3
---	--	--------------

1. PREMESSA

Il seguente elaborato è redatto in risposta al parere espresso dalla Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato della difesa dell'ambiente con nota prot. n. 0122182 del MASE pubblicata in data 26/07/2023.

In particolare, il Nucleo Direzione Generale della difesa dell'ambiente nell'analisi degli aspetti di natura ambientale al punto 3. osserva:

"In relazione alla componente suolo e sottosuolo si ritiene necessario che tale componente venga descritta e caratterizzata anche come risorsa pedologica e che gli impatti si riferiscano anche a questo aspetto. A tal proposito si ritiene opportuna l'elaborazione uno studio pedologico specifico mirato alla classificazione di capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, anche attraverso analisi di laboratorio su un numero congruo di campioni, nonché la definizione di uno strumento di monitoraggio dei suoli che consenta di verificare ex ante, in itinere ed ex post l'andamento delle proprietà pedologiche più significative nei confronti di eventuali impatti dell'opera durante l'esercizio. Tale analisi risulta inoltre di fondamentale importanza al fine di valutare la effettiva e concreta fattibilità del piano colturale prospettato, nonché la sua effettiva adeguatezza a quelle che sono le caratteristiche dei suoli del sito d'intervento. Lo studio pedologico deve essere basato su un inquadramento generale dell'area in piccola scala e deve essere redatto uno studio di dettaglio con almeno un profilo definito per ogni singola unità cartografica e una serie di trivellate speditive per confermare i dati generali e la classificazione deve essere basata sulla Soil Taxonomy e comprendere, pertanto, le analisi di laboratorio. La rappresentazione della Land Capability Classification deve tener conto delle classi e rappresentare per indici i limiti ritrovati. Il dato deve essere oggettivo e riscontrabile in campo e non soggettivo o meramente descrittivo;"

Pertanto, è stato redatto uno specifico studio pedologico, sulla base della classificazione della capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, e analisi di laboratorio di campioni di suolo.

La relazione analizza e interpreta i dati riportati dalle analisi dei campioni di terreno prelevati, eseguite dal laboratorio Tinti S.r.l. (Laboratorio analisi alimenti & ambiente, con sede legale in Via Roma 262, 09037 San Gavino Monreale – SU).

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 4
---	--	--------------

2. ANALISI PEDOLOGICA

2.1. Inquadramento geo-litologico

La Piana del Campidano è caratterizzata da una vasta superficie sub-pianeggiante o debolmente ondulata, modellata sui potenti depositi detritici plio-quadernari di varia origine. Essa rappresenta l'estremità settentrionale della fossa tettonica plio-quadernaria nota come "Graben campidanese", che si sviluppa dal golfo di Oristano a quello di Cagliari. Tale graben (fossa tettonica, ovvero una porzione di crosta terrestre sprofondata a causa di un sistema di faglie dirette) è costituito da oltre 1500 m di sedimenti marini quali marne, calcari, calcareniti fossilifere, alternati a depositi vulcanici del ciclo calco-alcalino, a cui si aggiungono ulteriori 800 m di depositi sedimentari e vulcanici del Plio-Quadernario. Questi depositi sono il risultato della colmata operata dal Paleo Tirso e dai suoi affluenti nel Pleistocene e nell'Olocene. Questa successione è costituita da sedimenti continentali sui quali poggiano potenti depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici, raccordata ai depositi marini quadernari presenti nelle zone costiere.

Il sottosuolo è quindi caratterizzato dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argillo-limose. Localmente sono presenti anche dei livelli torbosi. I singoli orizzonti, spesso lentiformi, presentano spessori molto variabili da un luogo all'altro, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche.

Nel Campidano si sviluppa la parte terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, che grande importanza hanno avuto, con la loro azione erosiva, di trasporto e di sedimentazione nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento che hanno portato alle attuali forme del paesaggio. L'area, oggi pressoché pianeggiante, è caratterizzata dalla presenza di terrazzi fluviali dovuti alle inondazioni dei fiumi gravitanti nell'area. Nella piana si riconoscono diversi ordini di terrazzi, da quelli più recenti ai più antichi. I terrazzi possono essere differenziati anche per il tipo di depositi che li caratterizzano e per il tipo di suolo che su di essi si è evoluto.

I terrazzi attuali e sub-attuali si trovano nell'area di golena e sono costituiti da sabbie quarzose fini e ghiaie e ciottoli eteromorfi e poligenici: su di essi si sono evoluti dei suoli, denominati *Terreni di Bennaxi*, che presentano elevate potenzialità per l'uso agricolo.

I terrazzi più antichi, che si sviluppano a quote più alte rispetto ai primi, sono caratterizzati da livelli di ciottoli e ghiaie poligeniche ed eterometriche, in matrice sabbio-limo-argillosa ferrettizzata, fortemente addensati: su di essi si sono evoluti suoli meno fertili dei precedenti, denominati *Terreni di Gregori*.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 5
---	--	--------------

Il territorio di Siamaggiore non vede affiorare formazioni antecedenti al quaternario a causa del loro ricoprimento da parte delle formazioni detritiche successive per il loro ribassamento per motivi tettonici. Il quaternario è rappresentato da alluvioni antiche e recenti e da depositi colluviali e di versante, questi ultimi rinvenibili soprattutto ai bordi della fossa in prossimità dei rilievi. **I sedimenti più antichi** sono costituiti da ciottoli arrotondati di diversa natura, provenienti generalmente dal basamento cristallino, inglobati in una matrice prevalentemente arenacea e subordinatamente argillosa. Questi sedimenti **ricoprono pressoché tutta la piana campidanese con spessori variabili ma generalmente superiori alle decine di metri**. I terreni più recenti sono costituiti dalle alluvioni di piena dei corsi d'acqua principali, e si dispongono conseguentemente lungo le depressioni scavate dagli stessi fiumi.

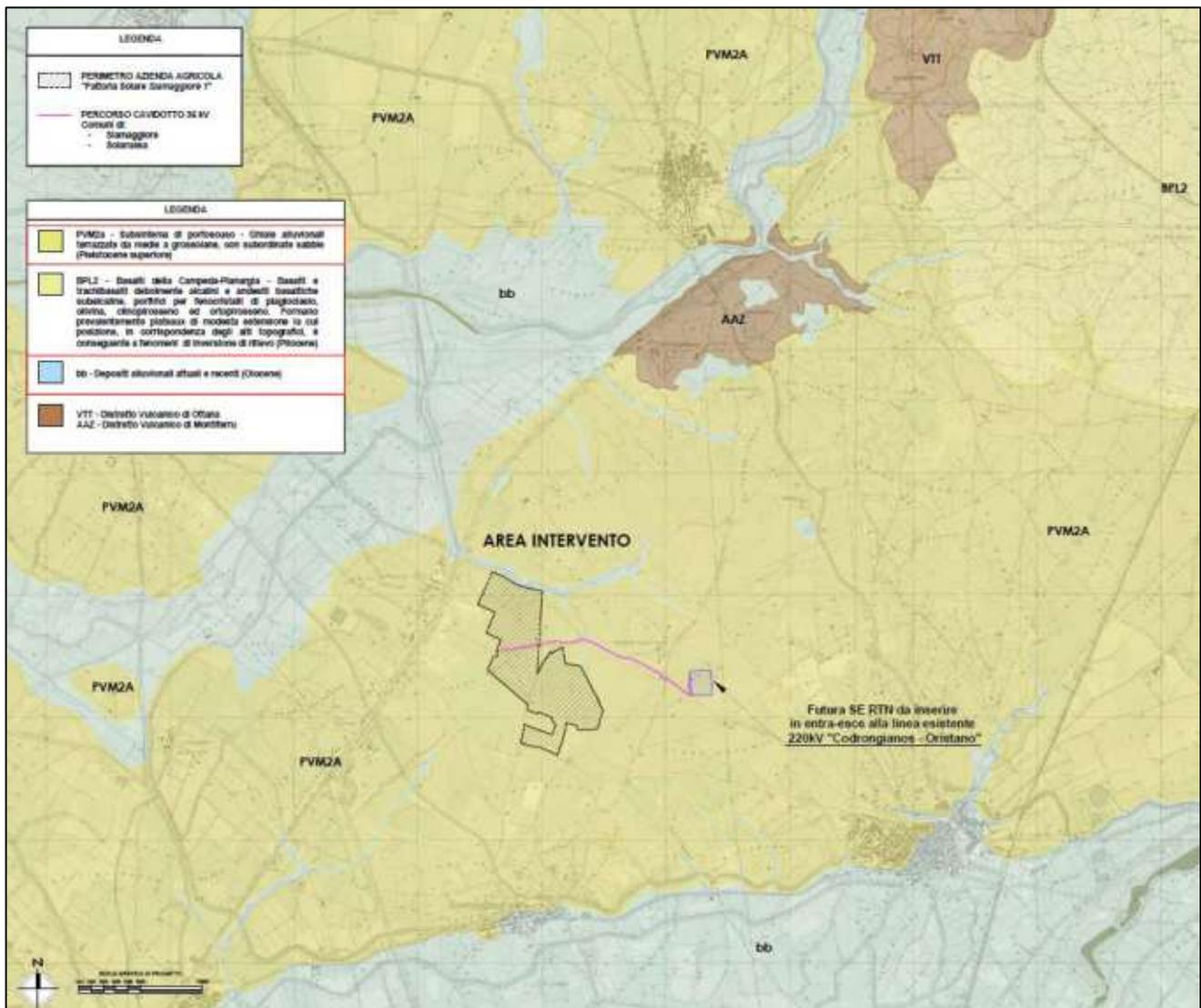


Figura 1: Stralcio della Carta Geologica dell'area (Fonte PPR Sardegna)
Riferimento Elaborato Grafico "2102_T.A.21_Cartografia PPR - Carta Geologica_Rev01"

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 6
---	--	--------------

Come è possibile osservare dall'estratto della Carta Geologica sopra riportato l'area d'intervento ricade completamente all'interno di una estesa superficie occupata dai terrazzi più antichi (**unità stratigrafica PVM2a: Subistema di Portoscuso; Pleistocene Superiore**) costituiti da **ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie**. Solo il confine a nord dell'area entra a contatto con un piccolo lembo di terreni costituito da sedimenti provenienti da depositi alluvionali recenti (unità stratigrafica bb: Olocene), costituiti da sabbie e in subordine limi e argille.

Nell'area di studio le alluvioni antiche si appoggiano ai rilievi sedimentari e vulcanici terziari spingendosi talora fino a quote molto elevate, rinvenendosi sulla dorsale di Su Barrocu con quote massime dell'ordine dei 38 m. Esse rappresentano il tipo di affioramento più antico ed esteso del territorio comunale di Siamaggiore.

Gli elementi costitutivi dell'alluvione sono soprattutto **ciottoli di quarzo e di metamorfiti, sabbie e ghiaie**. In taluni settori i singoli elementi, di forma generalmente subarrotondata possono raggiungere dimensioni ragguardevoli, superando frequentemente i 10÷15 cm di diametro.

2.2. Inquadramento pedologico e scelta delle unità cartografiche attraverso l'identificazione di aree omogenee

Il collegamento tra suolo, profilo e paesaggio viene realizzato attraverso "l'Unità di Paesaggio" che permette di correlare le tipologie di suoli rilevate in un certo ambiente, definito da un sistema e un sottosistema.

Al di sopra del litotipo descritto, ove ricadono i terreni in analisi, la Carta dei suoli della Sardegna (scala 1:250000) individua un'unica unità pedologica (unità 26), facente parte dell'unità di paesaggio dei *Paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene*. I suoli tipici di questa unità sono i Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs e subordinatamente Xerofluvent e Ochraqualfs, secondo il Sistema di Classificazione dei Suoli (Soil Taxonomy) dell'U.S.D.A. (classificati come Haplic Nitosols nel sistema WRB F.A.O.).

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 8
---	--	--------------

QUOTE:

Da 0 a 300 m. s.l.m.

USO ATTUALE:

Prevalentemente agricolo.

SUOLI PREDOMINANTI:

Typic, Aquic ed Ultic Palexeralfs.

SUOLI SUBORDINATI:

Xerofluvents, Ochraqualfs.

CARATTERI DEI SUOLI:

Profondità: profondi.

Tessitura: da franco-sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa in superficie, da franco-sabbiosa-argillosa ad argillosa in profondità.

Struttura: poliedrica angolare e subangolare.

Permeabilità: da permeabili a poco permeabili.

Erodibilità: moderata.

Reazione: da subacida ad acida.

Carbonati: assenti.

Sostanza organica: scarsa.

Capacità di scambio cationico: da bassa a media.

Saturazione in basi: da saturi a desaturati.

LIMITAZIONI D'USO:

Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione.

ATTITUDINI:

Colture erbacee e, nelle aree più drenate, colture arboree anche irrigue.

CLASSE DI CAPACITÀ D'USO:

III-IV.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 9
---	--	--------------

Commento

L'unità caratterizza un'ampia parte delle aree di pianura della Sardegna e si riscontra sui substrati quaternari antichi (Pleistocene). L'evoluzione dei suoli è molto spinta, con formazione di profili A-Bt-C e A-BTg-Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. A tratti sono cementati per la presenza di Ferro, Alluminio e Silice in relazione alla maggiore o minore età del suolo stesso. Anche la saturazione è in relazione all'età ed alle vicende paleoclimatiche. Nonostante l'abbondanza di scheletro, questi suoli presentano difetti più o meno rilevanti di drenaggio, che costituiscono una delle principali limitazioni all'uso agricolo. La permeabilità è condizionata dalla illuviazione di materiali argilliformi, dalla cementazione e talvolta dall'eccesso di sodio nel complesso di scambio. La stessa destinazione d'uso è condizionata da questi caratteri, talvolta difficilmente modificabili.

La messa a coltura e l'irrigazione comportano necessariamente degli studi approfonditi e cartografia di dettaglio, per la scelta, caso per caso, degli interventi e degli ordinamenti produttivi. Questi problemi sono particolarmente importanti per gli Aquic ed Ultic Palexeralfs e per gli Ochraqualfs, che necessitano di interventi massicci per migliorare la struttura, la permeabilità e il drenaggio. In assenza di tali interventi appare difficile una loro idoneità alle colture, soprattutto a quelle arboree.

Questi problemi permangono nei Typic palexeralfs, ma in misura minore. Tuttavia anche in questi è opportuno intervenire per il miglioramento dei caratteri fisici, soprattutto nelle aree irrigue ed irrigabili.

Sia le caratteristiche osservate durante la ricognizione di campo che quelle individuate dalle analisi di laboratorio, come vedremo in seguito, fanno ascrivere la tipologia di suolo presente a quella dei **Typic palexeralfs**.

2.3. Descrizione del profilo pedologico

Il suolo è profondo, disposto su una superficie subpianeggiante (quota media: 35 m. s.l.m.; pendio medio: 3%), con una tessitura che varia da franco-sabbiosa in superficie a franco-sabbiosa-argillosa in profondità. Nel profilo, visibile dalle scarpate laterali che si trovano lungo i margini dei terreni, si distinguono due orizzonti.

L'orizzonte superficiale (orizzonte A) ha spessore variabile dai 40 ai 60 cm, con un contenuto in scheletro inferiore ed una colorazione più chiara rispetto all'orizzonte sottostante. Sopra di esso agisce un lento processo di eluviazione, con perdita di argilla, ferro e alluminio e concentrazione di minerali più resistenti.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 10
---	--	---------------

L'orizzonte sottostante (orizzonte B) ha una frazione di scheletro molto superiore all'orizzonte superficiale, mostrando un accumulo di ciottoli tipico dei depositi di origine fluviale, ed una colorazione arancio-rossastra. Lo spessore di questo orizzonte supera i 100 cm. Non si osserva localmente la presenza di intercalazioni tra gli strati di lenti di argille a formare orizzonti argillici evidenti (orizzonte Bt); queste, generalmente, si rinvencono con maggior frequenza nel settore prossimo alle aree retro arginali.



Figura 3: Profili naturali osservati nell'area d'indagine

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 11
---	--	---------------



Figura 4: particolare dello strato superficiale del suolo nell'area di indagine e vegetazione ad esso associata

CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE PRINCIPALI

Rocciosità affiorante: assente.

Pietrosità: minima nello strato superficiale (<2%), frequente nello strato profondo (15-35%). Lo strato superficiale presenta un grado di pietrosità tale da non interferire con le lavorazioni delle più comuni colture a pieno campo.

Profondità utile alle radici: > 100 cm, non si rinvencono limitazioni allo sviluppo degli apparati radicali fino ad almeno 100 cm di profondità.

Disponibilità di ossigeno per le piante: moderata per valori di permeabilità complessivamente medi per porosità (localmente medio-alta nell'orizzonte profondo a matrice più grossolana). L'acqua è rimossa dal suolo prontamente, ma non rapidamente. L'acqua libera circolante all'interno del profilo si trova in profondità e non inibisce la crescita delle radici.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 12
---	--	---------------

Erosione: assente.

Salinità: assente.

Sodicità: assente.

Fessure: assenti.

Rischio di inondazione: assente.

Permeabilità: medio-alta per porosità.

Ruscellamento superficiale: assente.

Falda: profonda. Nessuna limitazione.

Available Water Capacity (AWC): moderata (100 mm per i dati storici della stazione di Oristano, fino a 250 mm come riferimento standard per la tipologia di suolo e di substrato litologico individuati nell'area di studio).

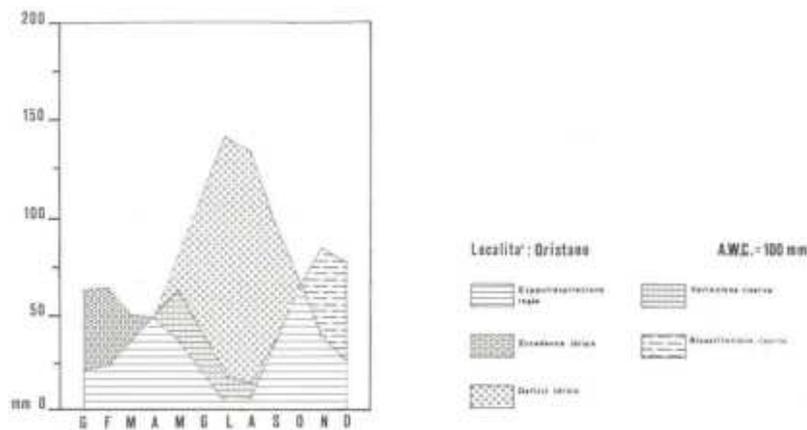


Figura 5: Bilancio idrologico della stazione di Oristano

Indicatori di fertilità

Tabella 1: Indicatori di fertilità del suolo

PARAMETRO	Topsoil	Subsoil
CSC	bassa	bassa
Azoto	povero	povero
Fosforo assimilabile	basso	molto basso
Sostanza organica	molto bassa	molto bassa
Ca scambiabile	molto basso	molto basso
Mg scambiabile	basso	basso
K scambiabile	basso	basso

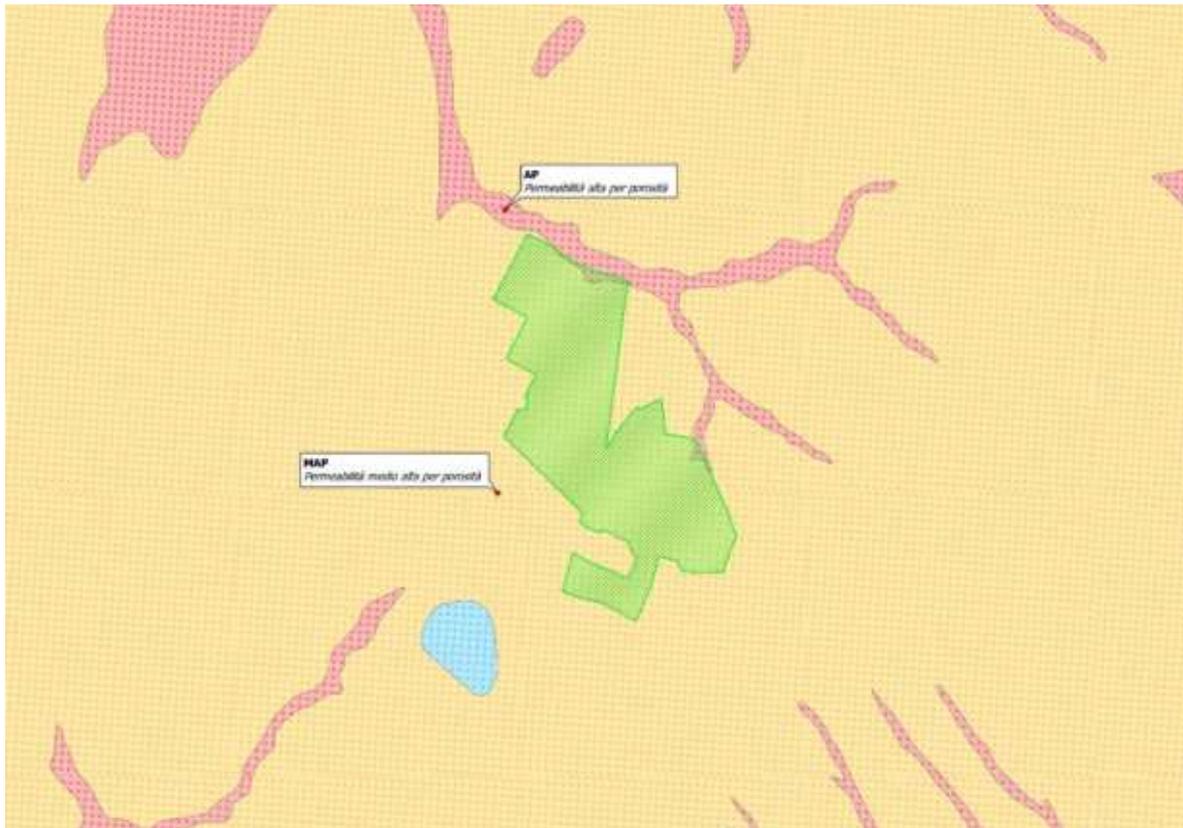
Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 13
---	--	---------------

Permeabilità del substrato

Dall'analisi della cartografia del PPR Sardegna, emergono i seguenti caratteri pedologici del terreno:

- la litologia del terreno è classificata come:
 - C1.2: "Depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille, conglomerati, arenarie, siltiti, peliti)";
- la permeabilità del terreno che caratterizza l'area vasta in esame è:
 - MAP: "Permeabilità medio alta per porosità";
 - AP: "Permeabilità alta per porosità", in una porzione molto ristretta dell'area, lungo alcuni tratti perimetrali.

L'area in esame non presenta problemi di ristagni idrici superficiali in quanto la presenza di ciottoli di varie dimensioni ed una matrice poco argillosa, determina un buon drenaggio delle acque meteoriche in profondità. L'area, dunque, non necessita di ulteriori opere di canalizzazione, per cui l'utilizzo agronomico delle terre può facilmente essere indirizzato verso la piantumazione e coltivazione di essenze produttive arboree, sia a scopo produttivo che a scopo di copertura del suolo tramite piantumazione di specie arboree legnose permanenti. Si prevede, comunque, l'implementazione di lavorazioni preliminari di miglioramento del terreno per permettere sia le operazioni colturali di impianto che la corretta gestione delle colture in fase di esercizio.



Unità geolitologica	Permeabilità	Classe
Calcari, dolomie e calcari dolomitici del Paleozoico e Mesozoico	Alta per fessurazione e carsismo	1
Sabbie eoliche dell'Olocene	Alta per porosità	1
Calcari organogeni, calcareniti, arenarie, conglomerati del Miocene	Complessivamente medio-alta per porosità nei termini detritici, alta per fessurazione e/o carsismo nei termini carbonatici	2
Alluvioni, conglomerati, arenarie eoliche dell'Olocene:		
a) sedimenti alluvionali sabbioso-ghiaiosi compresi oltre la fascia dei 2 Km dalla linea di costa	a) medio-alta per porosità	2
b) sedimenti alluvionali limo-argillosi entro la fascia dei 2 Km dalla linea di costa	b) complessivamente medio-bassa per porosità, localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana	4

Figura 6: Carta della permeabilità dei substrati della Sardegna

2.4. Modalità di prelievo dei campioni

Per stabilire i punti in cui effettuare il prelievo dei campioni è stata applicata una griglia misurata sull'area d'indagine e scelti i punti di intersezione del reticolo, posti ad una distanza di 100 m l'uno dall'altro. I punti del reticolo ricadenti vicino il perimetro sono stati esclusi dal campionamento per evitare di prelevare campioni che possono presentare anomalie (influenza di fattori esterni per "effetto bordo").

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 15
---	--	---------------



Figura 7: Punti di campionamento analisi del terreno

Una volta individuati i siti di campionamento si è proceduto al prelievo dei campioni elementari in campo. Per ogni campionamento effettuato è stata dapprima rimossa la vegetazione soprastante, successivamente è stata scavata una piccola buca a pareti verticali fino alla profondità di 60 cm, dopodiché è stata prelevata una fetta verticale della parete esposta, rimuovendo i primi 5 cm dello strato superficiale. Per ogni prelievo è stato prelevato un subcampione rappresentativo dello strato superficiale (topsoil: tra i 5 e i 30 cm) ed uno di quello più profondo (subsoil: tra i 30 e i 60 cm). In totale sono stati prelevati n.53 subcampioni elementari in superficie e n.53 subcampioni elementari in profondità.

I sub campioni prelevati alla stessa profondità sono stati infine mescolati tra loro e successivamente estratti due campioni finali, uno rappresentativo delle caratteristiche del suolo in superficie (topsoil) e uno rappresentativo delle caratteristiche del suolo in profondità (subsoil). I campioni finali sono stati opportunamente conservati e consegnati al laboratorio che ha effettuato le analisi chimiche.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 16
---	--	---------------

3. INTERPRETAZIONE DELLE ANALISI CHIMICHE DEI TERRENI

Sono stati processati in laboratorio i seguenti parametri del suolo:

- Tessitura;
- Ph;
- Salinità: conducibilità elettrica dell'estratto acquoso - Ece
- Calcare totale e calcare attivo;
- Sostanza organica;
- Carbonio organico;
- Azoto totale (N totale);
- Rapporto carbonio/azoto (C/N);
- Coefficiente di mineralizzazione
- Fosforo assimilabile;
- Potassio scambiabile (K scambiabile);
- Magnesio scambiabile (Mg scambiabile);
- Calcio scambiabile (Ca scambiabile);
- Rapporto Magnesio/Potassio (Mg/K);
- Rapporto Calcio/Magnesio;
- Capacità di scambio cationico (C.S.C.);
- Grado di saturazione in basi (GSB);
- Sodicità.

Di seguito si riportano i rapporti delle analisi dei campioni restituiti dal laboratorio incaricato.



Rapporto n° 1560/23

il 15/04/2023

RAPPORTO DI PROVA

Campione di: **TERRENO AGRICOLO RIF. ORRU' - PROGETTO TRAMATZA-SIAMAGGIORE**
 Fornito da: **CLIENTE**
 Analisi richiesta da: **EF AGRI - SOCIETA' AGRICOLA A.R.L. - VIA DEL BRENNERO 111 - TRENTO**
 Prelevato da: **CLIENTE** - Contenuto in recipiente EUSTA.
 Pervenuto in laboratorio il **13/03/2023**
 Inizio esecuzione prova il **13/03/2023**
 Data fine prova: **15/04/2023**

RISULTATI

Parametri	Valori	Unità di misura	VALUTAZIONE
Sabbia	65	%	
Limo	15	%	
Argilla	20	%	
Calcare totale	0,1	%	Fovente
Calcare attivo	0,01	%	Scarso
Indice di plasticità	9,64		Mediamente plastico
pH	6,6		Subacido
Conducibilità elettrica	0,097	mS/cm	Terreno lisciviato-poco fertile
Sostanza organica	0,90	%	Molto bassa
Carbonio organico	0,52	%	Scarso
Azoto totale	0,8	% N	Fovente
C/N	6,54		Scarso - Liberazione di Azoto
Coeff. Mineralizzazione	0,86		
Fosforo assimilabile	7	ppm P	Basso
Potassio scambiabile	50	ppm K	Basso
Calcio scambiabile	800	ppm Ca	Molto basso
Magnesio scambiabile	55	ppm Mg	Basso
Sodio scambiabile	35	ppm Na	Normale
Capacità Scambio Cationico	5,54	meq/100gr	Bassa
K% CSC	2,31	%	Medio
Ca% CSC	72,00	%	Medio
Mg% CSC	8,16	%	Medio
E.S.P. [% Na Scambiabile]	2,75	%	Normale
GSB [Grado Saturaz. Basi]	85,22		Molto alto

Si dichiara che tale rapporto riguarda solo il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto integralmente e/o parzialmente, salvo approvazione scritta del laboratorio medesimo.

Via Roma, 262 - 08017 San Gavino M. (CA) - Tel. 0799338384 - Fax 079 9376608 - P.IVA: 01651270952 - email: lab.tinti@gmail.com

Ca/Mg	8,87		Normale
Mg/K	3,52		Ottimale
S.A.R.	0,32	%	Normale
Cloruri solubili	4,5	ppm	Scarso

Il responsabile del Laboratorio

Dr. Massimo Zampieri



Figura 8: Rapporto di prova campione A (Topsoil)

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 20
---	--	---------------

CAMPIONE	CLASSIFICAZIONE SUOLO	GRADO DI TESSITURA
A	Franco sabbioso/ Franco sabbioso argilloso	Variabile, da moderatamente fine a moderatamente grossolana
B	Franco sabbioso argilloso	Moderatamente fine

Ne risulta che il terreno presenta caratteristiche granulometriche simili: il terreno in superficie mostra caratteristiche intermedie tra suoli Franco sabbiosi e Franco sabbiosi argillosi, con un grado di tessitura variabile, da moderatamente fine a moderatamente grossolana; in profondità il grado di tessitura moderatamente fine, tipica caratteristica di suoli franco sabbiosi argillosi.

Poiché le caratteristiche fisiche della sabbia, del limo e dell'argilla sono molto diverse tra loro, la predominanza di una frazione sull'altra influenza fortemente le caratteristiche fisiche e agronomiche del terreno.

Le proprietà dei suoli influenzate dalla tessitura possono essere schematicamente riassunte nella tabella seguente:

PROPRIETÀ DEL SUOLO	SABBIOSO	LIMOSO	ARGILLOSO
Areazione	eccellente	buona	scarsa
Drenaggio	eccellente	buono	scarso
Capacità di trattenere i nutrienti	bassa	media	alta
Capacità di trattenere l'acqua	bassa	media	alta

Un buon terreno agrario normalmente è costituito da una miscelanza equilibrata di sabbia, limo e argilla: tali suoli sono denominati "franchi". La prevalenza di una delle tre frazioni viene indicata con un aggettivo che meglio completa e definisce la classificazione tessiturale (es. un suolo franco dove predomina la sabbia viene chiamato "franco sabbioso"). Dalle osservazioni in campo la stratigrafia del suolo presenta orizzonti superficiali caratterizzati dalla presenza diffusa delle particelle più piccole dello scheletro (principalmente ghiaino e ghiaia con presenza di ciottoli e pietre) e in quelli più in profondità accumuli evidenti di scheletro con prevalenza di pietre e ciottoli. In questi suoli si osserva che la vegetazione spontanea prevalente costituita da essenze vegetali come ginestra, rosmarino, ulivo, asparago, lentisco, graminacee, asteracee ecc cresce regolarmente e ciò dimostra che le caratteristiche fisiche del luogo non sono sfavorevoli alla loro crescita e sviluppo, infatti la tessitura rilevata presenta contenuti in sabbia, limo e argilla in proporzioni ottimali sufficienti a far considerare il suolo come franco con lievi estensioni di classificazione che non modificano il buon potenziale tessiturale dello stesso e anche la presenza sotto-superficiale di uno strato pedogenetico grossolano può rappresentare un punto di forza se viene considerato con funzione di favorire il drenaggio per

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 21
---	--	---------------

colture che non amano il ristagno idrico come mandorli, agrumi, e olivo. Di fatto lo strato attivo del suolo anche se ha una composizione granulometrica idonea, presenta una struttura compatta e tenace per scarsa presenza di sostanza organica che risulta insufficiente a favorire la formazione di complessi con le particelle terrose e soprattutto argillose tali da assicurare il giusto grado di porosità del suolo (come richiesto dalle colture agrarie) per un buon regime idrologico (permeabilità all'aria e all'acqua, velocità di infiltrazione e grado di diffusione delle acque). Va sottolineato il fatto che la quantità di argilla (dal 20-25%) (componente colloidale inorganica) è da ritenere ad un livello comunque sufficiente a poter complessare la sostanza organica e favorire la formazione di aggregati organo-minerali che migliorano la struttura e la porosità del suolo.

È necessario, pertanto, eseguire pratiche agronomiche e culturali che prevedono sovesci, apporti di ammendanti e sostanza organica in modo da favorire un graduale processo di interazione costante e continua tra componente argillosa (colloidi inorganici) e componente organica (colloidi organici: acidi umici, acidi fulvici, umati ecc). Attraverso un graduale processo di arricchimento in carbonio organico del suolo si raggiunge in modo sostenibile il miglioramento della fertilità fisico-chimica e biologica del suolo che incrementano la CSC e orientano al consolidamento e alla stabilità di un ambiente pedologico vocato a rigenerare, favorire e mantenere un microbioma attivo utile a sostenere un buon processo di crescita delle colture agrarie.

Si specifica tuttavia che la tessitura di un terreno, pur fornendo precise indicazioni agronomiche, deve essere messa in correlazione con tutti gli altri parametri chimici presenti nel suolo per poter individuare la sua capacità d'uso, come verrà illustrato nei paragrafi successivi.

3.1.1. Considerazioni pedologiche su struttura e fertilità del suolo

L'organizzazione delle particelle terrose in aggregati stabili (struttura), caratterizza il grado di porosità all'aria e all'acqua (macro e la microporosità, quindi l'aerazione (macropori) e la capacità di ritenzione idrica (micropori) del suolo, da cui dipendono tutte le attività biologiche e il grado di lisciviazione del profilo.

Durante la stagione estiva il terreno presenta una eccessiva compattezza e resistenza alla lavorabilità. La causa principale non è legata alla tessitura del suolo in quanto, come già precisato, è prossima ad un terreno franco, ma può essere ricondotta alla scarsa presenza di sostanza organica (humus) del terreno e di una essenziale attività microbica che porta alla formazione di colloidi organici (acidi umici e acidi fulvici) utili a poter ripristinare un buon stato di aggregazione delle particelle terrose (verso una struttura glomerulare) con formazioni di composti argillo-umico utili a ridurre la compattezza e la lavorabilità e quindi garantire le proprietà fisiche del suolo come permeabilità all'acqua, all'aria e

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 22
---	--	---------------

alle radici, grado d'infiltrazione e di percolazione all'acqua, ecc. Va evidenziato che all'interno di qualsiasi sostanza umica ci sono un gran numero di molecole complesse di umati (sali metallici (minerali) di acidi umici (HAs) o acidi fulvici (Fas)) con capacità dei gruppi di carbossile (COOH) e di idrossile (OH) (sulla parte esterna dei polimeri) di dissociare (espellere) lo ione di idrogeno. Una volta che gli ioni di idrogeno sono dissociati, il risultato è un anione con carica negativa (COO⁻ o -CO⁻). Due di questi anioni possono legarsi a cationi metallici positivi, quali ferro (Fe⁺⁺), rame (Cu⁺⁺), zinco (Zn⁺⁺), calcio (Ca⁺⁺), manganese (Mg⁺⁺) e magnesio (Mg⁺⁺). Quindi, la composizione umata di qualsivoglia sostanza umica è specifica per tale sostanza con proprie caratteristiche.

Le sostanze umiche sono una buona fonte di energia per gli organismi biologici del suolo (alghe, lieviti, batteri, funghi, nematodi, micorrize e piccoli animali) che svolgono molte funzioni benefiche e che influenzano la fertilità del suolo e la salute delle piante. I batteri rilasciano acidi organici che aiutano nella solubilizzazione di elementi minerali legati nel terreno e rilasciano anche polisaccaridi complessi (composti a base di zucchero) che contribuiscono a creare aggregati che conferiscono al suolo una struttura auspicabile. Altri microrganismi benefici del suolo, quali Micobatteri rilasciano degli antibiotici nel terreno. Questi antibiotici vengono assorbiti dalla pianta per proteggerla contro i parassiti. Gli antibiotici servono anche per creare graditi equilibri ecologici di organismi del suolo sia sulla superficie della radice (rhizoplane) che nel suolo in prossimità delle radici (rizosfera). Anche i funghi eseguono molte funzioni benefiche nei terreni; ad esempio, le micorrize aiutano le radici delle piante ad assorbire acqua e oligoelementi. Altri funghi decompongono i residui delle colture e la materia vegetale rilasciando sostanze nutritive per gli altri organismi. Molti dei composti organici rilasciati dai funghi aiutano a formare humus e aggregati di suolo. Gli animali terricoli creano tunnel come canali nel terreno che aiutano il terreno a scambiare gas con l'atmosfera e a favorire i processi aerobici per formare humus contribuendo ad equilibrare la concentrazione di microrganismi nel suolo. Un terreno fertile e sano deve includere sufficienti composti aventi carbonio per sostenere i miliardi di forme di vita microscopiche necessarie per un terreno fertile ed una pianta sana. Un terreno ricco di esseri viventi è un terreno vivo, sano e fertile. L'humus migliora la capacità di ritenzione idrica del suolo e quindi a trattenerla all'interno della zona radicale. A causa della grande superficie e delle cariche elettriche interne, le sostanze umiche funzionano come spugne, vale a dire hanno la capacità di trattenere acqua pari a sette volte il loro volume, dunque una maggiore capacità di ritenzione idrica rispetto alle argille. Pratiche di produzione che prevedono l'impiego di fertilizzanti a base di umati sono spesso in grado di fare raccolti durante i periodi di siccità. Le sostanze umiche neutralizzano il pH del terreno e liberano anidride carbonica. L'aggiunta di sostanze umiche ai terreni aiuta a neutralizzare il pH del terreno. Una volta che il terreno viene neutralizzato, molti oligoelementi

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 23
---	--	---------------

precedentemente vincolati nel terreno e quindi non disponibili per l'apparato radicale, a causa delle condizioni alcaline o acide, diventano disponibili per le radici delle piante. Le sostanze umiche liberano anche l'anidride carbonica (CO₂) dai carbonati di calcio presenti all'interno del suolo. La CO₂ rilasciata può essere catturata dalla pianta o può formare acidi carbonici che agiscono sui minerali del suolo, rilasciando sostanze nutritive per piante.

Quando sulla superficie della sostanza umica avviene una reazione complessa con i cationi metallici essa è definita chelazione; si formano artigli organo-metallici, acidi organici che provocano la dissoluzione dei minerali primari e secondari all'interno del terreno. Questi minerali diventano poi disponibili per essere assorbiti dalle radici delle piante. Maggiore è l'affinità del catione metallico dell'acido umico (HA) o acido fulvico (FA), più facile è la dissoluzione del catione dalle varie superfici minerali. Sia l'effetto acidico che gli effetti di chelazione sembrano essere coinvolti nella dissoluzione dei minerali e nei processi vincolanti. La chelazione degli elementi nutritivi vegetali come ferro (Fe), rame (Cu), zinco (Zn), magnesio (Mg), manganese (Mn) e calcio (Ca) riduce la loro tossicità come cationi, previene la loro lisciviazione ed aumenta la loro percentuale di assorbimento da parte delle radici delle piante. I cationi con carica più due presenti nel chelato non possono essere sostituiti da un catione con carica singola come H⁺, K⁺ o Na⁺. I cationi con una carica positiva sono incapaci di sostituire uno ione metallico, come Cu⁺⁺ con due cariche positive. I chelati forniscono il meccanismo vettore attraverso il quale gli elementi nutritivi esauriti vengono reintegrati alla superficie della radice. Il processo di chelazione aumenta anche il flusso di massa di elementi micronutrienti minerali alle radici. La chelazione di metalli pesanti tossici presenti nel suolo è anche influenzata dalle sostanze umiche presenti. I metalli liberi come: Fe²⁺, Cu²⁺ e Zn²⁺ non sono compatibili con le cellule vegetali. Le applicazioni dirette di sali metallici, come il solfato di ferro, il solfato di rame e il solfato di zinco possono causare seri problemi quando i terreni mancano di sostanze umiche sufficienti per effetto tampone. Le sostanze umiche [acidi umici (HAs) e acidi fulvici (FAs)] presenti nella zona radicale riducono la tossicità dei cationi metallici.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 24
---	--	---------------

3.2. Reazione del terreno (pH)

Le analisi riportano valori di reazione del terreno molto buoni con valori **prossimi alla neutralità, con pH compreso tra 6.6 in superficie (campione A) e 6.9 (campione B)**.

Il pH del suolo è una proprietà fondamentale in grado di influenzare molti processi fisici, chimici e biologici. Esso influenza la solubilità degli elementi nutritivi e l'attività dei microrganismi responsabili della decomposizione della sostanza organica e della maggior parte delle trasformazioni chimiche che avvengono nel suolo, regolando, pertanto, la disponibilità di molti nutrienti per le piante. L'acidità e l'alcalinità dei suoli deriva da numerose e differenti fonti. Nei suoli posti in sistemi naturali, il pH è influenzato dalla mineralogia, dal clima e dai processi di formazione del suolo; nei suoli coltivati, il pH è influenzato dall'uso dei fertilizzanti e dai processi di assimilazione degli elementi nutritivi (in particolare potassio, calcio e magnesio) da parte delle piante.

L'intervallo di pH prossimo alla neutralità risulta accettabile per gran parte delle specie di piante coltivate, poiché la maggior parte degli elementi nutritivi è prontamente disponibile in tale intervallo e solo per alcune specie di piante sono necessari valori di pH al di sopra (piante basofile) o al di sotto di tali valori (piante acidofile). **Al fine di perseguire miglioramenti dei livelli di fertilità del terreno i valori di pH riscontrati rappresentano una valida base e punto di forza.**

3.3. Salinità: conducibilità elettrica dell'estratto acquoso - E_{Ce}

Il grado di **salinità** rilevato attraverso la misura della conducibilità elettrica del terreno risulta **normale** (0 - < 2 dS/m) per entrambi i campioni analizzati.

Campione A: 0,097 mS/cm = ds/m;

Campione B: 0,145 mS/cm = ds/m;

Le specie vegetali si distinguono tra loro per un diverso grado di tolleranza alla salinità. Le riduzioni di produttività variano in funzione della varietà colturale e delle condizioni climatiche durante la stagione vegetativa. Le piante di solito sono più sensibili ai sali durante le fasi di emergenza e di prime fasi della crescita. La tolleranza generalmente cresce con lo sviluppo della pianta.

I livelli bassi di Ec riscontrati sono indice di un terreno lisciviato poco fertile e i fenomeni osmotici vanno nella direzione di favorire l'assorbimento dell'acqua da parte delle radici dalla soluzione circolante del terreno senza sprecare energie per poter sopravvivere o modificare le sue caratteristiche morfologiche (sviluppo e ciclo vegetativo ridotto, suscettività a malattie e minor produzione).

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 25
---	--	---------------

Valori di conducibilità elettrica al di sotto di 0,5 mS/cm non hanno effetti negativi sulle produzioni agricole.

Tabella 1: Classi di salinità secondo Richards (1954) e il Soil Survey Manual dell'USDA.

Classe	ECe (dS/m)	Effetti sulle produzioni agricole
Non salino	<2	Effetti per lo più trascurabili
Molto debolmente salino	2-4	La produttività di colture molto sensibili si può ridurre
Debolmente salino	4-8	La produttività di molte colture è ridotta
Moderatamente salino	8-16	Solo colture tolleranti producono in modo soddisfacente
Fortemente salino	>16	Solo poche colture molto tolleranti producono in modo soddisfacente

D'altro canto, **generalmente bassi valori di conducibilità elettrica sono indice di scarsità di elementi solubili e quindi di scarsa fertilizzazione dei suoli.**

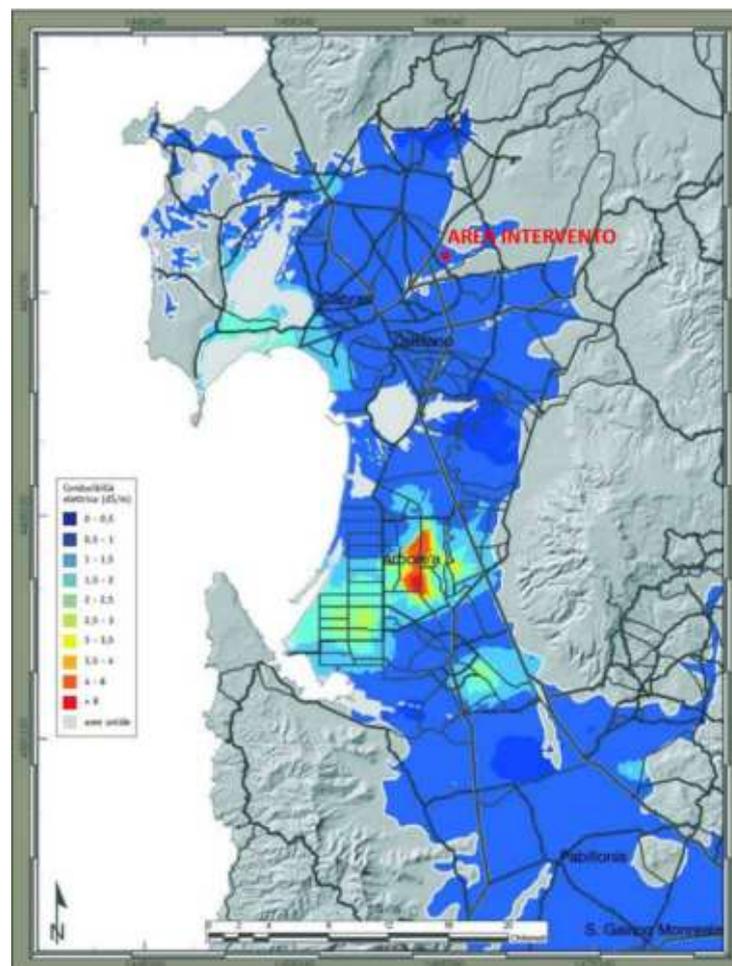


Figura 11: Estratto Carta della distribuzione dei suoli a differente grado di salinità – AGRIS Sardegna

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 26
---	--	---------------

3.4. Calcare totale e calcare attivo

Entrambi i campioni analizzati mostrano valori percentuali pari a **0,1% di calcare totale** e **0,01% di calcare attivo**. Trattasi quindi di suoli non calcarei, poveri in calcare totale e con scarsa presenza di calcare attivo. **Non si hanno nei terreni analizzati pertanto effetti negativi dovuti all'insolubilizzazione di alcuni nutrienti (come fosforo, ferro ecc) indispensabili per un normale sviluppo della pianta.**

Il calcare totale rappresenta convenzionalmente la componente minerale del terreno costituita prevalentemente dal carbonato di calcio, dal carbonato di magnesio e dal carbonato di sodio. Poiché il carbonato di calcio (CaCO_3) rappresenta la componente preponderante del calcare rispetto agli altri carbonati e poiché il metodo analitico non permette di effettuare una distinzione tra le varie forme, convenzionalmente il calcare del terreno viene espresso come carbonato di calcio. La sua presenza in quantità scarse è da considerarsi positiva per la sua funzione nutrizionale ma il ruolo del calcio e del magnesio è fondamentale sia come elemento strutturale nella formazione degli aggregati terrosi e sia come elemento nutrizionale per le piante.

Normalmente le particelle di questo sale con diametro inferiore a 2 mm sono più facilmente solubili e quindi vengono definite **calcare attivo** e influiscono incrementando il pH del terreno liberando ioni OH^- . Essendo scarso anche il valore del calcare attivo non viene **influenzata negativamente la disponibilità di fosforo e ferro in quanto non formano con essi dei composti fortemente insolubili e non assimilabili dalle piante**. Il calcare attivo rappresenta la frazione che reagisce più prontamente con le altre componenti del terreno; esso influenza la disponibilità di fosforo e ferro formando con essi dei composti. Elevate quantità di calcare attivo comportano la formazione di fosfati di calcio insolubili che sottraggono il fosforo dalla soluzione circolante del terreno a cui attingono le radici delle piante; questa insolubilizzazione può arrivare, secondo Tombesi et al. (1985), a bloccare fino al 30-40 % del fosforo presente nel terreno. Queste considerazioni valgono anche per il ferro.

La presenza di calcare nel suolo, entro certi limiti, è da considerarsi positiva per la funzione nutrizionale esplicita dal calcio nei riguardi delle piante e per gli effetti favorevoli sulla struttura e sulla mineralizzazione delle sostanze organiche.

Il contenuto in calcare totale condiziona, tanto quanto l'argilla, la velocità di degradazione della sostanza organica del terreno; maggiore è la quantità di calcare presente e maggiore è l'inerzia del terreno nei confronti dei processi di trasformazione dei composti organici. La velocità di questo processo viene descritta dal coefficiente di mineralizzazione.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 27
---	--	---------------

3.5. Sostanza organica

I suoli analizzati mostrano una % in sostanza organica compresa tra 0,8 e 0,9 %, risultando dunque scarsi in sostanza organica.

La sostanza organica ha un ruolo fondamentale nel terreno, mette a disposizione in modo lento ma continuo elementi nutritivi (N, P, K ecc.), stimola l'accrescimento e l'assorbimento radicale (mediante composti intermedi quali aminoacidi, nucleotidi, vitamine, auxine, antibiotici ecc.), agisce sulla microflora e microfauna, aumenta la C.S.C. e migliora le proprietà fisiche: struttura, permeabilità, capacità di trattenuta idrica, sofficità ecc.

Diversi fattori influenzano l'evoluzione della sostanza organica:

- Tipo di sostanza organica: quantità prodotta annualmente, composizione chimica (la lignina fornisce humus in maggior misura rispetto a composti solubili, amido e cellulosa), rapporto C/N: C/N=25 opt; C/N=50 sono più favorevoli alla mineralizzazione.
- Clima: in funzione principalmente di temperatura e piovosità (climi caldo aridi ⇒ ossidazione S.O. ⇒ mineralizzazione S.O. ⇒ EREMACAUSI)
- Tipo di terreno: in base al rapporto fase solida, liquida, gassosa; mineralizzazione con elevata presenza di ossigeno e torbificazione con scarsa presenza di ossigeno
- Intervento antropico: lavorazioni, sistemazioni, concimazioni, irrigazioni, avvicendamento ecc.

TRASFORMAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA NEL TERRENO, BILANCIO DELLA SOSTANZA ORGANICA E BILANCIO UMICO.

Quando si parla di trasformazione della sostanza organica si fa riferimento al coefficiente isoumico: quantità di humus stabile formato (dopo la decomposizione, tempo minimo 3 anni) da un quintale di prodotto tal quale. Verosimilmente per ogni quintale di sostanza organica si ottengono circa 10 kg di humus.

La sostanza organica è un fattore centrale nel funzionamento degli agroecosistemi: da essa, in quanto punto di partenza e di arrivo della evoluzione ciclica della materia, dipende la fertilità del suolo e la sua attitudine a sostenere nel tempo le colture, comprende residui di piante, di animali e di microrganismi, in vari stadi di decomposizione, e sostanze sintetizzate dalla popolazione vivente del terreno. La frazione organica è quindi costituita da:

- Biomasse vegetali, animali e microbiche;
- Necromasse integre o in fase di decomposizione;

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 28
---	--	---------------

- Molecole semplici che si liberano dalle biomasse o dalle necromasse;
- Molecole umiche che si originano dalle unità organiche più semplici per effetto di una serie di reazioni biochimiche tipiche dei processi di decomposizione.

Quando la sostanza organica è ben rappresentata da tutte le componenti sopra citate costituisce l'humus, un materiale di colore bruno scuro, poroso e di consistenza spugnosa.

Escludendo i cosiddetti terreni organici, generalmente il contenuto di sostanza organica nei suoli con media dotazione oscilla tra l'1 e il 2%.

Tutte le proprietà fisiche del terreno sono in stretta relazione con la quantità e la qualità della sostanza organica: variazioni anche piccole del suo contenuto, provocano mutamenti consistenti delle caratteristiche fisiche del suolo. Essa è in grado di influenzare la struttura del suolo, la capacità di drenaggio e di conseguenza limitare i fenomeni di erosione. È inoltre in grado di influenzare la capacità di ritenzione idrica del terreno, non solo perché condiziona l'aggregazione strutturale e quindi la porosità, ma anche per l'effetto diretto che le sostanze umiche possono provocare, essendo capaci di trattenere fino a 7 volte il loro peso in acqua.

La sostanza organica svolge un ruolo altresì importante nella nutrizione delle piante: gli elementi nutritivi presenti in essa (azoto, fosforo, zolfo, microelementi), costituiscono una riserva potenzialmente assimilabile, la cui quantità nel suolo è tale da soddisfare le esigenze delle colture per numerosi anni. Essa è estremamente importante come fattore di controllo della disponibilità di microelementi: la solubilità di metalli come ferro, zinco, nichel, cobalto e manganese è regolata dalla formazione di complessi tra gli ioni metallici e le frazioni solubili della sostanza organica. Talvolta possono formarsi complessi caratterizzati da elevata stabilità (chelati), che hanno un effetto regolatore sulla disponibilità del metallo per le piante.

L'attitudine di un suolo ad opporsi alle variazioni di pH, cioè la sua capacità tampone, è dovuta anche alla sostanza organica, soprattutto alla frazione ricca di gruppi carbossilici e ossidrilici fenolici; ciò contribuisce a mantenere nel terreno valori di pH ottimali per lo svolgimento di molte reazioni chimiche e dei processi biologici.

Riassumendo le principali funzioni svolte dalla sostanza organica nel terreno sono:

- la lenta cessione degli elementi minerali in essa contenuti come azoto, fosforo, potassio, magnesio, calcio successivamente assimilati dalle piante grazie ai processi di mineralizzazione della stessa;

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 29
---	--	---------------

- funge da substrato organico per la sopravvivenza di molti microrganismi fondamentali per la fertilità del suolo;
- veicola ed immobilizza numerosi elementi nutritivi, vari composti organici e microelementi (ferro, boro, manganese, zinco, rame e di fosforo), rendendoli poi disponibili per le piante;
- interagisce con le argille formando degli aggregati stabili detti complessi umo-argillosi che migliorano la struttura del terreno;
- aumenta la capacità di trattenuta idrica nei terreni sabbiosi impedendo il dilavamento dei nutrienti;
- costituisce gran parte del complesso di scambio, cioè di quelle superfici del terreno in grado di trattenere gli elementi nutritivi e di impedirne il dilavamento.

Tabella 2: Sostanza organica (da ARPAV, 2007. L'INTERPRETAZIONE DELLE ANALISI DEL TERRENO. Strumento per la sostenibilità ambientale. Regione Veneto)

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (%)
molto povero	< 0,8
scarso	≥ 0,8 - < 1,2
medio	≥ 1,2 - < 2,0
buono	≥ 2,0 - < 4,0
ricco	≥ 4,0 - < 8,0
molto ricco	≥ 8,0

Prima di avviare nuove colture al di sopra dei terreni sarà necessario, come previsto da progetto, mettere in atto operazioni volti all'incremento dei livelli di sostanza organica per il miglioramento della fertilità del suolo sia dal punto di vista fisico-chimico che biologico. A tale scopo nei primi tre anni verranno eseguiti interventi agronomici che prevedono sovesci con semine di mix *Syngenta* e apporti diretti di ammendanti organici in misura adeguata e letame.

3.6. Carbonio organico

Le percentuali di carbonio organico riscontrate nei terreni analizzati variano dallo 0,52% (Campione A - topsoil, 5,2 g/kg) allo 0,46% (Campione B - subsoil, 4,6 g/kg), presentando dunque quantità scarse per questa componente.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 30
---	--	---------------

Il carbonio organico è una componente misurabile correlato a mezzo di un dato coefficiente ai livelli della sostanza organica del suolo ($\%CO = \%SO * 1,724$), costituita essenzialmente da **residui vegetali e animali** interessati da processi di decomposizione, fermentazione e trasformazione operati da organismi viventi presenti nel suolo. Il **contenuto di carbonio organico** dei suoli varia con il tipo di suolo, ma anche al variare dell'uso del suolo e, in misura ancora maggiore, con le diverse pratiche colturali (es. concimazione organica nelle zone dove è diffuso l'allevamento).

Immagazzinato in un determinato volume di suolo, oltre a rappresentare un importante indice di qualità, ne esprime anche la capacità di **sequestrare CO₂** dall'atmosfera.

I dati di recenti indagini della Comunità Europea hanno evidenziato come i terreni coltivati presentano **concentrazioni di carbonio organico molto basse** (1,78%) g kg⁻¹) rispetto a praterie e vegetazione naturale (4,03 % e 7,75%), stimando che circa il 75% di tutte le terre coltivate dell'Ue abbiano concentrazioni in carbonio organico inferiori al 2%. Per quanto riguarda i suoli agrari, il contenuto di carbonio organico dovrebbe essere superiore all'1%, ciò per garantire un'elevata efficienza del terreno rispetto al rifornimento di elementi nutritivi per le piante.

Tabella 4: Carbonio organico

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (g/kg)
molto scarso	< 4,5
scarso	≥ 4,5 - < 9,0
medio	≥ 9,0 - < 13,5
elevato	≥ 13,5 - < 18,0
molto elevato	≥ 18

Pertanto, **l'apporto di materia organica al suolo rimane una delle principali operazioni colturali da praticare.**

3.7. Azoto totale (N totale)

Le analisi dei campioni hanno riscontrato valori che variano da 0,5 ‰ (campione B – subsoil, 0,5g/kg) a 0,8 ‰ (campione A – topsoil, 0,8 g/k), classificandosi come **suoli poveri in azoto**. L'azoto è considerato il fattore principale della fertilità del suolo soprattutto nel determinare il buon esito di una coltura.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 31
---	--	---------------

Il ciclo dell'azoto nel terreno comprende due principali processi che regolano la trasformazione dell'azoto in forme più o meno disponibili: la mineralizzazione, cioè la distruzione di strutture complesse fino ai composti più semplici, e l'immobilizzazione, cioè l'utilizzazione delle forme semplici per la sintesi di sostanze complesse. I principali artefici ed agenti di questi processi sono i microrganismi ed in particolare i batteri; dalla loro attività, e dal prevalere delle specie che operano l'uno o l'altro processo, dipende la presenza nel terreno di azoto disponibile.

Le esigenze in azoto variano notevolmente fra le varie colture, meno per le arboree e maggiori per le orticole, alcune come le leguminose sono autosufficienti grazie alla simbiosi con i batteri azotofissatori che vivono nelle radici e fissano l'azoto dell'aria trasformandolo in azoto ammoniacale.

L'azoto nel suolo è presente in varie forme, due sole delle quali assimilabili dalle piante: quella nitrica, libera nella fase liquida e prontamente disponibile, e quella ammoniacale, più lentamente disponibile ed adsorbita sul complesso di scambio ed in equilibrio con una piccola parte presente in soluzione. L'apporto di sostanza organica aumenta la disponibilità di **azoto organico** e dall'**azoto ammoniacale** fissato e impropriamente chiamata "azoto totale" perché in realtà esprime la quantità delle forme ossidate di azoto (nitrati e nitriti) che rappresentano le forme disponibili.

Poiché il contenuto di azoto è, almeno in linea generale, in relazione con il contenuto di sostanza organica, la valutazione agronomica deve prendere in considerazione i livelli di azoto in rapporto al quantitativo di sostanza organica disponibile (vedi rapporto C/N). L'azoto organico, che rappresenta la quasi totalità dell'azoto nel terreno (dal 95 al 99%), è potenzialmente mineralizzabile (essenzialmente per attività biochimiche) e quindi in grado di cedere naturalmente azoto alla vegetazione:

Tabella 5: azoto totale.

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (g/Kg)
poveri	< 1,0
mediamente dotati	≥ 1,0 - < 1,5
ben dotati	≥ 1,5 - < 2,2
ricchi	≥ 2,2 - < 5,0
eccessivamente dotati	≥ 5,0

Poiché la presenza di sostanza organica e la decomposizione dei residui vegetali sono in grado di assicurare un'adeguata quantità di azoto, **con le azioni individuate per aumentare i quantitativi di sostanza organica disponibile nei terreni (azoto-fissazione tramite semina e sovescio, aggiunta**

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 32
---	--	---------------

di ammendanti organici) aumenterà anche la quantità di azoto disponibile per assicurare una crescita ottimale delle colture.

3.8. Rapporto carbonio/azoto (C/N)

Le analisi effettuate rivelano un rapporto C/N pari a 6,54 (scarso con liberazione di azoto) per il campione A e 9,30 (equilibrato con azoto stabile) per il campione B.

Il rapporto C/N fornisce indicazioni relative alla quantità di carbonio e di azoto presente in una sostanza e detta la misura della disponibilità dell'azoto per le piante.

Nel momento in cui si sceglie una coltura di copertura, o si pianifica un avvicendamento colturale, bisogna tenere conto di questo rapporto perché esso è in grado di influenzare la fertilità del suolo. Il metabolismo microbico necessita di un rapporto C/N di 24:1. La struttura cellulare di tali microrganismi ha un rapporto C/N di circa 8:1. Su 24 unità di carbonio consumato dal microrganismo, circa 16 saranno utilizzate a scopo energetico e 8 verranno immagazzinate per mantenere la propria struttura cellulare.

Se si aggiunge al suolo della sostanza organica con un basso rapporto C/N, i microrganismi consumeranno il carbonio e lasceranno l'azoto in eccesso nel suolo (mineralizzazione).

Questo sarà prontamente disponibile per le piante, ma sarà anche esaurito più rapidamente e più facilmente dilavato attraverso le piogge (o le annaffiature).

La paglia di frumento ha un rapporto C/N molto elevato, circa 80:1. Essendo tale rapporto molto più alto di quello ideale per i microrganismi del suolo, avverrà che per poter metabolizzare il carbonio della paglia, i microrganismi saranno costretti a prelevare altrove l'azoto necessario. La conseguenza sarà che i microrganismi preleveranno azoto dal suolo, sottraendolo così all'uso delle piante coltivate. Questo fenomeno è definito "immobilizzazione" dell'azoto. Il fenomeno, tuttavia, non è irreversibile. L'azoto immobilizzato sarà infatti restituito al suolo (ed alle piante) nel momento in cui i microrganismi cominceranno a morire, la loro struttura cellulare verrà decomposta, e l'azoto liberato nel suolo.

Un rapporto equilibrato indica che la quantità di azoto disponibile nel terreno è stabile mentre un valore scarso accentua la mineralizzazione della sostanza organica con impoverimento della stessa e liberazione di azoto. Questo rapporto è estremamente importante come indicatore della qualità del suolo, in quanto il carbonio e l'azoto della biomassa microbica si rinnovano rapidamente e riflettono i cambiamenti indotti dalle pratiche gestionali del suolo molto prima che sia possibile identificare i cambiamenti in carbonio e in azoto totali.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 33
---	--	---------------

Si considera ottimale un valore C/N uguale a 10. Se il valore è inferiore a 10 significa che nel terreno vi è una rapida mineralizzazione della sostanza organica con impoverimento della stessa e liberazione di Azoto. Se il valore è superiore a 10 vi è un impoverimento sia di azoto che di sostanza organica.

Tabella 6: Rapporto carbonio/azoto (C/N).

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO
eccesso di Azoto	< 9
equilibrato	≥ 9 - < 12
eccesso di Carbonio	≥ 12

Il rapporto C/N ottenuto dividendo i contenuti in percentuale di carbonio organico ed azoto totale, è utilizzato per quantificare il livello di umificazione del materiale organico del terreno. Tale rapporto è generalmente elevato nei residui vegetali e si abbassa al progredire del processo di stabilizzazione fino a raggiungere un valore prossimo a 10. Questo valore è tipico di terreni neutri e ben drenati in cui si equivalgono processi di mineralizzazione e sintesi. In generale i terreni con rapporto C/N compreso fra 9 ed 11 hanno una sostanza organica ben umificata e quantitativamente abbastanza stabile nel tempo in quanto il rilascio dell'azoto e la sua riorganizzazione risultano in equilibrio. Nei terreni con C/N maggiore di 11 si è ugualmente in una situazione di squilibrio in quanto, per il progredire del processo di umificazione da parte dei microrganismi, l'azoto presente nel terreno non è sufficiente. Questo azoto, indispensabile per la stabilizzazione della sostanza organica, viene quindi sottratto alla soluzione circolante del terreno e in definitiva all'assorbimento radicale delle piante.

Il letame non è un concime perché contiene N, P e K in percentuali inferiori all'1%, ma poiché se ne distribuiscono quantità elevate con esso si apportano dosi significative di elementi fertilizzanti; con 100 q di letame bovino si portano al terreno in media circa 30 Kg di N, 20 di P₂O₅ e 50 di K₂O, tenendo conto di possibili perdite e variabilità di composizione. Queste quantità di elementi fertilizzanti devono essere detratte alla concimazione minerale per evitare distribuzioni di elementi nutritivi in eccesso.

3.9. Coefficiente di mineralizzazione o coefficiente di distruzione dell'humus K2

Indica la frazione di humus annualmente mineralizzata. Varia in relazione alle caratteristiche pedoclimatiche dei suoli (tessitura, calcare, pH, ecc.), all'azione antropica (lavorazioni, inerbimenti, ecc.) nonché al grado di polimerizzazione dell'humus.

Il tasso annuo di mineralizzazione della componente organica di un terreno esprime la percentuale di sostanza organica che mediamente viene mineralizzata in un anno. Questo coefficiente annuo di

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 34
---	--	---------------

mineralizzazione (CM) viene calcolato in modo empirico sulla base dei contenuti in argilla e calcare totale. La mineralizzazione è un processo ossidativo e quindi richiede la presenza di ossigeno nel terreno. I terreni sabbiosi, caratterizzati da elevata permeabilità all'aria, presentano quindi un elevato tasso di mineralizzazione a differenza dei terreni argillosi che risultano meno aerati. A parità di contenuto in argilla, i suoli calcarei manifestano un minor consumo di sostanza organica, così come descritto dal CM; di conseguenza i giudizi sulla dotazione della sostanza organica nei suoli devono essere corretti in funzione del coefficiente di mineralizzazione.

3.10. Fosforo assimilabile

I valori riscontrati nei campioni analizzati variano da **molto basso (5 ppm - campione B subsoil) a basso (7 ppm - campione A topsoil)**, indicando dunque una **carenza** per questo elemento nei terreni analizzati. Carenza che può essere superata mediante adeguati apporti dell'elemento che ripristinano gradualmente il giusto livello di fertilità fosfatica sulla base dell'**indice di disponibilità ottimale** che dipende dalla specie coltivata, dal sistema colturale, dal tipo di suolo.

Il fosforo è un elemento strutturale estremamente importante per lo sviluppo delle piante in quanto contribuisce alla formazione di germogli, radici, fiori e semi. È un elemento dotato di scarsa mobilità nel terreno ed è poco disponibile in suoli acidi o molto alcalini. Questo elemento si trova nel suolo in forme molto stabili e quindi difficilmente solubili (la velocità con cui il fosforo viene immobilizzato in forme insolubili dipende da pH, contenuto in Ca, Fe e Al, quantità e tipo di argilla e di sostanza organica). Il fosforo è presente sia in forma inorganica (fosfati minerali), sia in forma di fosforo organico (in residui animali e vegetali). La mineralizzazione del fosforo organico aumenta all'aumentare del pH. La disponibilità di fosforo per le piante è fortemente condizionata oltre che dal pH del terreno anche dalla presenza di calcare; quindi, la quantità di P assimilabile dalle piante dipende solo parzialmente dal contenuto totale dell'elemento nel terreno.

Per fosforo assimilabile si intende la quota dell'elemento presente in soluzione e quella più facilmente disponibile.

Il passaggio del fosforo dalle frazioni minerali alla soluzione del suolo è lento e quindi la concentrazione dello ione fosforico non sempre è a livelli sufficienti per la crescita delle piante. Al contrario il fosforo organico (dal 30 al 50% del fosforo totale) è reso disponibile in tempi più brevi. Il fosforo in forma disponibile o aggiunto al suolo può essere velocemente retrogradato alle forme minerali insolubili.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 35
---	--	---------------

Tabella 7: Fosforo assimilabile (da Sbarbaglia M., Lucci E., 1994. Guida all'interpretazione delle analisi del terreno ed alla fertilizzazione. Studio Pedon, Pomezia - Roma)

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (mg/Kg o ppm)
molto basso	0 - < 6
basso	≥ 6 - < 12
medio	≥ 12 - < 20
alto	≥ 20 - < 30
molto alto	≥ 30

3.11. Potassio scambiabile (K scambiabile)

I risultati delle analisi di laboratorio riscontrano **valori di potassio molto bassi per il campione A (50 ppm) e bassi per il campione B (60 ppm)**.

Il potassio (K) è presente nel suolo in diverse forme:

- Non disponibile (all'interno di minerali primari);
- Poco disponibile (negli interstrati dei minerali argillosi);
- Disponibile (sotto forma di ioni scambiabili o disciolto nella soluzione del suolo).

La sua disponibilità per le piante dipende dal grado di alterazione dei minerali e dal contenuto di argilla. La forma utile ai fini analitici è quella scambiabile, ossia quella quota di K presente nel suolo cedibile dal complesso di scambio alla soluzione circolante o da questa restituita e quindi più disponibile all'assorbimento.

Il potassio nella pianta regola:

- La permeabilità della membrana cellulare;
- La sintesi di zuccheri, proteine e grassi;
- La resistenza al freddo e alle patologie;
- Il contenuto in zuccheri nei frutti;
- L'apertura e chiusura degli stomi.

Spesso la carenza di K è solo relativa, nel senso che la pianta manifesta sintomi da carenza di K, ma in realtà la causa non è la bassa dotazione di tale elemento nel terreno, bensì l'antagonismo con il

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 36
---	--	---------------

magnesio (Mg), che, se presente ad alte concentrazioni viene assorbito in grande quantità a discapito del K.

Tabella 8: Potassio scambiabile (da Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, 2000. Metodi d'analisi chimica del suolo. Franco Angeli, Milano).

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (mg/Kg o ppm)
molto basso	< 60
basso	≥ 60 - < 100
medio	≥ 100 - < 150
elevato	≥ 150

3.12. Magnesio scambiabile (Mg scambiabile)

I risultati delle analisi di laboratorio riscontrano un **valore basso sia per il campione A (55 ppm) che per il campione B (70 ppm)**.

Anche il magnesio (Mg) presente nel suolo può essere suddiviso in diverse forme:

- Magnesio solubile: presente in forma ionica come Mg^{2+} nella soluzione circolante nel suolo, è disponibile per le piante.
- Magnesio adsorbito: ritenuto dagli scambiatori del suolo. In funzione della natura degli scambiatori e della concentrazione degli altri ioni e delle loro caratteristiche è presente in forme più o meno facilmente scambiabili.
- Magnesio fissato: combinato in diversi minerali caratterizzati da diversa velocità di alterazione. Ne consegue che sarà liberato con diversa velocità, ma sempre in tempi lunghi. Rappresenta forme non disponibili per le piante.

Le tre forme sono tra loro in equilibrio dinamico. La frazione che rappresenta il **Magnesio scambiabile** è costituita dal magnesio solubile e dal magnesio adsorbito. Il Magnesio è uno dei componenti fondamentali della clorofilla ed ha un ruolo importantissimo nella fotosintesi clorofilliana e sulla qualità dei prodotti coltivati, inoltre:

- È un attivatore degli enzimi;
- Aumenta l'assorbimento del fosforo da parte della pianta;
- Interviene nella formazione di zuccheri, proteine e vitamine;
- Regola la pressione osmotica nelle cellule.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 37
---	--	---------------

Tabella 9: Magnesio scambiabile (da Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, 2000. Metodi di analisi chimica del suolo. Franco Angeli, Milano).

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (mg/Kg o ppm)
molto basso	< 50
basso	≥ 50 - < 100
medio	≥ 100 - < 200
elevato	≥ 200

Nell' **interpretazione** del dato analitico assumono particolare rilevanza, ai fini della valutazione agronomica, il rapporto del magnesio con gli altri elementi, la dinamica dell'elemento nella pianta, l'antagonismo con gli altri elementi.

3.13. Calcio scambiabile (Ca scambiabile)

I risultati delle analisi di laboratorio riscontrano un **valore molto basso sia per il campione A (800 ppm) che per il campione B (750 ppm)**.

Anche per il calcio (Ca) così come per le altre basi di scambio, è possibile, ai fini nutrizionali, individuare nel terreno le seguenti forme:

- Calcio solubile: presente nella soluzione circolante del terreno e direttamente disponibile per le piante.
- Calcio assorbito: ritenuto sugli scambiatori del suolo e in equilibrio con la frazione solubile presente nella soluzione circolante.
- Calcio fissato: presente come carbonato, fosfato, silicato, solfato. Il calcio fissato si libera dai minerali primari in seguito all'alterazione di questi. La frazione definita **calcare attivo** (riscontrata scarsa nei campioni esaminati) comprende il carbonato di calcio maggiormente suddiviso in particelle più fini e più reattive.

La liberazione di calcio da parte della frazione più attiva dei carbonati (calcare attivo) porta all'aumento della **frazione scambiabile** (costituita da calcio solubile in equilibrio dinamico col calcio adsorbito).

Generalmente il calcio è ben rappresentato nei terreni e ciò ne ha fatto spesso sottovalutare l'importanza ma, tra i fattori responsabili di alcune **fisiopatie** (es. disseccamento del rachide nella vite, marciume apicale nel pomodoro, situazioni di carenza negli agrumi, ecc.) si annovera il calcio.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 38
---	--	---------------

Tabella 10: Calcio scambiabile

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (mg/Kg o ppm)
molto basso	< 1000
basso	≥ 1000 - < 2000
medio	≥ 2000 - < 3000
elevato	≥ 3000

Nell'interpretazione del dato analitico, più che il valore assoluto è importante, ai fini della valutazione della disponibilità del calcio, conoscere la dotazione calcica sia in rapporto agli altri elementi, sia in relazione alle condizioni colturali che ne possono influenzare l'assorbimento da parte delle piante (es. stress idrici, uso di regolatori di crescita, concentrazione di metalli pesanti, ioni idrogeno nel mezzo esterno, ecc.).

Per lo sviluppo ottimale di specie diverse sono necessarie diverse disponibilità di calcio. Inoltre, essendo il calcio poco mobile all'interno della pianta, le necessità variano anche in relazione alle diverse fasi fenologiche delle colture. Mediamente il calcio rappresenta il 60-80% delle basi di scambio presenti nei suoli. Pertanto, anche se non è possibile indicare una soglia di sufficienza per il calcio è opportuno prevedere apporti fertirrigui sufficienti a colmare eventuali insufficienze nutrizionali nelle fasi di bisogno delle colture.

3.14. Rapporto Magnesio/Potassio (Mg/K)

I risultati delle analisi di laboratorio riscontrano un **valore ottimale nel rapporto Mg/K** per entrambi i campioni analizzati (**3,52 campione A; 3,73 campione B**).

Questo parametro rappresenta il rapporto tra la quantità di magnesio scambiabile e la quantità di potassio scambiabile.

Diversi autori hanno evidenziato l'importanza che il rapporto Mg/K riveste nella valutazione delle concentrazioni ottimali di magnesio nei suoli. Elevati quantitativi di potassio possono ostacolare l'assorbimento del magnesio da parte della coltura, la quale può manifestare delle carenze indotte. Pertanto, nel valutare l'assimilabilità del magnesio è fondamentale non solo considerare la carenza dell'elemento in termini assoluti, cioè la sua scarsa presenza sul complesso di scambio, ma anche la sua assimilabilità in funzione dei livelli di potassio.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 39
---	--	---------------

Tabella 11: Rapporto magnesio/potassio (Mg/K)

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO
molto basso	< 0,5
basso	≥ 0,5 - < 1
leggermente basso	≥ 1 - < 2
ottimale	≥ 2 - < 6
leggermente alto	≥ 6 - < 10
alto	≥ 10

Mg/K	valutazione
inferiore a 0,5	Molto basso; le magnesio carenze indotte sono molto probabili per tutte le colture
tra 0,5 e 1,0	Basso; le magnesio carenze indotte sono poco probabili per le colture erbacee; sono probabili per gli ortaggi, la bietola, i fruttiferi e le colture sotto serra.
tra 1,0 e 2,0	Leggermente basso; le magnesio carenze indotte non sono probabili per le colture erbacee, per gli ortaggi e la bietola; lo sono invece per i fruttiferi e le colture sotto serra.
tra 2,0 e 6,0	Ottimale; le magnesio carenze indotte non sono probabili. Magnesio e potassio sono presenti in quantità equilibrate.
tra 6,0 e 10,0	Leggermente alto; probabili effetti antagonisti del magnesio sull'assorbimento del potassio.
superiore a 10,0	Alto assai probabili effetti antagonisti del magnesio sull'assorbimento del potassio.

I limiti del rapporto Mg/K sono abbastanza definiti per valori inferiori a 2, mentre per i valori superiori a 6 il significato deve essere valutato con attenzione. Le carenze indotte si fanno sentire in maniera più marcata quando l'elemento sottoposto ad antagonismo è presente a bassi livelli assoluti.

3.15. Rapporto Calcio/Magnesio

I risultati delle analisi di laboratorio riscontrano per il **rapporto Ca/Mg un valore medio per il campione A (8,87), basso per il campione B (6,54),.**

Un corretto rapporto Calcio/Magnesio intensifica l'attività fotosintetica, aumenta la produzione di sostanza secca, determina un aumento della resistenza delle pareti cellulari che si protrae nel tempo e garantisce una maggiore consistenza e conservabilità delle produzioni. Esso ha inoltre effetti sulla struttura del suolo: il calcio nel terreno tende a migliorare la sua areazione, mentre il magnesio favorisce l'adesione delle particelle al suolo. Quindi, se il coefficiente Ca/Mg è molto basso, significa

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 40
---	--	---------------

che gran parte del complesso di scambio sarà occupato da questi ioni di Mg, il suolo diventa meno permeabile, danneggiando lo sviluppo delle colture.

Tabella 12: Rapporto calcio/magnesio (Ca/Mg).

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO
basso	< 8
medio	≥ 8 - < 12
alto	≥ 12

3.16. Capacità di scambio cationico (C.S.C.)

Le analisi effettuate sui terreni rilevano **valori di C.S.C. relativamente bassi per entrambi i campioni analizzati (5,54 meq/100g campione A; 5,48 meq/100g campione B).**

La C.S.C. è strettamente correlata al contenuto in argilla e in sostanza organica.

La scarsa presenza di sostanza organica e i valori bassi della CSC rilevati indicano presenza di componente minerale con scarsa presenza di argille a valori alti di CSC, come la montmorillonite.

Pertanto, al fine di incrementare significativamente il valore della C.S.C. è necessario intervenire principalmente con apporti adeguati di sostanza organica.

La C.S.C., da un punto di vista agronomico, può essere considerata come un magazzino in cui sono "riposti" i cationi di scambio (calcio, magnesio, sodio, potassio) in una forma prontamente utilizzabile dalle colture. Essa è correlata al contenuto di argilla e di sostanza organica e consente di valutare la capacità del terreno di trattenere i cationi. Nei suoli coltivati oscilla da un minimo di 5 ad un massimo di 50 meq/100 g di suolo.

Minerale	Superficie specifica (m ² /g)	C.E.C (meq/100g)
Caolinite	10-20	3-10
Illite	80-100	20-30
Montmorillonite	800	80-120
Clorite	80	20-30

La conoscenza della capacità di scambio cationico è di notevole importanza per tutti i suoli: fornisce un'indicazione sulla fertilità potenziale e sulla natura dei minerali argillosi. L'assorbimento per

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 41
---	--	---------------

scambio ionico rappresenta infatti il meccanismo più importante di trattenimento degli ioni e coinvolge quasi esclusivamente i cationi - tra cui quelli utili alla nutrizione vegetale ovvero calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potassio (K^+) e sodio (Na^+) che, fissati solo temporaneamente sui minerali argillosi e le sostanze umiche, sono facilmente sostituiti da altri cationi al mutare della composizione ionica della soluzione del suolo.

Un valore troppo elevato della C.S.C. può però evidenziare delle condizioni che rendono non disponibili per le colture alcuni elementi (es Calcio, Magnesio, Potassio).

Viceversa, un valore troppo basso della C.S.C. può indicare che sussistono delle condizioni che rendono possibili perdite per dilavamento degli elementi nutritivi (tipico dei terreni sabbiosi).

È necessario avere sempre presente la C.S.C. del terreno nel formulare i piani di concimazione.

Tabella 13: Capacità di scambio cationico (CSC).

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (meq/100g)
molto bassa	< 5
bassa	≥ 5 - < 10
moderatamente bassa	≥ 10 - < 15
moderatamente alta	≥ 15 - < 25
alta	≥ 25 - < 50
molto alta	≥ 50

Si riportano infine i valori riscontrati per i singoli cationi interessati:

	K%C.S.C.	Ca%C.S.C.	Mg%C.S.C.
Campione A	2,31	72	8,16
Valutazione	medio	medio	alto
Campione B	2,8	68,23	10,50
Valutazione	medio	medio	medio

3.17. Tasso di saturazione in basi (TSB) o grado di saturazione in basi (GSB)

I valori riscontrati dalle analisi di laboratorio indicano un **Grado di Saturazione in Basi molto alto per entrambi i campioni (85,22 campione A; 84,71 campione B).**

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 42
---	--	---------------

È importante sapere quanto del complesso di scambio è saturato, in termini complessivi, dalle basi di scambio, rappresentate dai cationi dei metalli alcalini (Potassio e Sodio) e alcalino-terrosi (Calcio e Magnesio). Le basi di scambio rappresentano una parte degli elementi nutritivi delle piante e partecipano alla regolazione dei meccanismi della nutrizione minerale. Una presenza consistente di basi di scambio adsorbite sui colloidi è un indice di buona fertilità del terreno.

Trattandosi di un rapporto percentuale che esprime una frazione della CSC, il grado di saturazione basica può assumere valori compresi fra lo zero e il 100%.

I valori più bassi si riscontrano nei terreni fortemente acidi, poverissimi in basi, nei quali il complesso di scambio è saturato da ioni Idrogeno e Alluminio; i valori più alti si riscontrano nei terreni alcalini, ricchi in basi, nei quali il complesso di scambio è saturato prevalentemente da Calcio e Magnesio oppure dal Sodio, secondo la natura dell'alcalinità.

Tabella 14: Tasso di saturazione in basi (TSB).

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (%)
molto basso	< 35
basso	≥ 35 - < 50
medio	≥ 50 - < 60
alto	≥ 60 - < 75
molto alto	≥ 75

3.18. Sodicità (Percentuale di sodio scambiabile - ESP)

Le analisi di laboratorio hanno riscontrato un valore in % **Na scambiabile normale**, che varia da **2,75 (campione A) a 3,17 (campione B)**.

Rappresenta il rapporto percentuale tra il sodio scambiabile (Na scambiabile) e la Capacità di scambio cationico (C.S.C.).

L'accumulo di sodio di scambio nel terreno provoca: deterioramento delle proprietà fisiche, elevato pH del terreno, tossicità dell'elemento verso le colture. La presenza di un eccesso di sodio favorisce la deflocculazione delle argille che determina un drastico peggioramento delle caratteristiche fisiche di un suolo: minore permeabilità del terreno, basso grado di areazione, suolo molto duro quando secco e plastico ed adesivo quando bagnato (le operazioni di aratura diventano difficili), problemi di crosta superficiale.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 43
---	--	---------------

Tabella 15: Percentuale di sodio scambiabile (ESP).

CLASSI	VALORI DI RIFERIMENTO (%)
normale	< 5
leggermente alto	≥ 5 - < 10
alto	≥ 10 - < 15
molto alto	≥ 15

Il livello di attenzione dell'ESP è funzione della sensibilità delle colture; la gran parte delle piante da frutto è molto sensibile, mentre in genere le colture annuali lo sono meno e risentono degli effetti fitotossici a più alti livelli.

Tolleranza all'ESP	coltura
molto sensibili (ESP=2÷10)	fruttiferi; agrumi
sensibili (ESP=10÷20)	fagiolo
mediamente tolleranti (ESP=20÷40)	trifoglio, avena, festuca, riso
tolleranti (ESP=40÷60)	grano, cotone, medica, orzo, pomodoro, bietola

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 44
---	--	---------------

4. CALCOLO DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI

La capacità d'uso dei suoli (Land Capability) rappresenta la potenzialità di un suolo ad ospitare e favorire la crescita di piante coltivate e spontanee, ovvero esprime il potenziale delle terre per utilizzazioni agricole, forestali e naturalistiche secondo specifiche modalità e pratiche di gestione.

Nella classificazione della capacità d'uso, i suoli vengono classificati in funzione di proprietà che ne consentono, con diversi gradi di limitazione, l'utilizzazione in campo agricolo o forestale, valutando la capacità di questi di produrre biomassa con un ridotto rischio di degradazione del suolo, riferendosi ad un ampio spettro colturale.

Il sistema della Land Capability Classification (LCC) è stato sviluppato negli Stati Uniti dal Soil Conservation Service U.S.D.A. (Klingebiel e Montgomery - "Land capability classification" - Agricultural Handbook n. 210, Washington DC 1961).

Si tratta di un sistema di tipo categorico, basato su criteri di stima qualitativi, il cui principale scopo è quello di rendere prontamente leggibili e comprensibili i dati di rilevamento sulle risorse naturali e specificatamente i dati pedologici. Il sistema di classificazione individua 8 classi di potenzialità di utilizzo (indicate con numeri romani), che presentano limitazioni crescenti in funzione delle diverse utilizzazioni:

- Le classi da I a IV identificano suoli coltivabili;
 - La classe V è rappresentata da suoli frequentemente inondati, tipici delle aree golenali;
 - Le classi VI e VII includono suoli adatti esclusivamente alla forestazione o al pascolo;
 - La classe VIII (ultima classe) è rappresentata da suoli che hanno limitazioni tali da escludere ogni utilizzo a scopo produttivo.
-

Classi di capacità d'uso	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Coltivazioni agricole			
			Limitato	Moderato	Intenso	Limitate	Moderate	Intensive	Molto intensive
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

CLASSE	
I	I suoli hanno poche limitazioni che ne restringono il loro uso.
II	I suoli hanno limitazioni moderate che riducono la scelta delle colture oppure richiedono moderate pratiche di conservazione.
III	I suoli hanno limitazioni severe che riducono la scelta delle colture oppure richiedono particolari pratiche di conservazione, o ambedue.
IV	I suoli hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture oppure richiedono una gestione particolarmente accurata, o ambedue.
V	I suoli presentano rischio di erosione scarso o nullo (pianeggianti), ma hanno altre limitazioni che non possono essere rimosse (es. inondazioni frequenti), che limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VI	I suoli hanno limitazioni severe che li rendono per lo più inadatti alle coltivazioni e ne limitano il loro uso principalmente a pascolo, prato-pascolo, bosco o a nutrimento e ricovero della fauna locale.
VII	I suoli hanno limitazioni molto severe che li rendono inadatti alle coltivazioni e che ne restringono l'uso per lo più al pascolo, al bosco o alla vita della fauna locale.
VIII	I suoli (o aree miste) hanno limitazioni che precludono il loro uso per produzione di piante commerciali; il loro uso è ristretto alla ricreazione, alla vita della fauna locale, a invasi idrici o a scopi estetici.

Figura 12: Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso

Il calcolo della capacità d'uso dei suoli per i terreni interessati dall'intervento in progetto è stato realizzato utilizzando l'applicazione disponibile sul sito Portale del suolo dell'Osservatorio Regionale Suoli della Sardegna (Agenzia AGRIS Sardegna – Settore Suolo, Territorio e Ambiente).

L'applicazione consente, attraverso l'inserimento di alcuni parametri relativi a caratteri stazionali a cui si riferisce l'osservazione pedologica e di altri più strettamente legati al suolo, di calcolare la classe di capacità d'uso della porzione di territorio di cui quel suolo è rappresentativo.

I parametri richiesti sono quelli elencati nello Schema di classificazione di Capacità d'uso, riportati nella tabella sottostante. Alcuni di questi parametri sono calcolati automaticamente dal programma sulla base dei dati disponibili ricavati dalle coordinate del punto di riferimento inserito, altri sono

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 46
---	--	---------------

inseriti sulla base delle osservazioni di campo svolte e dei risultati delle analisi di laboratorio effettuate.

Parametri richiesti dalla Land Capability	Dato calcolato in automatico	Dato inserito dall'utente
Pendenza (%)	X	
Quota m s.l.m.	X	
Pietrosità superficiale (%)		X
Rocciosità affiorante (%)		X
Erosione in atto		X
Profondità del suolo utile per le radici (cm)		X
Tessitura orizzonte superficiale		X
Scheletro orizzonte superficiale (%)		X
Salinità (mS cm-1)	X	
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile (mm)	X	
Drenaggio interno		X

Figura 13: Parametri utilizzati dall'applicazione per il calcolo della capacità d'uso dei suoli

Per il corretto inserimento dei dati è stato utilizzato il *Manuale di utilizzo dell'applicazione* redatto dal Servizio Studi Ambientali, Difesa delle colture e Qualità delle produzioni – Settore Suolo, Territorio e Ambiente AGRIS Sardegna.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dal calcolo della Capacità d'uso dei suoli per i terreni analizzati.

The screenshot shows the application interface with the following parameters:

- Stazione:**
 - Tipo di campionamento: profilo
 - Coordinate WGS84: 39.967471 (ad es. 39.0110), 8.633762 (ad es. 8.9851)
 - Erosione rilevata: 0 - assenza di erosione (Indicare il tipo di erosione rilevata in campo)
 - Grado erosione: 1 - Debole (Indicare il grado di erosione rilevata in campo)
 - Ciottoli (15-25cm): 3 % (ad es. 10%)
 - Pietre (> 25cm): 0 % (ad es. 5%)
 - Rocciosità: 0 % (ad es. 5%)
 - Profondità utile alle radici: 100 cm (ad es. 80 cm)
 - Causa impedimento: 0 - nessuna limitazione o impedimento (Indica la causa di impedimento alle radici)
- Orizzonti ed analisi:**
 - Horizon 1:**
 - Scheletro - quantità % in volume: 5 % (ad es. 15%)
 - Drenaggio interno: 4 - moderatamente ben drenato
 - Limite inferiore media: 50 cm (ad es. 30 cm)
 - Spessore medio: 40 cm (ad es. 30 cm)
 - Sabbia: 65 % (ad es. 20%)
 - Limo: 15 % (ad es. 5%)
 - Argilla: 20 % (ad es. 85%)
 - Horizon 2:**
 - Scheletro - quantità % in volume: 25 % (ad es. 15%)
 - Drenaggio interno: 5 - ben drenato
 - Limite inferiore media: 110 cm (ad es. 30 cm)
 - Spessore medio: 60 cm (ad es. 30 cm)
 - Sabbia: 65 % (ad es. 30%)
 - Limo: 10 % (ad es. 5%)
 - Argilla: 25 % (ad es. 85%)

Figura 14: Parametri utilizzati per il calcolo della Land Capability



Figura 15: Risultato ottenuto dal calcolo della Land Capability

Il profilo analizzato attribuisce ai terreni indagati l'appartenenza alla Classe III.

I suoli ricadenti in classe III sono idonei all'uso agricolo, ma con severe limitazioni che riducono la scelta di piante e/o richiedono speciali pratiche di conservazione, soprattutto per proteggere il suolo dall'erosione. Ogni particolare tipo di suolo di Classe III ha una o più combinazioni alternative di uso e di pratiche richieste per un utilizzo "sicuro", ma il numero di alternative possibili per un agricoltore medio è minore rispetto a quelle per un suolo di II^a Classe. Quando coltivati, molti suoli della III^a Classe quasi piani con permeabilità lenta in condizioni umide richiedono drenaggio e sistemi colturali che mantengano o migliorino la struttura e gli effetti delle lavorazioni del suolo. **Come però osservato dalle analisi effettuate i suoli in oggetto, essendo localizzati al di sopra di una dorsale costituita da terrazzamenti di antichi depositi fluviali, con la falda situata a diversi metri di**

Progetto: Fattoria Solare " <i>Siamaggiore 1</i> " EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 48
--	--	---------------

profondità, presentano buone capacità di drenaggio e non risentono dei problemi dovuti al ristagno idrico.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 49
---	--	---------------

5. CALCOLO DELLA SUSCETTIVITÀ D'USO DEI SUOLI

La suscettività d'uso indica l'idoneità di un dato tipo di terreno per un uso specifico (Vink 1975; Young 1976; Dent and Young 1981; Davidson 1992).

le differenze nel grado di non idoneità sono determinate dalla relazione (effettiva o potenziale) tra gli input richiesti e gli output ottenuti da un particolare utilizzo del suolo per un uso specifico. al fine di giudicare l'idoneità del territorio, sia per l'uso scelto che per il miglioramento fondiario, è necessaria una valutazione sistematica del territorio. Nella sua forma più quantitativa, l'idoneità del terreno è espressa in termini economici di input e output, o nei suoi risultati come reddito netto.

Alla base del metodo è posto, dunque, 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 e/o permanente delle qualità del territorio (e del suolo, più specificatamente).

La struttura della classificazione consta di 4 livelli gerarchici: **Ordine, Classe, Sottoclasse e Unità**. Gli ordini sono 2 e indicano solamente se una porzione di territorio è adatta (**S, suitable**) o non adatta (**N, not suitable**) ad un uso sostenibile.

L'ordine S, adatto, definisce un tratto di terra nel quale l'uso preso in considerazione fornisce produzioni o risultati tali da giustificare l'impiego di risorse umane, economiche e tecnologiche, senza rischi di danneggiare l'ambiente.

L'ordine N, non adatto, definisce invece un tratto di terra con qualità inadatte ad un uso sostenibile per il tipo d'utilizzazione preso in considerazione.

Le classi definiscono il grado di attitudine. Sono raccomandate 3 classi per l'ordine S: molto adatto (S1), moderatamente adatto (S2), poco o marginalmente adatto (S3); 2 per l'ordine N: attualmente non adatto (N1), permanentemente non adatto (N2). Se esistono ragioni valide, il numero delle classi può essere aumentato o diminuito. Le sottoclassi definiscono il tipo di limitazione presente, l'unità ne definisce il grado. L'uso delle sottoclassi e delle unità è analogo a quello della classificazione della capacità d'uso delle terre.

In questo studio l'analisi si è fermata al livello gerarchico della classe, che esprime il grado di attitudine di un terreno ad un uso specifico secondo la seguente scala:

1 (S1 - Highly Suitable): 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.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 50
---	--	---------------

2 (S2 - Moderately Suitable): 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.

3 (S3 - Marginally Suitable): 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.

4 (N1 - Currently not Suitable): territori con limitazioni superabili nel tempo, ma che non possono essere corrette con le conoscenze attuali e con costi accettabili.

5 (N2 - Permanently not Suitable): territori con limitazioni così severe da precludere qualsiasi possibilità d'uso.

5.1. Attitudine dei suoli all'irrigazione

La classificazione dell'attitudine all'irrigazione (*Irrigation Suitability Classification*) è un sistema sviluppato nel 1953 dall' U.S. Bureau of Reclamation, con lo scopo di classificare le terre in base alla loro capacità di sostenere agricoltura irrigua. Nello schema dell'USBR le classi sono definite secondo un grado relativo di "capacità di remunerazione", cioè in base al reddito netto lasciato all'imprenditore una volta pagati i costi di impianto e manutenzione. È un esempio di valutazione delle terre fortemente basato su criteri economici. Le prime 4 classi sono irrigabili, con capacità di ripagare i costi progressivamente minore. La sesta classe è comunque non irrigabile. La classe quinta è una classe "provvisoria", nella quale ricadono le terre che attualmente non sono irrigabili, ma che meritano di essere studiate più a fondo.

La quarta classe viene definita "speciale", in quanto il ritorno economico e quindi la convenienza dell'irrigazione dipende dall'utilizzazione specifica.

In generale i suoli maggiormente idonei all'irrigazione (classi I e II) sono ubicati principalmente su fondovalle, su versanti dolcemente o moderatamente acclivi (terreni sub-pianeggianti), sulle superfici dei terrazzi antichi e sulle sommità tabulari delle cuestas (serie di dorsali collinari parallele) meno erose. Sono invece di attitudine marginale (classi III e IV) i suoli delle depressioni morfologiche, dei versanti più acclivi e delle superfici semi-tabulari maggiormente esposte all'erosione.

I parametri discriminanti (fattori limitanti) che condizionano significativamente l'idoneità all'uso irriguo sono:

- presenza di falda superficiale;
- bassa permeabilità e lento o molto lento drenaggio esterno (per le depressioni);

- scarso spessore del suolo;
- elevata pendenza e rischio erosione (per le aree in rilievo).

Dalle indagini condotte non sono stati individuati particolari fattori limitanti tali da rendere i terreni in analisi non adatti all'irrigazione. **Il suolo dei terreni oggetto d'indagine ricade in classe 2.**

Schema di classificazione per l'attitudine all'IRRIGAZIONE

	1	2	3	4	5
Topografia					
pendenza (%)	pendii dolci e regolari sino al 10%	10-20	20-30	30-40	
pericolo di erosione	scarso o modesto	moderato	elevato	da elevato a molto elevato	
Pietrosità superficiale % (tra 250 e 500 mm)	0-0,1	0,1-3	3-15	anche 15	
Roccosità % (>500 mm)	nessuna	0-2 della superficie	2-10 della superficie	10-20 della superficie	
Idrologia					
drenaggio esterno	ben drenato	moderatamente ben drenato	piuttosto mal drenato o piuttosto eccessivamente drenato	mal drenato o eccessivamente drenato	molto mal drenato o eccessivamente drenato
profondità falda	assente o >2 m	2-1,20 m	1,20-0,75 m	0,75-0,50 m	< 0,50 m
Suolo					
profondità (cm)	80	80-50	50-35	<35	
tessitura	F, FA, FLA, FSA, FS, A ben strutturata	da AS a A e S con moderata struttura	da A a S con scarsa struttura	da A a S con scarsa struttura	
struttura	granulare e poliedrica subangolare fine e media	poliedrica subangolare grossolana e poliedrica angolare fine e media	poliedrica angolare grossolana e prismatica fine, media e grossolana	poliedrica angolare e prismatica molto grossolana	massiva e granuli singoli
permeabilità stimata	moderata	moderatamente lenta o moderatamente rapida	lenta o rapida	molto lenta o molto rapida	impermeabile o molto rapida
AWC (mm)	> 150	115-150	75-115	< 75	< 50
carbonato di calcio (%) (calcare totale)	3-25	25-50	50	50	
salinità (ds*m ⁻¹)	< 4	4-8	8-16	16-30	> 30
sodicità SAR	< 4	4-13	13-22	22-38	> 38

Figura 16: Schema di classificazione per l'attitudine del suolo all'irrigazione

Classe S2 – Moderately Suitable: territori moderatamente adatti all'irrigazione. Essi presentano una capacità produttiva inferiore alla classe 1, una possibilità di scelta delle colture più circoscritta, maggiori costi per l'irrigazione e per l'esercizio agricolo. Essi non hanno lo stesso valore della classe 1

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 52
---	--	---------------

a causa di limitazioni più o meno correggibili. Possono infatti presentare una minore capacità idrica a causa di una tessitura più grossolana o per una minore profondità, una minore permeabilità a causa di orizzonti argillosi o di formazioni compatte nel suolo o nel substrato, oppure essere moderatamente salini. In particolare, nel caso dei terreni in analisi, il fattore limitante è dato dalla permeabilità medio-alta (moderatamente rapida) per porosità del substrato.

Occorre inoltre precisare che nel caso del progetto in esame i costi relativi all'utilizzo della risorsa idrica saranno ridotti rispetto alla produzione in pieno campo di colture della stessa tipologia, in quanto la presenza dei pannelli in un sistema agrivoltaico aumenta l'ombreggiamento e riduce l'evapotraspirazione operata dalle piante, consentendo un risparmio della risorsa idrica.

5.2. Attitudine dei suoli alla coltivazione degli Agrumi

Clima, caratteristiche del suolo e qualità dell'acqua irrigua sono i principali fattori da considerare per ottenere un agrumeto di qualità.

Il clima è un fattore di decisiva importanza per la coltura degli agrumi, i quali in zone climaticamente non idonee hanno una vegetazione stentata e forniscono produzioni di modesta qualità. In generale possono essere coltivati tra il 40° latitudine Nord e il 40° latitudine Sud. Le singole specie, però, manifestano esigenze climatiche diverse, con varietà che mostrano un grado di tolleranza più marcato nei confronti degli estremi termici (ad esempio i kumquat sono più tolleranti nei confronti del freddo, tollerando temperature fino ai -2°C mentre le lime vengono danneggiate già in prossimità degli 0°C). Lo zero vegetativo è situato tra 12 e 13°C per la massima parte delle specie. Le migliori condizioni per l'attività vegetativa sono comprese tra 24 e 30°C. L'arresto è intorno ai 38°C. Temperature superiori a 40°C sono tollerate meglio in presenza di elevata umidità ambientale. Danni si manifestano se le alte temperature sono accompagnate da bassa umidità atmosferica (< 50%) e vento. Sebbene coltivabili anche in clima equatoriale e tropicale, le migliori qualità commerciali per arance e i mandarini si ottengono in clima mediterraneo.

Sempre con riferimento al clima e alle sue relazioni con altitudine ed esposizione, occorre sottolineare come nell'areale di coltivazione degli agrumi (Italia Meridionale ed Isole) il limite altitudinale non dovrebbe superare i 350 metri. Più ci si spinge verso il limite nord della coltura (40° parallelo) più l'altitudine deve essere ridotta.

Gli agrumi coltivati sono originari di zone asiatiche umide. Per questo gli alberi hanno apparato radicale molto superficiale. Negli ambienti dove si hanno periodi siccitosi, come il Mediterraneo, si interviene con le irrigazioni. Queste variano molto in volume e turno, in dipendenza della tessitura del suolo e del metodo irriguo adottato.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 53
---	--	---------------

Le piogge insufficienti e mal distribuite, che caratterizzano l'ambiente mediterraneo, assicurano al massimo la metà del fabbisogno idrico degli agrumi, il quale, adottando i più moderni metodi di irrigazione tubata e localizzata, viene valutato sui 900-1.000 mm all'anno, con un'ampia variabilità dovuta alle caratteristiche del suolo, alla specie, al portinnesto. Le piogge autunnali (le più abbondanti nella località di Siamaggiore) hanno un effetto favorevole sia sulla vegetazione che sulla pezzatura e qualità della produzione, mentre le piogge invernali abbondanti, soprattutto nei suoli "pesanti", sono pericolose perché attivano il marciume asfittico e parassitario.

fra i parametri pedologici che influenzano la produttività degli agrumi, rivestono importanza soprattutto la tessitura, la reazione e la permeabilità.

Per quanto riguarda la tessitura, i suoli migliori sono quelli tendenzialmente franchi, cioè dotati di equilibrata presenza di argilla, limo e sabbia. Decisamente sfavorevoli sono i suoli con elevato contenuto in particelle fini (limo e argilla), in cui il lento smaltimento idrico provoca problemi di asfissia e parassitari. I suoli con percentuali di sabbia eccessive (superiori al 75%) hanno scarsa ritenzione idrica e minerale e costringono ad una maggiore attenzione colturale. Decisamente non adatti sono i suoli a forte componente limosa o argillosa (> 60% valutata nell'insieme).

Nei confronti della reazione del terreno (pH), si ritiene che i valori ottimali per gli agrumi siano compresi fra 6,5 e 7,5. Occorre comunque sottolineare che suoli con valori di pH superiori a 8,4 e inferiori a 6,0 sono inospitali.

Per quanto riguarda il drenaggio non vengono effettuate distinzioni fra le classi, poiché sono considerabili adatti un ampio range di tipologie, da normale a rapido, considerando inadatto soltanto un drenaggio di tipo ostacolato.

Gli elementi maggiormente utilizzati dagli agrumi sono: azoto, calcio e potassio. Il fosforo è necessario in quantità minori. I microelementi (zinco, manganese, magnesio, ferro, ecc.), pur se necessari in modesta quantità, incidono molto sull'armonia vegeto-produttiva delle piante e sulla qualità dei frutti.

Di seguito sono riportati i diversi livelli di adattabilità degli agrumi in relazione ad alcuni caratteri funzionali del clima e del suolo.

Parametro	S1	S2	S3	N
Temperatura (range annuale in °C)	2 30	0 - 2 31 - 35	-2 - 0 36-45	< -2 > 45
Altimetria (m s.l.m.)	0 - 100	100 - 250	250 - 350	> 350
Parametro	S1	S2	S3	N
Profondità (cm)	> 70	70-40	40-30	< 30
Tessitura	Franca Franco-sabbiosa Franco-argilloso-sabbiosa	Sabbiosa Sabbioso-franca Franco-argilloso Argilloso-sabbiosa	Franco-limosa Franco-argilloso-limosa	Argillosa Limosa Argilloso-limosa
Permeabilità (mm h ⁻¹)	50 - 150	15 - 50 > 150	5 - 15	< 5
Drenaggio		Da normale a rapido		Ostacolato
Reazione (pH)	6,0 - 7,5		5,5 - 6,0 7,5 - 8,4	< 5,5; > 8,4
Calcare attivo (%) arancio amaro citrange	< 7 < 5	8 - 10 6 - 7	11 - 12 8 - 9	> 12 > 9
Pendenza %	< 15	15 - 25	25 - 30	> 30

Figura 17: Schema di classificazione per l'attitudine del suolo alla coltivazione degli agrumi

Dalle indagini condotte non sono stati individuati particolari fattori limitanti tali da rendere i terreni in analisi non adatti alla coltivazione degli Agrumi. **Il suolo dei terreni oggetto d'indagine ricade in classe 2.**

Classe S2 – Moderately Suitable: territori moderatamente adatti alla coltivazione degli agrumi.

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. I principali fattori limitanti la crescita delle colture sono la permeabilità medio-alta (superiore ai 150 mm h⁻¹) e le temperature estive al di sopra dei 30 °C.

5.3. Attitudine dei suoli alla coltivazione dell'olivo e del mandarlo

Olivi e mandarli sono riusciti ad adattarsi perfettamente all'ambiente mediterraneo, caratterizzato da grandi variazioni pedologiche e climatiche, grazie alla loro elevata rusticità e capacità di adattamento a condizioni difficili relative sia al clima che al substrato.

I risultati produttivi, in termini di qualità e di quantità, dipendono da specifici processi fisiologici quali: efficienza della fotosintesi, trasformazioni biologiche (fioritura e sviluppo dei frutti), fenomeni di assorbimento, trasporto e assimilazione degli elementi nutritivi. Tali processi sono determinati, a loro volta, dalle condizioni ambientali quali il regime termico, la disponibilità di luce e acqua, le caratteristiche chimiche, fisiche ed idrologiche del terreno.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 55
---	--	---------------

Di seguito saranno descritti i parametri per i quali le due specie richiedono esigenze di adattabilità simili.

In generale uliveti e mandorleti in Italia occupano superfici poste a quote mediamente comprese tra i 200 e i 400 m. s.l.m.; ma nelle regioni meridionali queste coltivazioni si spingono fino a 600-800 m e su pendici con oltre il 15% di pendenza.

Il parametro più limitante è senza dubbio la tessitura argillosa; questo carattere è spiccatamente presente nelle aree morfologicamente depresse dove i suoli sono molto ricchi in argille espandibili, con caratteri vertici e problemi di idromorfia. I suoli più adatti si ritrovano sulle superfici tabulari delle cuestas, laddove il suolo è moderatamente profondo, sui versanti da mediamente a dolcemente acclivi e sulle superfici tabulari dei terrazzi antichi. In generale per questo tipo di colture i migliori terreni sono quelli franchi, non asfittici e con una buona capacità di smaltimento delle acque in eccesso (terreni ben drenati). A queste caratteristiche si aggiunge la pendenza che, tra valori compresi tra l'1 e il 3%, contribuisce a garantire un normale deflusso dell'acqua.

Le migliori caratteristiche pedologiche che garantiscono una buona crescita di queste colture sono:

- Una profondità utile alle radici ≥ 75 cm;
 - Buon drenaggio;
 - Tessitura moderatamente fine (F, FS, FA, FL, FSA, FLA);
 - pH da neutro ad alcalino (6,6- 8,4);
 - dotazione di calcare attivo tra l'1 e il 20%;
 - salinità del suolo (dS/m) < 1 ;
 - assenza orizzonte petrocalcico o a profondità superiore ai 60 cm;
 - Assenza di argille espandibili che conferiscono caratteri vertici al suolo.
-

Schema di classificazione per l'attitudine all'OLIVO E MANDORLO

	1	2	3	4	5
Stazione					
Quota (m s.l.m.)	200-400	400-500	500-800	>800	>800
Pendenza %	0-20	20-35	20-35	35-60	>60
Esposizione	sud; sud-ovest; sud-est; pianeggiante	est; ovest	nord-ovest; nord-est	nord	nord
Erosione	da assente a moderata	forte	molto forte	-	-
Pietrosità superficiale % (tra 250 e 500 mm)	0-3	3 - 50	50-90	>90	>90
Suolo					
Profondità del suolo (cm)	> 100	50-100	25-50	<25	<25
Tessitura	F, FS, FA, FL, FSA, FLA	SF, AS, A a reticolo non espandibile	AL, S, A a reticolo espandibile	L	
Falda (profondità cm)	>100	>100	>100	<100	<100
Salinità (ds*m ⁻¹)	<1	1-2	3-4	>4	>4
Drenaggio interno	buono, moderato, piuttosto mal drenato se drenaggio esterno = medio e scheletro ≥35%	talvolta eccessivo o piuttosto mal drenato se drenaggio esterno ≥ medio o scheletro ≥35%	eccessivo, imperfetto, mal drenato se drenaggio esterno > medio o scheletro ≥35%	mal drenato e molto mal drenato	mal drenato e molto mal drenato
Idromorfia temporanea	da assente (o presente a profondità >75 cm)	occasionalmente presente a profondità <75 cm)	presente per 4-6 mesi alla profondità di 50-100 cm	presente per 4/6 mesi a profondità <50 cm	
Reazione (pH in H ₂ O)	da neutra (6,6-7,3) ad alcalina (7,9-8,4)	subacida (6,1-6,5)	moderatamente acida (5,1-6) o molto alcalina (8,5-9)	da estremamente acida (<4,5) a fortemente acida (4,5-5) o estremamente alcalina (>9)	
Carbonato di calcio (%) (calcare totale)	1-20	<0,5 -1; 20-40	>40	-	-
AWC mm	> 110	110-70	69-30	<30	<30
Profondità orizzonte petrocalcico (cm)	> 60	45-60	25-45	<25	<25
Classificazione	no Vertisuoli	no Vertisuoli	no Vertisuoli	si Vertisuoli	si Vertisuoli

Figura 18: Schema di classificazione per l'attitudine del suolo alla coltivazione dell'olivo e del mandorlo

Dalle indagini condotte non sono stati individuati particolari fattori limitanti tali da rendere i terreni in analisi non adatti alla coltivazione dell'olivo e del mandorlo. **Il suolo dei terreni oggetto d'indagine ricade in classe 2.**

Classe S2 – Moderately Suitable: territori moderatamente adatti alla coltivazione dell'olivo e del mandorlo. 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. Il fattore limitante risulta essere la carenza di calcare totale disponibile nei terreni analizzati.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 57
---	--	---------------

6. CONCLUSIONI

Al fine di definire le caratteristiche pedologiche del sito oggetto di interventi di miglioramenti fondiari sono stati eseguiti un numero congruo di sub campioni di terreno su tutta la superficie interessata dal progetto di coltivazione. Sono stati raggruppati in due distinti campioni: n.1559/23 e n.1560/23.

Difatti i risultati analitici evidenziano:

punti di forza o condizioni favorevoli, positive

- una buona tessitura del terreno (65% sabbia; 10% -15% limo; 25%-20% argilla), riscontrando caratteristiche fisiche dei suoli da franco sabbiosa argillosa in superficie a franco sabbiosa in profondità;
- una buona reazione del terreno con pH neutro;
- una normale conducibilità elettrica;
- suoli non calcarei;
- rapporto C/N equilibrato;
- ottimale rapporto Mg/K;
- TSB o GSB molto alto, indice di buona fertilità del terreno;
- Normale ESP con valori % di Na compresi tra 2.75 e 3.17.

punti di debolezza a condizioni migliorabili

- livelli scarsi di sostanza organica e di conseguenza di carbonio organico;
- livelli poveri di N totale di P assimilabile di K, Ca e Mg scambiabile;
- valori di CSC relativamente bassi.

Il calcolo della Land Capability per i terreni analizzati ha riscontrato la presenza di un **suolo con forti limitazioni d'uso (Classe III) ma non esclude la possibilità di coltivazione agraria ritenendola possibile con una attenta gestione agronomica.**

Difatti il calcolo della suscettività d'uso dei suoli (Land Suitability) ha confermato la sostenibilità per le colture selezionate da piano agronomico (agrumi e mandorlo), che rientrano in Classe 2.

Pur non essendo stati riscontrati fattori limitanti tali da precludere la possibilità di assicurare un uso sostenibile del suolo con la messa a dimora delle tipologie colturali selezionate, è opportuno precisare che saranno necessari interventi di miglioramento del fondo.

Per la buona riuscita delle colture scelte, è necessario migliorare le condizioni strutturali, nutritive e biologiche del terreno, stabilendo un buon livello di fertilità fisica, chimica e biologica tale da permettere i processi biogeochimici indispensabili a favorire e mantenere la disponibilità di elementi

Progetto: Fattoria Solare " <i>Siamaggiore 1</i> " EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 58
--	--	---------------

nutritivi nella rizosfera. Fondamentale è l'apporto di sostanza organica per consentire lo sviluppo di una popolazione microbica del suolo che possa ripristinare il giusto livello di fertilità biologica del terreno a scopi produttivi.

Per conseguire tale finalità, si prevede una fase di preparazione dell'area tramite azioni e interventi agronomici sul fondo volte al miglioramento dei livelli di fertilità dei suoli, prima della messa a dimora delle colture. Per l'incremento e il ripristino della fertilità dei suoli le operazioni verranno eseguite nell'arco temporale fino a tre anni, in cui verranno svolte semine di mix Syngenta composto da specie quali leguminose e crucifere (o brassicacea), e successive operazioni di sovescio per migliorare la componente organica del suolo.

Sulla base delle condizioni pedologiche osservate, delle carenze nutrizionali e delle esigenze colturali individuate per le colture selezionate, è stato redatto un piano di concimazione, di seguito allegato, atto a garantire il successo dell'iniziativa.

Progetto: Fattoria Solare " <i>Siamaggiore 1</i> " EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 59
--	--	---------------

7. ALLEGATO 1 - PIANO DI CONCIMAZIONE

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 60
---	--	---------------

Dal presente studio pedologico emerge la necessità di prevedere interventi di miglioramento della fertilità del terreno dei siti ospitanti le colture arboree indicate nell'ordinamento colturale del piano agronomico.

Premesso che dall'interpretazione dei dati si evince la necessità di dover incrementare i livelli di sostanza organica nel suolo, al fine di poter ripristinare i migliori livelli di fertilità fisico-chimico e biologico del terreno, ogni azione o intervento agronomico deve dare risultanza di un graduale e continuo apporto di sostanza organica, soprattutto, negli anni che precedono la messa a dimora delle colture arboree. Lo scopo è di incrementare gradualmente i livelli o contenuti in sostanza organica del terreno al fine di attivare l'insediamento e sviluppo di microrganismi tellurici utili ai processi di humificazione, all'incremento della biodiversità biologica del suolo e delle popolazioni microbiche con ruolo attivo nei processi geobiochimici utili a rendere disponibili gli elementi nutritivi per le colture agrarie.

Sulla base dei risultati delle analisi del suolo e in relazione agli apporti massimi di macroelementi previsti dal disciplinare di produzione integrata della Regione Sardegna, si prevede un piano di concimazione per l'impianto delle colture scelte che nel periodo antecedente l'impianto arboreo (fino a tre anni) prevede l'apporto di ammendante in conformità a quanto indicato dal disciplinare di produzione integrata della Regione Sardegna (riferimenti a coltivazione di solo leguminose).

Al primo anno di impianto arboreo, sia per gli agrumi che per il mandorlo, è prevista concimazione di fondo a base di stallatico ammendante, fertirrigazione e concimazione fogliare.

Al secondo anno di impianto è prevista la somministrazione dei concimi solo tramite fertirrigazione e concimazione fogliare, per garantire un apporto mirato dei vari elementi nutritivi.

Il presente piano di concimazione è stato redatto prendendo come riferimento i risultati delle analisi dei campioni di terreno.

ANALISI TERRENO (Rapporto di prova n° 1559/23)

PARAMETRO	SCHELETRO	SABBIA	LIMO	ARGILLA	TESSUTURA	REAZIONE (1:2,5)	COND. ELET. (1:2,5)	CALCARE TOTALE	CALCARE ATTIVO	SOSTANZA ORGANICA	C/N	AZOTO TOTALE	FOSFORO ASS.	FERRO ASS.	MANGANESE ASS.	RAME ASS.	ZINCO ASS.	CALCIO SCAMB.	MAGNESIO SCAMB.	POTASSIO SCAMB.	SODIO SCAMB.	C.S.C. per 100 g	CALCIO	MAGNESIO	POTASSIO	SODIO	SATURAZIONE BASICA	RAPPORTO Mg/K	RAPPORTO Ca/Mg	S.p.R.
SIMBOLO						Ph	mS/cm	%	%	%	%	N	P	Fe	Mn	Cu	Zn	Ca	Mg	K	Na	meq	%	%	%	%	%			
		65	10	25		6,9	0,145	0,1	0,01	0,8	9,3	0,5	5					750	70	60	40	5,48	68,23	10,5	2,8	40	84,71	3,73	6,54	0,37
GIUDIZIO						neutro	normale	povero	scarso	molto bassa		povero	molto bassa					molto basso	basso	basso	normale	bassa	media	Alto	medio	normale	ottimo	ottimale	normale	normale

sesto impianto	
Lunghezza sulla fila m	Larghezza tra le file m
3	6

	M q	Ha
N°pt	18	566
SAU	10000	1

Coltura in riferimento - Prato polifita con produzione medie standard 127 Q.li/Ha Dati Istat regione Sardegna 2022. Valori massimi riferiti al Disciplinare di Produzione Integrata della Regione Sardegna 2023.			
NOTE	1° Anno	2° Anno	3° Anno
Concimazione azotata kg uf totali	40	40	40
Concimazione fosfatica kg uf totali	120	120	120
Concimazione potassica kg uf totali	150-200	150-200	150-200

Coltura di riferimento- Agrumi. Valori massimi riferiti al Disciplinare di Produzione Integrata della Regione Sardegna 2023					
NOTE	1° Anno	2° Anno	3° Anno	4° Anno	5° Anno
Concimazione azotata kg uf totali	15	30	30	60	155
Concimazione fosfatica kg uf totali	15	25	120	120	120
Concimazione potassica kg uf totali	20	40	145	145	145

Coltura di riferimento- Mandorlo. Valori massimi riferiti al Disciplinare di Produzione Integrata della Regione Sardegna 2023					
NOTE	1° Anno	2° Anno	3° Anno	4° Anno	5° Anno
Concimazione azotata kg uf totali	20	30	30	50	110
Concimazione fosfatica kg uf totali	15	25	25	25	110
Concimazione potassica kg uf totali	20	40	40	40	140

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 62
---	--	---------------

Ammendante

CONCIMAZIONE DI FONDO	UNITA' FERTILIZZANTI						
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC
Unità fertilizzanti (UF) di fondo/Ha	19,60	17,50	21,00	0,00	0,00	0,00	266,00

L'apporto di ammendante è previsto fino a tre anni antecedenti l'impianto arboreo. La distribuzione sarà localizzata lungo i filari dei tracker installati, in modo da migliorare la fertilità fisico-chimica e biologica della fascia interessata da coltivazione.

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 63
---	--	---------------

Piano di concimazione agrumi

CONCIMAZIONE 1° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fondo/ Ettaro	12	0	0	0	0	0	3,2	0	0	0	0	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	164	10,76	16,068	25,3	0	0	1,5	0,5	0	0	0,24	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	1,36	0,96	2,8	1,524	0	0,4	0	0,0066	0,0016	0,0066	0,04	0,016	0,008
UF (fondo + fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	15	11,72	18,87	26,82	0	0,4	3,13,2	0,507	0,002	0,017	0,28	0,016	0,008

CONCIMAZIONE 2° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	27,60	23,70	33,03	31,60	0,00	0,00	7,50	6,00	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	1,54	1,20	3,50	1,52	0,00	0,50	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05	0,02	0,01
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	29,14	24,90	36,53	33,12	0,00	0,50	7,50	6,01	0,00	0,02	3,65	0,02	0,01

CONCIMAZIONE 3° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	28,2	113,9	137,02	18,8	0	45	7,5	6	0	0	3,6	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	1,765	1,5	4,375	1,524	0	0,625	0	0,0075	0,0025	0,0175	0,0625	0,025	0,0125
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	29,97	115,4	141,4	20,32	0	45,63	7,5	6,008	0,003	0,018	3,663	0,025	0,013

CONCIMAZIONE 4° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	56,84	115,9	140,31	33,8	0	56,25	8,75	0	0	0	3	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	1,765	1,5	4,375	1,524	0	0,625	0	0,0075	0,0025	0,0175	0,0625	0,025	0,0125
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	58,61	117,4	144,7	35,32	0	56,88	8,75	0,008	0,003	0,018	3,063	0,025	0,013

CONCIMAZIONE 5° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	149,84	117,5	139,04	39	0	0	8,75	15	0	0	3	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	1,765	1,5	4,375	1,524	0	0,625	0	0,0075	0,0025	0,0175	0,0625	0,025	0,0125
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	151,6	119	143,4	40,52	0	0,625	8,75	15,01	0,003	0,018	3,063	0,025	0,013

Progetto: Fattoria Solare "Siamaggiore 1" EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 64
---	--	---------------

Piano di concimazione mandorlo

CONCIMAZIONE 1° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fondo/ Ettaro	15	0	0	0	0	0	390	0	0	0	0	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	3,38	11,3	16,47	18,08	0	0	1,75	0,8	0	0	0,6	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	0,77	0,6	1,75	0,812	0	0,25	0	0,004	0,001	0,01	0,025	0,01	0,005
UF (fondo + fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	19,15	11,9	18,22	18,89	0	0,25	391,8	0,804	0,001	0,01	0,625	0,01	0,005

CONCIMAZIONE 2° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	29,1	22,6	34,14	45,4	0	0	6,5	15	0	0	3	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	0,77	0,6	1,75	0,812	0	0,25	0	0,004	0,001	0,01	0,025	0,01	0,005
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	29,87	23,2	35,89	46,21	0	0,25	6,5	15	0,001	0,01	3,025	0,01	0,005

CONCIMAZIONE 3° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	29,1	22,6	34,14	45,4	0	0	6,5	15	0	0	3	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	0,77	0,6	1,75	0,812	0	0,25	0	0,004	0,001	0,01	0,025	0,01	0,005
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	29,87	23,2	35,89	46,21	0	0,25	6,5	15	0,001	0,01	3,025	0,01	0,005

CONCIMAZIONE 4° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	47,4	23,7	36,63	46,8	0	18	11,75	18	0	0	4,8	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	0,77	0,6	1,75	0,812	0	0,25	0	0,004	0,001	0,01	0,025	0,01	0,005
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	48,17	24,3	38,38	47,61	0	18,25	11,75	18	0,001	0,01	4,825	0,01	0,005

CONCIMAZIONE 5° ANNO	UNITA' FERTILIZZANTI												
	UFN	UFP	UFK	UFCa	UFMg	UFS	UFC	UFZN	UFB	UFMn	UFFe	UFCu	UFMo
Unità fertilizzanti (UF) di fertirrigazione/Ettaro	96,96	108,48	110,96	39	0	67,5	3,2	15	0	0	0,48	0	0
Unità fertilizzanti (UF) di concimazione fogliare/Ettaro	0,77	0,6	1,75	0,812	0	0,25	0	0,004	0,001	0,01	0,025	0,01	0,005
UF (fertirrigazione + fogliare) Totali / Ettaro	97,73	109,1	112,7	39,81	0	67,75	3,2	15	0,001	0,01	0,505	0,01	0,005

Progetto: Fattoria Solare " <i>Siamaggiore 1</i> " EF AGRI SOCIETÀ AGRICOLA A R.L.	Titolo Elaborato: Studio Pedologico	Pagina: 65
--	--	---------------

Nei primi cinque anni di impianto, sia per gli agrumi che per il mandorlo, è stato redatto un piano di concimazione che prevede al primo anno l'apporto di ammendante localizzato lungo i filari delle piante, integrato con interventi di fertirrigazione localizzati e concimazioni fogliari per soddisfare i fabbisogni nutrizionali delle colture in atto. Dal secondo anno in poi, sono previsti principalmente interventi di fertirrigazione e concimazione fogliare.
