

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9-20121 Milano (MI)	 iat CONSULENZA E PROGETTI	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA) Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		PAGINA 1 di 53

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GR MACOMER"

- COMUNE DI MACOMER (NU) -



OGGETTO PROGETTO DEFINITIVO	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA
PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	Gruppo di lavoro: Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Ing. Enrica Batzella Dott. Pian. Terr. Andrea Cappai Ing. Antonio Dedoni Dott. Geol. Maria Francesca Lobina Agr. Dott. Nat. Nicola Manis Dott. Nat. Maurizio Medda Ing. Gianluca Melis Dott. Geol. Mauro Pompei Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Dott. Nat. Fabio Schirru Dott. Matteo Tatti (Archeologia)

Cod. pratica 2022/0305

Nome File: **GREN-FVM-RP6** Relazione agro-pedologica

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.
0	20/10/2022	Emissione per procedura di VIA	IAT	GF	GREN

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

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9–20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>INNOVABILI</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 1 di 53	

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	2
2	GEOLOGIA	3
3	I SUOLI	5
3.1	Introduzione	5
3.2	Unità di terre.....	8
	3.2.1 <i>Introduzione</i>	8
	3.2.2 <i>Unità di terre nell'area di studio</i>	9
3.3	Descrizione dei suoli	10
	3.3.1 <i>Profilo M1</i>	11
	3.3.2 <i>Profilo M2.....</i>	13
	3.3.3 <i>Profilo M3.....</i>	15
	3.3.4 <i>Profilo M4.....</i>	18
	3.3.5 <i>Profilo M5.....</i>	20
	3.3.6 <i>Profilo M6.....</i>	22
	3.3.7 <i>Osservazioni</i>	24
3.4	Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation.....	28
	3.4.1 <i>Introduzione</i>	28
	3.4.2 <i>Descrizione della Land Capability Evaluation</i>	28
	3.4.3 <i>Descrizione delle classi</i>	28
	3.4.4 <i>Descrizione delle sottoclassi</i>	31
3.5	Classificazione Land capability dell'area in esame	34
4	EFFETTI ATTESI E MISURE DI MITIGAZIONE	37
4.1	Effetti in fase di cantiere.....	38
4.2	Effetti in fase di esercizio	39
4.3	Effetti in fase di dismissione.....	39
4.4	Misure di mitigazione proposte.....	40
	4.4.1 <i>Area delle cabine elettriche</i>	40
	4.4.2 <i>Area del campo solare: attività agro-pastorali e misure conservative dei suoli</i>	40
	4.4.3 <i>Soluzione per gli insetti pronubi.....</i>	43
5	MONITORAGGI	46
5.1	Monitoraggio pedologico	46
	5.1.1 <i>Piano di monitoraggio.....</i>	47
	5.1.2 <i>Fase ante operam</i>	47
	5.1.3 <i>Fase in operam</i>	48
	5.1.4 <i>Fase post operam</i>	48
6	CONCLUSIONI	49
7	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	51

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 2 di 53	

1 INTRODUZIONE

Il presente documento riporta le risultanze dell’analisi agro-pedologica e della pianificazione agro-pastorale nell’ambito del progetto di realizzazione *ex novo* dell’impianto fotovoltaico in territorio di Macomer (NU) denominato “GR Macomer” in località “Arrulas” della potenza nominale di 27,44 MW (potenza nominale lato DC pari a 35,30 MW_P) proposto dalla società Greenergy rinnovabili 8 s.r.l.

L’area oggetto di studio ricade nella regione storico-geografica del Marghine, ubicata al margine meridionale dell’altopiano basaltico plio-quadernario di Abbasanta, nella zona retroindustriale dell’agglomerato di Tossilo (Macomer) ad una quota di circa 400 m s.l.m. Il paesaggio è tipicamente pianeggiante, appena variato da una serie di ampie ondulazioni, separate da depressioni poco marcate, in cui si rileva la presenza di affioramenti rocciosi, che localmente si configurano come estese bancate, e da blocchi e pietre di grandi dimensioni che risultano spesso accatastati in cumuli artificiali, come risultato delle azioni di miglioramento fondiario.

In questo contesto geomorfologico i suoli presenti sono il risultato dall’alterazione delle andesiti che caratterizzano l’altopiano vulcanico e sono generalmente poco evoluti a bassa densità apparente, molto porosi e soffici con elevata friabilità. Localmente, in presenza di condizioni idonee all’evoluzione pedologica, la potenza dei suoli aumenta in maniera irregolare, ma difficilmente superiore al metro di profondità.

Questi connotati rappresentano un limite fisico allo sviluppo agricolo e hanno favorito piuttosto lo sviluppo delle attività zootecniche, con utilizzo prevalente delle superfici per il pascolo, e secondariamente, dove i suoli lo consentono, la produzione agricola. Si tratta per lo più di colture estensive cerealicole orientate alla produzione di foraggi verdi autunno-vernini e stagionati finalizzati al sostentamento del bestiame. Il sito oggetto di studio è attualmente destinato all’attività zootecnica bovina.

La presente relazione rappresenta la sintesi della fase dei rilevamenti pedologici effettuati in data 16/09/2022 a cui seguono le valutazioni tecniche relative alla capacità d’uso dei suoli. In queste pagine, si cercherà di approfondire le tematiche pedologiche concentrando l’attenzione sulle aree in cui è prevista l’installazione dei pannelli fotovoltaici e si pianificheranno delle misure atte alla prosecuzione delle attività agro-pastorali e allo stesso tempo funzionali al mantenimento e alla conservazione della risorsa suolo.

Quanto segue è stato redatto sotto il coordinamento della I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. nella persona del Agr. Dott. Nat Nicola Manis, iscritto all’ordine degli Agrotecnici e degli Agrotecnici laureati, al collegio interprovinciale di OR-CA-CI-VS, n 557 dal 30/03/2019.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "GR MACOMER" IN LOCALITÀ "ARRULAS" DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 3 di 53	

2 GEOLOGIA

Le superfici in cui si prospetta la realizzazione dell'impianto fotovoltaico ricadano geomorfologicamente nel margine meridionale dell'altopiano basaltico di Abbasanta-Borore.

La piana di Abbasanta-Borore rappresenta un esteso plateau vulcanico che si estende tra il Marghine a nord, la valle del Tirso a est e a sud, e il Montiferru a ovest. Il tavolato ha avuto origine dal ripetuto sovrapporsi di una serie di colate laviche assai fluide, verificatisi tra il Pliocene ed il Pleistocene conseguenti alla dinamica tettonica estensionale che interessò la Sardegna e il Tirreno, connessa con l'apertura del Mar Tirreno meridionale (Selli e Fabbri, 1971).

Questo ciclo vulcanico, di tipo intraplacca, ha dato luogo alla deposizione essenzialmente di lave basaltiche, da alcaline ad alcaline-transizionali e subalcaline, talora associato a differenziati più evoluti causando il ricoprimento delle più antiche litologie vulcaniche terziarie presenti.

Le singole colate, appaiono suddivise da numerosi sistemi di fessurazioni verticali o subverticali, ma per lo più irregolari, spesso accompagnate da fenomeni di argillificazione (Barrocu, 1974). Petrograficamente, si tratta di basalti alcalini e debolmente alcalini e trachibasalti talora intercalati ai basalti, a olivina, pirosseno monoclinico e a plagioclasio.

Nell'altopiano, sono presenti inoltre depositi sedimentari palustri recenti, datati al Quaternario. Tali sedimenti argillosi derivanti perlopiù dall'alterazione dei basalti si sono accumulati nelle depressioni del tavolato dando origine a delle aree acquitrinose.

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

Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) (BLP2). Andesiti basaltiche subalcaline, porfiriche per fenocristalli di Pl, Cpx, Opx, Ol; in estesi espandimenti. Trachibasalti e basalti debolmente alcalini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx; in estesi espandimenti. PLIOCENE MEDIO-SUP. - ?PLEISTOCENE INF.

Subunità di Funtana di Pedru Oe (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) (BPL3). Basalti debolmente alcalini e trachibasalti, a grana minuta, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Px; in estese colate. PLIOCENE SUP.

Subunità di Sindia (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) (BLP4). Basalti debolmente alcalini olocristallini, porfirici per fenocristalli di Ol, Pl, e rari xenocristalli quarzosi; in colate. Trachibasalti, trachibasalti debolmente alcalini, da olocristallini ad ipocristallini, variamente porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, Bt, con rari xenocristalli quarzosi, localmente megacristalli di Cpx, e noduli peridotitici e gabbrici. Basalti alcalini olocristallini, porfirici per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx con noduli peridotitici; in colate. (2,0 ± 0,1 Ma: Beccaluva et alii, 1981). PLIOCENE SUP.-PLEISTOCENE.

Depositi palustri (e5). Limi e argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 4 di 53	

Le superfici interessate nel progetto appartengono ad un'unica unità geologica corrispondente alla Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA) (BPL2).

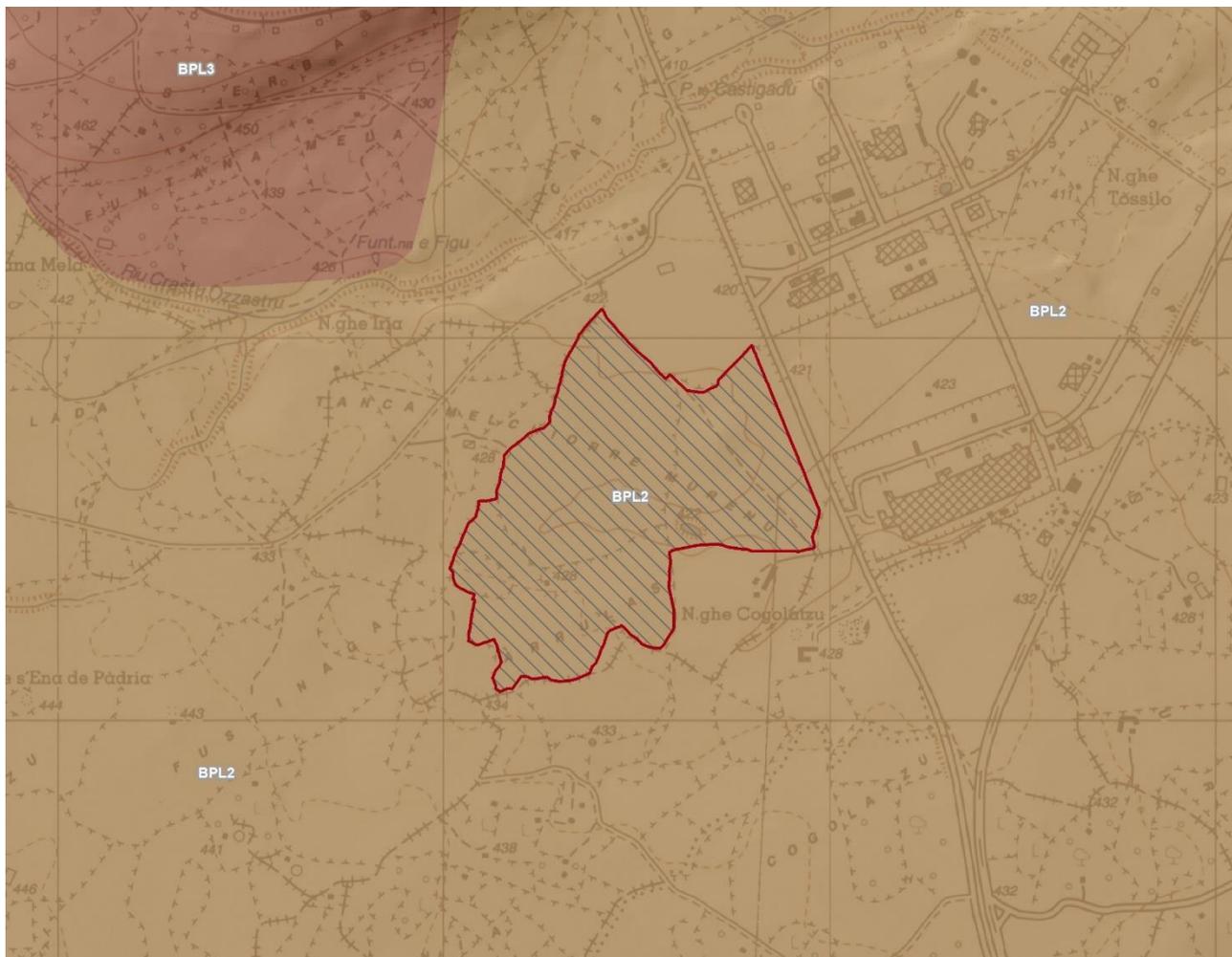


Figura 1 - Stralcio dalla Carta Geologica in scala 1:25.000 (in rosso il confine dell'area di intervento)

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 5 di 53	

3 I SUOLI

3.1 Introduzione

La caratterizzazione e la successiva descrizione dei suoli di una regione è sempre complicata da realizzare in quanto la componente oggetto di analisi è caratterizzata da una notevole variabilità spaziale. Il suolo è considerato, già da parecchio tempo, come un corpo quadridimensionale (tempo e spazio) *“naturale indipendente, con una sua propria morfologia di profilo risultante da un'unica combinazione di clima, forme biologiche, materiale derivante dalla roccia madre, dalla topografia e dal tempo”* (Dokuchaev, 1885). Per sintetizzare ciò possiamo fare riferimento alla ben nota, e sempre valida, equazione di Jenny del 1941, $S = f(cl, o, r, p, t)$, in cui il suolo viene espresso come funzione del clima, degli organismi viventi, del rilievo, della roccia madre e del tempo.

Il clima, come ben noto, influisce sulla pedogenesi in quanto agisce sui costituenti del sistema suolo attraverso l'alterazione della roccia madre, lo sviluppo della vegetazione e la modificazione della forma del paesaggio.

La vegetazione è strettamente influenzata dal clima e condiziona i processi di formazione del suolo. Ad esempio, la presenza di una densa copertura boschiva garantisce un continuo apporto di sostanza organica e svolge un ruolo di protezione dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento.

Il rilievo influisce, invece, dapprima in modo indiretto, in quanto attraverso l'esposizione può ad esempio condizionare l'intensità delle precipitazioni e dei venti, e poi in modo diretto, in quanto l'elevata pendenza può innescare processi gravitativi e fenomeni di ruscellamento.

La roccia madre fornisce la materia prima ai processi pedogenetici. Infatti, l'alterazione della roccia fornisce la frazione minerale che rappresenta l'input per i successivi processi di sviluppo del suolo. In presenza di rocce tenere, o comunque facilmente alterabili, i suoli possono assumere forme ben sviluppate in assenza di particolari processi erosivi, mentre la presenza di rocce fortemente massive e litoidi ostacola i processi pedogenetici determinando talvolta la presenza di suoli sottili, talora limitati a semplici coperture di spessore centimetrico.

Infine, il fattore tempo è decisivo per lo svolgersi delle azioni determinate dai fattori precedenti. Quindi, nello studio dei suoli e nella determinazione della sua variabilità spaziale non si può certamente prescindere da tutti questi fattori che influiscono, in maniera differente, sui processi pedogenetici.

Le teorie pedologiche tradizionali dimostrano che, dove le condizioni ambientali generali sono simili ed in assenza di disturbi maggiori, come possono essere ad esempio particolari eventi deposizionali o erosivi, i suoli dovrebbero seguire un'evoluzione ed uno sviluppo che converge verso un ben determinato tipo pedologico caratteristico di quella precisa area. In questo senso, la pedogenesi più lunga avviene sotto condizioni ambientali favorevoli e, soprattutto, costanti in cui le caratteristiche fisiche, biologiche e chimiche imprimono la loro impronta sulla pedogenesi stessa. Ma questo sviluppo, o meglio questa progressione verso uno stadio di maturità dei suoli, non è sempre evidente,

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 6 di 53	

proprio perché i fattori precedentemente descritti possono interromperla in qualsiasi momento (Phillips, 2000). La realtà, infatti, si discosta spesso in modo marcato dalle teorie pedologiche, proprio come avviene ogni volta che si cerca di modellizzare l'ambiente ed i processi che si instaurano, in quanto difficilmente vi è la contemporanea continuità dei suddetti fattori. Questo è valido a tutte le scale di osservazione, sia alla mesoscala che alla microscala, in quanto anche dall'analisi di un piccolo versante è possibile osservare variazioni litologiche e micromorfologiche che influiscono in modo determinante sulla formazione e sul comportamento del suolo.

A complicare quanto descritto fino a questo momento, non si possono certamente trascurare le variazioni indotte da una qualsiasi gestione antropica. Quest'ultima determina una sintomatica variazione dello sviluppo dei suoli. Infine, a ciò si aggiunge il fatto che le informazioni ottenute da una zona non possono essere estese ad altre aree simili senza una verifica completa, rendendo il rilievo pedologico lungo nel tempo e con costi elevati.

Nel corso degli anni lo studio della variazione spaziale dei suoli si è continuamente evoluto, passando dall'analisi dei singoli fattori che concorrono ai processi precedentemente descritti al rapporto suolo-paesaggio, fino ad arrivare agli anni 90' del secolo scorso, quando parte dello studio è stato concentrato sulla caratterizzazione del concetto di variabilità e sulla determinazione della frequenza con la quale variavano i diversi fattori. Burrough (1983), ad esempio, ha osservato come alcuni fattori variano con una certa costanza, potendo quindi essere inseriti all'interno di una variabilità definita sistematica, mentre altri fattori non possono che essere ricondotti ad una variabilità casuale. Sono proprio questi i concetti su cui si è concentrata l'attenzione dei ricercatori del settore, con diverse interpretazioni in funzione delle variabili di volta in volta analizzate. In particolare, secondo Saldana et al. (1998) la variazione sistematica è un cambiamento graduale o marcato nelle proprietà dei suoli ed è espressa in funzione della geologia, della geomorfologia, dei fattori predisponenti la formazione dei suoli e/o delle pratiche di gestione dei suoli stessi. Anche per Perrier e Wilding (1986) queste variazioni sistematiche possono essere espresse in funzione di:

1. morfologia (es. rilievi montani, plateaux, pianure, terrazzi, valli, morene, etc.);
2. elementi fisiografici (es. le vette e le spalle dei versanti);
3. fattori pedogenetici (es. cronosequenze, litosequenze, toposequenze, biosequenze e climosequenze).

Secondo Couto et al. (1997), le variazioni sistematiche potrebbero essere osservate in generale già durante le prime fasi dei rilievi di campo.

Le altre variazioni, ovvero quelle casuali, non possono essere spiegate in termini di fattori predisponenti la formazione ma, sono riconducibili: alla densità di campionamento, agli errori di misura e alla scala di studio adottata (Saldana et al., 1998). È contenuto in questi schemi di campionamento il presupposto dell'identità per i campioni adiacenti, anche se ciò raramente è stato riscontrato (Sierra, 1996). In generale, la variabilità sistematica dovrebbe essere maggiore della variabilità casuale (Couto et al., 1997), in quanto il rapporto con il paesaggio è più stretto.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 7 di 53	

Più volte si è fatto riferimento alla variabilità dei suoli alle diverse scale di osservazione. In generale, la variazione spaziale tende a seguire un modello in cui la variabilità diminuisce al diminuire della distanza fra due punti nello spazio (Youden e Mehlich, 1937; Warrick e Nielsen, 1980). La dipendenza spaziale è stata osservata per una vasta gamma di proprietà fisiche, chimiche e biologiche, nonché nei processi pedogenetici.

Come già ampiamente descritto nelle pagine precedenti, le variazioni spaziali dei suoli sono giustificate attraverso un’analisi dei 5 principali fattori responsabili della formazione del suolo: clima, litologia, topografia, tempo e organismi viventi. Ma la base della variabilità è la scala del rilievo, in quanto ciascuno di questi fattori esercita un proprio peso che differisce anche, e soprattutto, a seconda della scala. È quindi molto importante individuare una scala di lavoro che permetta di sintetizzare il ruolo svolto dai singoli fattori.

Alcuni esempi esplicativi possono essere ricondotti alle variazioni climatiche, che esercitano un ruolo importante sulla variabilità dei suoli, particolarmente alle scale regionali. Ma quando nel territorio subentrano anche sensibili variazioni morfologiche e topografiche, allora le temperature e le precipitazioni possono differire sensibilmente anche per distanze di 1 km. Inoltre, variazioni climatiche possono essere determinate dall’esposizione, come il microclima sui versanti esposti a nord che, alle nostre latitudini, differisce in maniera consistente rispetto ai versanti esposti a sud.

Allo stesso modo, anche la roccia madre varia spesso alla scala regionale, ma vi sono sensibili differenze anche alla grande scala, o di dettaglio. Molti esempi suggeriscono che le variazioni dei suoli alla scala di dettaglio avvengono soprattutto con i cambiamenti nella topografia, ma è molto difficile accorgersi delle variazioni dei suoli e di quali proprietà possano mutare lungo uno stesso versante (Brady e Weil, 2002).

È necessario quindi poter distinguere quello che avviene alle differenti scale di osservazione; alle grandi scale, ad esempio, i cambiamenti avvengono all’interno di pochi ettari coltivati o di aree incolte. La variabilità a questa scala di osservazione può essere difficile da misurare, a meno di possedere un numero elevatissimo di osservazioni e con una densità di campionamento improponibile per i normali rilevamenti pedologici.

In molti casi alcune considerazioni, ma si tratta sempre di considerazioni effettuate dopo aver analizzato i primi dati pedologici, possono essere estrapolate anche osservando l’altezza o la densità di vegetazione che può riflettere una determinata variabilità dei suoli, come pure una variabilità nelle forme del paesaggio o la presenza di differenti substrati geologici. Laddove lo studio richiede una valenza scientifica o una precisa caratterizzazione dei suoli è sempre necessario che i cambiamenti delle proprietà dei suoli siano determinati attraverso l’analisi dei campioni di suolo prelevati.

Alla media scala, invece, si osserva come la variabilità sia in stretta relazione con alcuni fattori pedogenetici. Comprendendo le influenze di uno di questi sul rapporto suolo-paesaggio, è spesso possibile definire un set di singoli suoli che volgono insieme in una sequenza attraverso il paesaggio stesso. Frequentemente è possibile, identificando un membro di una serie, predire le proprietà dei

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 8 di 53	

suoli che occupano una determinata posizione nel paesaggio da altri membri di una serie (Brady e Wiel, 2002). Tali serie di suoli includono litosequenze (considerando sequenze di rocce madri), cronosequenze (considerando rocce madri simili ma tempi pedogenetici diversi) e toposequenze (con suoli disposti secondo cambiamenti nella posizione fisiografica). La toposequenza viene anche indicata col termine catena. Le associazioni di suoli raggruppano suoli diversi, presenti nello stesso paesaggio, non cartografabili singolarmente alla scala utilizzata, ma distinguibili a scale di maggior dettaglio. L'identificazione delle associazioni di suoli è importante, in quanto queste consentono di caratterizzare il paesaggio attraverso la zonizzazione di grandi aree e possono essere utilizzate come strumento di programmazione urbanistica e del territorio.

3.2 Unità di terre

3.2.1 Introduzione

L'uso di carte tematiche specifiche, ed in questo caso della carta delle Unità di Terre, costituisce uno dei metodi migliori per la rappresentazione e visualizzazione della variabilità spaziale delle diverse tipologie di suolo, della loro ubicazione e della loro estensione.

Il significato delle Unità di Terre concerne l'individuazione di aree in cui avvengono, in modo omogeneo, determinati processi di pedogenesi che si riflettono nella formazione di suoli con caratteri simili anche in aree distanti tra loro. Il principio cardine su cui si basa il lavoro è il noto paradigma suolo e paesaggio ovvero il legame stretto che permette, attraverso l'osservazione delle singole componenti di quest'ultimo, l'individuazione di aree omogenee caratterizzate da classi di suoli di origine analoga e la loro distribuzione spaziale.

I suoli, come descritto precedentemente, si formano attraverso un'interazione composta tradizionalmente da cinque fattori: substrato pedogenetico, topografia, tempo, clima ed organismi viventi (Jenny, 1941). Le complesse interazioni tra questi fattori avvengono seguendo modelli ripetitivi che possono essere osservati a scale differenti, conducendo alla formazione di combinazioni pedologiche assimilabili. Questa è la base per la definizione, identificazione e mappatura dei suoli (Soil Survey Division Staff, 1993).

In questi termini, i modelli locali di topografia o rilievo, substrato pedogenetico e tempo, insieme alle loro relazioni con la vegetazione ed il microclima, possono essere utilizzati per predire le tipologie pedologiche in aree ristrette (Soil Survey Division Staff, 1993)

In sintesi, si tratta di uno strumento importante ai fini pedologici, proprio perché per ciascuna unità viene stabilita la storia evolutiva del suolo in relazione all'ambiente di formazione, e se ne definiscono, in questo modo, gli aspetti e i comportamenti specifici. Inoltre, dalla carta delle Unità di Terre è possibile inquadrare le dinamiche delle acque superficiali e profonde, l'evoluzione dei diversi microclimi, i temi sulla pianificazione ecologica e la conservazione del paesaggio, le ricerche sulla dispersione degli elementi inquinanti, ma anche fenomeni urbanistici ed infrastrutturali (Rasio e Vianello, 1990).

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 9 di 53	

Seppur il lavoro svolto ha avuto come riferimento bibliografico la Carta delle Unità di Terre realizzata nel 2014 nell’ambito del progetto CUT 1 dalle agenzie regionali Agris e Laore e dalle Università di Cagliari (Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche) e Sassari (Dipartimento di Agraria, sezione Ingegneria del Territorio), le valutazioni fatte nella definizione delle unità sono strettamente legate agli obiettivi dello studio nonché alla scala di rilevamento e restituzione del dato.

Seguirà una breve descrizione delle unità presenti nell’area di studio.

3.2.2 Unità di terre nell’area di studio

Unità BSP: suoli sviluppatasi su basalti (*sottounità fisiografica 0, +1, -1*)

Unità ubicata sull’intera superficie del plateau basaltico caratterizzante il rilievo esaminato. Principalmente si tratta di aree pianeggianti e subpianeggianti con pendenze inferiori a 2,5% e localmente da morfologie concave e convesse con pendenze comprese tra 2,5% e 15%.

I suoli formati su questi basalti sono generalmente poco evoluti, caratterizzati da un elevato contenuto in sostanza vetrosa. Sono suoli a bassa densità apparente, molto porosi e soffici, con elevata friabilità e offrono al tatto una sensazione di umidità anche in periodi siccitosi. Il loro colore varia da bruno scuro a bruno-rossastro.

In genere si tratta di suoli con scarsa profondità anche se localmente condizioni pedologiche idonee consentano una maggiore evoluzione con un conseguente aumento della potenza dei medesimi. Le principali criticità sono associate alla rocciosità affiorante da abbondante ad elevata, e secondariamente dalla pietrosità superficiale localmente comune nelle aree prive di interventi di miglioramento fondiario. Inoltre nell’area di studio, i suoli sono ricchi di blocchi basaltici, che risultano spesso accatastati in cumuli artificiali. Tali caratteristiche li rendono poco adatti e/o inadatti ad essere coltivati. Altre criticità di questi suoli sono imputabili alla difficoltà di drenaggio che in occasione di piogge intense può generare aree preferenziali di ristagno di acqua.

Uso del suolo prevalentemente costituito da aree a pascolo naturale, prati artificiali, colture cerealicole foraggere non irrigue, e aree con vegetazione rada >5% e <40%.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 10 di 53	

3.3 Descrizione dei suoli

L'analisi pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 16/09/2022, che hanno consentito allo scrivente di analizzare e verificare le effettive caratteristiche dei suoli dell'area su cui verranno ubicati i pannelli fotovoltaici e costruite le cabine elettriche. La seguente descrizione, riportata di seguito, è stata fatta considerando i substrati pedogenetici delle superfici interessate impostatisi sulla Subunità di Dualchi composta da andesiti basaltiche subalcaline.

Per raccogliere informazioni dettagliate si è provveduto ad effettuare dei minipit a cui sono state aggiunte delle osservazioni superficiali necessarie ad incrementare la densità di rilevamento. Le informazioni ottenute saranno utili per pervenire alla valutazione della Land Capability che prenda in considerazione le varie forme di paesaggio, interessate nel progetto, all'interno delle varie superfici catastali. Inoltre l'azione di campionamento sarà propedeutica alla pianificazione delle azioni agronomiche che consentano, dove possibile, un miglioramento dei suoli presenti o la loro conservazione.

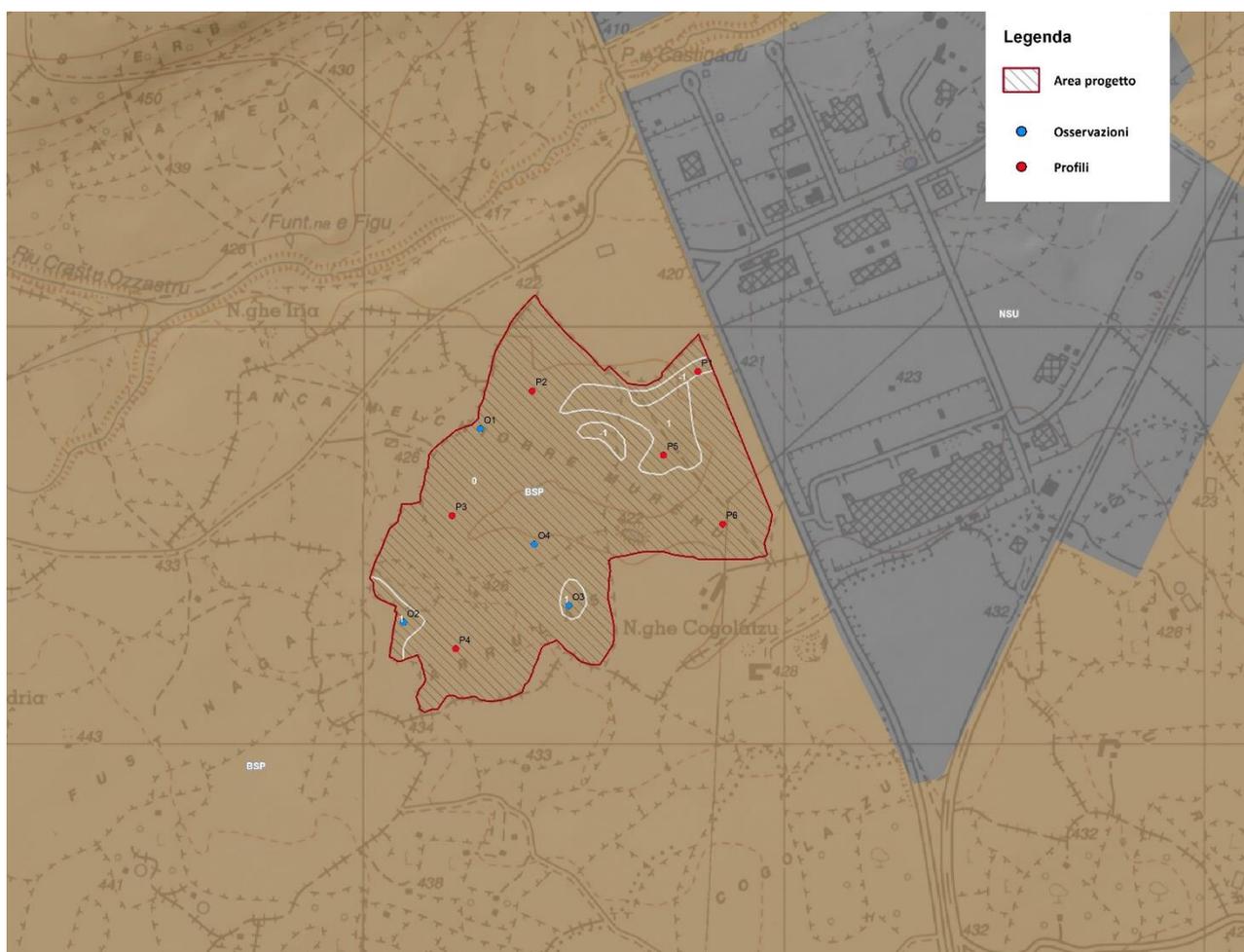


Figura 2 - Carta delle Unite di Terre con l'ubicazione delle superfici interessate e i relativi punti campionati

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "GR MACOMER" IN LOCALITÀ "ARRULAS" DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 11 di 53	

3.3.1 Profilo M1



Figura 3 - Stazione M1, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il sito in cui è stato realizzato il profilo M1, così come i profili che seguiranno ricadono morfologicamente su un plateau basaltico e geologicamente inclusi nella Subunità di Dualchi. L'unità cartografica di appartenenza è la BSP -1 contraddistinta pertanto da pendenze superiori al 2,5 %. La micromorfologia rilevata nel punto campionato è leggermente convessa, ma all'interno del fondo si rilevano conche e depressioni frequenti che conferiscono parziali ondulazioni alla superficie. Si riscontra la presenza di piccoli rigagnoli superficiali risultato del deflusso delle acque meteoriche che generano delle vie preferenziali di scorrimento e denotano una debole erosione idrica. La rocciosità affiorante è pari all'1% ma estendendo l'area analizzata, a circa 50 metri dalla stazione, si rilevano affioramenti decisamente più estesi. La pietrosità superficiale rilevata è scarsa pari a circa il 3% di cui 1% di ghia grossolana e 2% di ghiaia fine media, con sporadici ciottoli grandi e pietre poco rappresentative nella stima del parametro. Si rileva la

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 12 di 53

presenza di cumuli artificiali di blocchi vulcanici superiori al metro, risultato delle azioni del miglioramento fondiario, caratteristici nelle superfici agricole di questi terreni. I suoli rilevati mostrano una sequenza pedologica così composta: Ap – R. L’orizzonte Ap va da 0 a 42 cm, limite ondulato, friabile, leggero e facilmente scavabile con colorazioni rossastre. Lo scheletro rilevato si compone del 2% di ghia grossolana e il 2% di ghiaia fine e media per un totale stimato del 4%. In prossimità del contatto litico si rilevano ciottoli fortemente degradati derivati dall’alterazione fisico-chimica della bancata basaltica. Per quanto riguarda l’uso del suolo si tratta di un seminativo cui ultimo ciclo colturale è stato indirizzato alla produzione di avena, successivamente pascolato dai bovini. Le criticità pedologiche sono date dalla limitata potenza dei suoli presenti che limitano la scelta delle colture. Inoltre sono evidenti le recenti azioni di concimazione attraverso lo spandimento di liquami bovini stagionati, che in corretto dosaggio, sono necessari a mantenere in equilibrio i livelli di fertilità del suolo funzionali a sostenere la produzione foraggera.



Figura 4 – A sinistra affioramenti rocciosi prossimi al punto di rilevamento, a destra cumuli di massi artificiali



Figura 5 – A sinistra vista S-W dal punto rilevato, seminativi non irrigui. A destra vista N dal punto rilevato, sono visibili alcuni rigagnoli superficiali.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>INNOVATIVE</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 13 di 53	

3.3.2 Profilo M2



Figura 6 - Stazione M2, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il secondo rilevamento ricade anch'esso come il profilo precedente all'interno di una superficie agricola caratterizzato da una morfologia pianeggiante. L'unità cartografica di appartenenza è la BSP 0. La rocciosità affiorante è stata stimata all'1% mentre la pietrosità superficiale media è di circa il 10%, costituita da ciottoli piccoli per il 3%, ghiaia grossolana per il 5% e il resto da ghiaia fine e media. Sono inoltre presenti sporadici ciottoli grandi e pietre, ma poco rappresentative nella stima del parametro. I suoli rilevati sono mediamente profondi anche se probabilmente poco rappresentativi dell'area considerando la natura morfologica e i caratteri del paesaggio circostante. Il profilo effettuato presenta una sequenza

pedologica composta da due orizzonti Ap – Bw. L'orizzonte Ap va da 0 a 20cm, limite abrupto lineare, struttura poliedrica subangolare, leggermente compattati. Lo scheletro è pari al 2% composto da ghiaia fine e media.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 14 di 53	

L'orizzonte Bw va da 20 a 60 cm e prosegue oltre, leggermente umido, colori sensibilmente più chiari per una riduzione della sostanza organica rispetto all'orizzonte superficiale, mostra un arricchimento in argilla. La struttura degli aggregati tende ad essere laminare, si rileva una modesta attività biologica ad opera dei lombrichi. Lo scheletro stimato è di circa il 5% composto da ghiaia grossolana per il 3% e ghiaia fine e media per 2%. L'uso del suolo è indirizzato alla produzione agricola funzionale all'alimentazione dei bovini.



Figura 7 – A sinistra grado di pietrosità riscontrata nella stazione M2. A destra dettaglio di un affioramento roccioso



Figura 8 – A sinistra dettaglio delle pratiche di concimazione prestagionali in atto, in scuro i liquami bovini appena riversati. A destra dettaglio di lombrico che testimonia la modesta attività biologica presente.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "GR MACOMER" IN LOCALITÀ "ARRULAS" DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 15 di 53

3.3.3 Profilo M3



Figura 9 - Stazione M3, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il sito in cui è ubicato il profilo M3 ricade morfologicamente, sul plateau basaltico, in corrispondenza di una piccola depressione che nel punto di maggior convessità favorisce il ristagno idrico dando luogo ad una pozza acquitrinosa. L'acqua è utile per l'abbeveraggio delle mandrie e della fauna locale nei periodi siccitosi ma la pozza rappresenta di fatto un piccolo stagno temporaneo hot spot per la biodiversità. L'unità fisiografica di appartenenza è la BSP 0. La micromorfologia in cui è stato effettuato lo scavo è convessa. La rocciosità affiorante è pari al 5%, ma a qualche decina di metri a sud del rilievo si riscontrano estese bancate basaltiche con coperture pari o superiori al 90%, che impediscono di fatto ogni sorta di utilizzo agricolo se non quello del pascolo. La pietrosità superficiale stimata è del 2% composta da ghiaia fine e media. I suoli rilevati risultano sottili con profilo A-CB-R, cui caratteristiche sono influenzate dalla morfologia. L'orizzonte A si estende da 0 a 12cm, limite abrupto, tessitura poliedrica subangolare estremamente grossolana. Le colorazioni degli aggregati sono parzialmente grigiastre e si rilevano screziature rossastre tipiche

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 16 di 53	

degli ambienti umidi in cui ristagna per lungo tempo l'acqua, generate da fenomeni di ossido riduzione. Le radici sono abbondanti, fini e si sviluppano in tutte le direzioni. Lo scheletro è stato stimato all'8% composto dal 5% di ghiaia grossolana, 5% di ghiaia fine e media e 1% di ciottoli piccoli. L'orizzonte CB va dai 12 ai 40cm, si tratta di un orizzonte di transizione in cui prevalgono i caratteri dell'orizzonte C ma sono compresi anche caratteristiche dell'orizzonte B. Si osserva un netto cambio di colore con l'orizzonte superficiale in quanto tendenzialmente più scuro. Lo scheletro rilevato è pari al 20% costituito da ghiaia fine e media fortemente degradata. Oltre i 40cm si rileva il contatto litico. L'uso del suolo è indirizzato al pascolo bovino naturale.



Figura 10 - Dettaglio della dimensione degli aggregati dell'orizzonte superficiale in cui si possono apprezzare le screziature con colorazione Munsell tendenti a valori della classe 7.5YR, a destra dettaglio dell'alterazione della roccia madre



Figura 11 – A sinistra affioramenti rocciosi prossimi al sito, a destra muretto a secco che caratterizzano il paesaggio in cui si sviluppa la copertura basso arbustiva caratterizzata da rovo e prugno selvatico

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 17 di 53	



Figura 12 – Pozza d’acqua: rappresenta un habitat per la fauna e una fonte di approvvigionamento idrico anche per il bestiame



Figura 13 – Vista E dal punto di rilevamento caratterizzato dai prati pascoli perenni, a destra bancate rocciose basaltiche

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 18 di 53

3.3.4 Profilo M4



Figura 14 - Stazione M4, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il quarto rilevamento, come i precedenti profili, ricade geomorfologicamente nella Subunità di Dualchi, in continuità al profilo M3. L'unità cartografica di appartenenza è la BSP 0.

La rocciosità affiorante è pari al 10% mentre la pietrosità superficiale media stimata è pari al 5%, costituita da ghiaia grossolana per il 3%, e 2% di ghiaia fine e media. I suoli rilevati sono sottili e mostrano una sequenza pedogenetica così composta: A – R. L'orizzonte A va da 0 a 20 cm, limite abrupto, struttura poliedrica subangolare, friabile, leggero, facile da scavare con scheletro totale del 3% costituito da ghiaia grossolana per il 2% e ghiaia fine e media per l'1%. Oltre i 20cm si rileva la roccia madre. L'uso del suolo è associato al pascolo naturale considerate le evidenti limitazioni che impediscono le utilizzazioni agricole. La copertura vegetale che occupa le superfici è

principalmente erbacea composta in prevalenza da asteracee spinose annuali e biennali associate a piante perenni come *Ferula communis* e *Asphodelus spp.* poco graditi ai bovini. Sono evidenti anche in queste superfici le azioni di spietramento superficiale in cui si sviluppano cespuglietti di rovo a densità variabili.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 19 di 53	



Figura 15 – Dettaglio della rocciosità affioramenti e dei blocchi basaltici nella stazione M4.



Figura 16 – Vegetazione erbacea composta prevalentemente da terofite ed emicriptofite nello strato basale con specie perenni erbacee ed arbustive più sviluppate come *Ferula communis*, *Rubus ulmifolius* ed asteracee spinose di vario genere.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "GR MACOMER" IN LOCALITÀ "ARRULAS" DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 20 di 53

3.3.5 Profilo M5



Figura 17 - Stazione M5, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il rilevamento M5 ricade ai margini di una bancata rocciosa in continuità al profilo M1. La morfologia è subpianeggiante, ma l'unità cartografica di appartenenza è la BSP 1 contraddistinta da pendenze medie superiori al 2,5%. La rocciosità affiorante è pari a circa il 30%, e raggiunge coperture superiori al 90% proseguendo in direzione NW. La pietrosità superficiale media stimata è del 5%, costituita da pietre per l'1%, ciottoli piccoli per l'1%, ghiaia grossolana per il 2% e ghiaia fine media per l'1%. Tuttavia in prossimità del rilievo si riscontrano enormi blocchi basaltici e pietre tipici del paesaggio dell'altopiano.

I suoli sono molto sottili cui profondità aumenta progressivamente in direzione (S-W) dell'azienda agricola e si riduce notevolmente verso Nord configurandosi in piccole tasche, tra le bancate rocciose. Il profilo rilevato è A- R, dove l'orizzonte A va da 0 a 10/15cm, limite ondulato, scheletro totale pari al 3% di cui 2% di ghiaia grossolana e il resto composto da ghiaia fine e media. Struttura poliedrica subangolare, leggero, friabile, con colorazione rossastre. L'uso del suolo è associato esclusivamente al pascolo bovino.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 21 di 53	



Figura 18 – A sinistra dettaglio dei blocchi basaltici in direzione SE dalla stazione rilevata. A destra bancate roccioso basaltiche in direzione N dalla stazione M5



Figura 19 – Bovini al pascolo

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 22 di 53

3.3.6 Profilo M6



Figura 20 – Stazione M6, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il sito in cui è stato realizzato il profilo M6, ricade in prossimità dell'azienda agricola, sempre su morfologia pianeggiante. L'unità cartografica di appartenenza come la maggior parte delle stazioni descritte è la BSP 0. La rocciosità affiorante è pari al 3% e tali affioramenti si riscontrano lungo tutto il seminativo fino ad alcuni esemplari di eucaliptus di notevoli dimensioni. La pietrosità superficiale è nell'ordine del 5% costituita dal 3% di ghiaia grossolana 2% di ghiaia fine e media. L'analisi pedologica ha permesso di identificare un profilo composto da tre orizzonti Ap–Btc–R. L'orizzonte Ap va da 0 a 22cm, struttura poliedrica subangolare di medie dimensioni. Rispetto ai precedenti profili il contenuto di argilla è maggiore, in generale sono suoli più pesanti. Lo scheletro è composto dal 2% di ghiaia fine e media. L'orizzonte Btc va da 22 a 30cm e presenta un aumento ragguardevole di argilla, che trova manifestazione nelle pellicole e facce di pressione che si riscontrano tra gli aggregati e i clasti. Sono presenti inoltre concrezioni di ferro e manganese. Lo scheletro è composto dal 5% di ghiaia fine e media. Oltre è stato rilevato il contatto litico. Per quanto riguarda l'uso del suolo si tratta di un seminativo.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 23 di 53	



Figura 21 – Seminatoivo



Figura 22 – A sinistra dettaglio di un affioramento roccioso, a destra vista NW dal punto rilevato



Figura 23 – A sinistra pascolo bovino in prossimità di una scolina che si connette in continuità alle pozze d’acqua rilevate. A destra fasi di concimazione in atto

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>ENERGIE RINNOVABILI</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 24 di 53	

3.3.7 Osservazioni

Al fine di caratterizzare al meglio il contesto agropedologico in cui s'intende realizzare il parco fotovoltaico si è provveduto ad incrementare la densità del rilevamento attraverso una serie di osservazioni superficiali alcune delle quali vengono riportate di seguito nella sequenza fotografica e brevemente descritte nelle didascalie.



Figura 24 – Osservazione 1 effettuata tra il profilo M2 e il profilo M3 nella sottounità fisiografica BSP 0, all'interno di un seminativo. Dalle immagini si notano gli affioramenti rocciosi, che riducono ed impediscono ogni forma di lavorazione agricola

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 25 di 53	



Figura 25 – Osservazione 2 effettuata all'interno della sottounità BSP 1, il contesto pedologico e di copertura del suolo è in continuità con quanto riscontrato nel profilo M4, con una densità maggiore di roveti.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>ENERGIA RINNOVABILE</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 26 di 53	



Figura 26 – Osservazione 3 effettuata all'interno della sottounità BSP 0, in passato coltivata ma attualmente non in un uso, che può essere migliorato attraverso la rimozione delle pietre e dei ciottoli presenti

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 27 di 53



Figura 27 – Osservazione 4 effettuata all’interno della sottounità BSP 1 la copertura rocciosa raggiunge valori superiori al 90% in cui risulta impossibile ogni tipo di lavorazione agricola e relega queste aree esclusivamente al pascolo brado e all’uso ricreativo

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 28 di 53	

3.4 Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation

3.4.1 Introduzione

Il cambiamento d'uso di un territorio richiede attente valutazioni intese a identificare gli eventuali benefici e/o effetti avversi che esso può recare sulla qualità ambientale nonché sotto il profilo socio-economico. A tal proposito, in fase di pianificazione, la “Land Evaluation” concorre a valutare le limitazioni e le capacità d'uso di un territorio. Questo tipo di analisi richiede l'utilizzo di uno dei modelli noti: la Land Capability. Ai fini del progetto sono stati presi in esame i fattori che forniscono importanti indicazioni sullo stato di salute attuale della risorsa suolo (nei siti indicati) per la realizzazione del progetto e di conseguenza, l'uso più appropriato affinché lo stesso venga preservato.

3.4.2 Descrizione della Land Capability Evaluation

È un modello di valutazione di una determinata area all'uso agricolo e non solo, dove parti di territorio vengono suddivisi in aree omogenee, ovvero classi, di intensità d'uso.

Nella capacità d'uso il territorio che viene classificato nel livello più alto risulta essere il più versatile e di conseguenza permette una più ampia scelta di colture e usi.

Via via che si scende di classe si trovano delle limitazioni crescenti che riducono gradualmente la scelta delle possibili colture, dei sistemi di irrigazione, della meccanizzazione delle operazioni colturali.

Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto e si suddividono in due raggruppamenti principali. Il primo comprende le classi I, II, III, IV ed è rappresentato dai suoli adatti alla coltivazione e ad altri usi. Il secondo comprende le classi V, VI, VII ed VIII, ovvero suoli che sono diffusi in aree non adatte alla coltivazione; fa eccezione in parte la classe V dove, in determinate condizioni e non per tutti gli anni, sono possibili alcuni utilizzi agrari.

Un secondo livello gerarchico di suddivisione è dato dalle sottoclassi, indicate da lettere minuscole e aventi le seguenti limitazioni:

- e- limitazioni dovute a gravi rischi di processi erosivi;
- w- limitazioni dovute a eccessi di ristagno idrico nel suolo;
- s- limitazioni nel suolo nello strato esplorato dalle radici;
- c- limitazioni di natura climatica

3.4.3 Descrizione delle classi

La descrizione delle classi è derivata dai più recenti documenti realizzati dalla Regione Sardegna nell'ambito del Progetto “Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto (2014)” e rivisitata per l'area oggetto di studio.

Suoli in classe I: non hanno particolari limitazioni per il loro uso, consentendo diverse possibili destinazioni d'uso per le colture agrarie, per il pascolo sia migliorato che naturale, per il rimboschimento destinato alla produzione, ad attività naturalistiche e ricreative, ecc. Le forme del paesaggio variano da pianeggianti a subpianeggianti, i suoli sono profondi e ben drenati.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 29 di 53	

Suoli in classe I: non sono soggetti a dannose inondazioni. Sono produttivi e soggetti a usi agricoli intensivi. I suoli profondi ma umidi, che presentano orizzonti profondi con una bassa permeabilità, non sono ascrivibili alla classe I.

Possono essere in alcuni casi iscritti alla classe I se l'intervento di drenaggio è finalizzato ad incrementare la produttività o facilitare le operazioni colturali. Suoli in classe I destinati alle colture agrarie richiedono condizioni normali di gestione per mantenerne la produttività, sia come fertilità, sia come struttura. Queste pratiche possono includere somministrazioni di fertilizzanti, calcinazioni, sovesci, conservazione delle stoppie, letamazioni e rotazioni colturali.

Suoli in classe II: mostrano alcune limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture o richiedono moderate pratiche di conservazione. I suoli presenti in questa classe richiedono particolari attenzioni nelle pratiche gestionali, tra cui quelle di conservazione della fertilità, per prevenire i processi di degrado o per migliorare i rapporti suolo-acqua-aria qualora questi siano coltivati. Le limitazioni sono poche e le pratiche conservative sono facili da applicare.

I suoli possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alla raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative.

Le limitazioni dei suoli in questa classe possono essere, singolarmente o in combinazione tra loro, pendenze moderate, moderata suscettività all'erosione idrica ed eolica, moderate conseguenze di precedenti processi erosivi, profondità del suolo inferiore a quella ritenuta ideale, in alcuni casi struttura e lavorabilità non favorevoli, salinità e sodicità da scarsa a moderata ma facilmente irrigabili.

Occasionalmente possono esserci danni alle colture per inondazione. La permanenza eccessiva di umidità del suolo, comunque facilmente correggibile con interventi di drenaggio, è considerata una limitazione moderata.

I suoli in classe II presentano all'operatore agricolo una scelta delle possibili colture e pratiche gestionali minori rispetto a quelle della classe I. Questi suoli possono richiedere speciali sistemi di gestione per la protezione del suolo, pratiche di controllo delle acque o metodi di lavorazione specifici per le colture possibili.

Suoli in classe III: presentano delle rigide limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e, per essere utilizzati, si devono realizzare speciali pratiche di conservazione. Hanno restrizioni maggiori rispetto a quelle della classe II, possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi.

Le limitazioni di questi suoli ne restringono significativamente sia la scelta delle colture che il periodo di semina o impianto, le lavorazioni e la successiva raccolta. Le limitazioni possono essere ricondotte a: pendenze moderate, elevata suscettività alla erosione idrica ed eolica, effetti di una precedente erosione, inondazioni frequenti ed accompagnate da danni alle colture, ridotta permeabilità degli

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>INNOVATIVE</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 30 di 53	

orizzonti profondi, elevata umidità del suolo e continua presenza di ristagni, ed altro ancora.

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

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

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

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

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

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

Suoli in classe VI: presentano forti limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Inoltre, hanno limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera, Alcuni suoli ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 31 di 53

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

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

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

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

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

3.4.4 Descrizione delle sottoclassi

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

Sottoclasse e (erosione), in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l’elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole;

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>ENERGIE RINNOVABILI</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 32 di 53	

Sottoclasse w (water), alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni similari per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio di varia importanza;

Sottoclasse s (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità.

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

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

Tabella 1 – Schema della Land Capability e tipi di usi possibili

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

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9-20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "GR MACOMER" IN LOCALITÀ "ARRULAS" DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 33 di 53

Tabella 2 – Schema dei criteri di valutazione di Land Capability tratti dal progetto "CUT – 1 lotto (2014)"

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parametri	Suoli adatti agli usi agricoli				Suoli adatti al pascolo e alla forestazione			Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 - ≤ 8	> 8 - ≤ 15	> 15 - ≤ 25	≤ 2,5	> 25 - ≤ 35	> 25 - ≤ 35	> 35
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	> 600 - ≤ 900	> 600 - ≤ 900	> 900 - ≤ 1300	> 900 - ≤ 1300	> 1.300
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A > 2 - ≤ 5	A > 5 - ≤ 15	A > 15 - ≤ 25 B = 1 - ≤ 3	A > 25 - ≤ 40 B > 3 - ≤ 10	A > 40 - ≤ 80 B > 10 - ≤ 40	A > 80 B > 40
Roccosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	> 2 - ≤ 5	> 5 - ≤ 10	> 10 - ≤ 25	> 25 - ≤ 50	> 50
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a Rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 - 10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10 - 25%	Erosione idrica, laminare e/o a Rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, severa Area 10 - 50%	Erosione idrica Laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area > 50%
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	> 100	> 100	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 10 - ≤ 25	≤ 10
Tessitura orizzonte superficiale ¹	S, SF, FS, F, FA	L, FL, FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale ² (%)	< 5	≥ 5 - ≤ 15	> 15 - ≤ 35	> 35 - ≤ 70	> 70 Pendenza ≤ 2,5%	> 70	> 70	> 70
Salinità (mS cm ⁻¹)	≤ 2 nei primi 100 cm	> 2 - ≤ 4 nei primi 40 cm e/o > 4 - ≤ 8 tra 50 e 100 cm	> 4 - ≤ 8 nei primi 40 cm e/o > 8 tra 50 e 100 cm	> 8 nei primi 100 cm	Qualsiasi			
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile ³ (mm)	> 100		> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50	> 50 - ≤ 100	> 25 - ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o Eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio		

1 - Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon
2 - Idem.
3 - Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 34 di 53	

3.5 Classificazione Land capability dell'area in esame

Lo scopo principale della valutazione della capacità d'uso è la pianificazione agricola, sebbene possa trovare applicazione in altri settori. In studi di questo tipo, è particolarmente utile per capire i diversi tipi di usi potenziali di determinati territori, evitando contrasti con i diversi indirizzi produttivi e, di conseguenza, danni all'economia locale.

La valutazione delle classi di capacità d'uso caratterizzanti i suoli dell'area indagata è stata condotta sulla base delle Unità di Terre.

Come evidenziato in precedenza l'unità caratterizzante l'area del territorio amministrativo di Macomer in cui è prevista la messa in opera del proposto impianto fotovoltaico è la BSP. Sotto il profilo geologico l'areale in progetto è costituito dalla Subunità di Dualchi (BASALTI DELLA CAMPEDA-PLANARGIA); si tratta di andesiti basaltiche subalcaline e trachibasalti e basalti debolmente alcalini.

In virtù di una scarsa eterogeneità dell'area esaminata dal punto di vista geopedologico (una sola unità di terra presente) si è preso in considerazione un ulteriore elemento distintivo che consente di implementare le indagini dei suoli in situazioni analoghe a questa, ovvero la morfologia. Pertanto, i rilievi effettuati su diverse sottounità fisiografiche hanno permesso di valutare al meglio le caratteristiche fisiche dei suoli nelle aree in progetto; tramite le stesse è stato possibile classificarli secondo il modello di Land Capability Classification.

L'analisi svolta consente di suddividere le superfici coinvolte in progetto in due gruppi in funzione delle principali caratteristiche che rispecchiano in parte anche gli usi del suolo. Dalle indagini ispettive si evince che circa il 50% delle aree in esame presentano dei suoli con evidenti limitazioni che ne impediscono ogni sorta di utilizzo agricolo relegandole ad usi prettamente pastorali.

Questo, è il caso delle superfici in cui sono stati condotti i rilievi M4 (Unità BSP 0) e M5 (Unità BSP 1). Le caratteristiche quali rocciosità affiorante e bassa profondità utile alle radici (< 25cm) relegano questi suoli rispettivamente in classe VII di capacità d'uso, e in certe aree anche alla VIII classe, alle quali si può affiancare la sottoclasse “s”. Tali elementi pertanto li rendono adatti come anticipato in precedenza ad usi principalmente di pascolo oltre che al foraggiamento e ricovero della fauna locale nonché all'uso ricreativo.

I suoli del profilo M3 (Unità BSP 0) vengono classificati invece in V classe di Land capability. Alcuni caratteri riscontrati li discostano dai restanti suoli rilevati per via della posizione morfologica in cui si collocano, all'interno di una piccola depressione tra le bancate basaltiche. Tale posizione favorisce il ristagno idrico, che trova conferma anche nella vegetazione riscontrata, agevolando i fenomeni di ossido-riduzione dettati dalla tessitura tendenzialmente più argillosa e di conseguenza caratterizzati da un drenaggio interno deficitario valutato come molto mal drenato. Pertanto, alla classe viene attribuito il suffisso “w” ad indicare limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno ed eccessiva umidità. Inoltre la rocciosità affiorante è il secondo parametro che

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 35 di 53	

la fa ricadere in V classe con coperture complessive pari o superiori al 10%. Secondariamente la profondità utile alle radici, limitata dalla bassa potenza rappresenta un ulteriore limite di questi suoli. Anche in questo caso tali connotati indirizzano gli usi ad attività di pascolo escludendo le meccanizzazioni agricole.

Le restanti superfici rilevate mostrano una parziale suscettività all'utilizzo agricolo in quanto sono presenti delle limitazioni tali da restringere lo spettro colturale e ostacolare le lavorazioni. Infatti, vengono utilizzati per la produzione di avena funzionale ad ottenere foraggio stagionato utile per i bovini.

I suoli del rilievo M1 (Unità BSP -1) ed M6 (Unità BSP 0) vengono classificati, pertanto in IV/V classe di Land capability a cui può associare il suffisso “s”. Nello specifico per quanto riguarda il rilievo M1 le limitazioni sono da imputare alla bassa profondità utile alle radici, derivate dalla prossimità del contatto litico oltre che la presenza di rigagnoli che denotano una erosione idrica moderata, e la presenza di affioramenti rocciosi che possono superare localmente il parametro del 5%. Il profilo M6 effettuato in continuità pedo morfologica al profilo M3 (Unità BSP 0) presenta caratteristiche che lo accomunano al suddetto rilievo, ma viene catalogato in IV/V classe per via della bassa profondità utile alle radici, compresa tra 25 e 50 cm, nonché per la presenza diffusa di affioramenti rocciosi.

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

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 36 di 53	



Figura 28 – Carta della Land Capability dell’area in esame

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 37 di 53	

4 EFFETTI ATTESI E MISURE DI MITIGAZIONE

Gli aspetti ambientali maggiormente significativi che si originano dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico con strutture installate sul terreno sono dovuti all’occupazione del suolo, in considerazione, soprattutto, della lunga durata della fase di esercizio.

L’installazione delle strutture di sostegno dei pannelli FV è potenzialmente suscettibile, infatti, di innescare o accentuare processi di degrado riconducibili alla compattazione, alla diminuzione della fertilità e alla perdita di biodiversità.

Un punto fondamentale da considerare è che la formazione del suolo è un processo estremamente lento. Infatti, laddove dovesse essere impermeabilizzato (circostanza esclusa dal progetto in esame a meno di aree circoscritte) le sue funzioni sarebbero praticamente perdute del tutto o in gran parte (Siebielec et al., 2010). Queste funzioni riconosciute come servizi ecosistemici sono riconducibili a: produzione alimentare; assorbimento idrico; capacità di filtraggio e tamponamento del suolo; stoccaggio di carbonio; riserva di biodiversità. È perciò importante considerare che il suolo oltre alla sua funzione produttiva (agricola) presenta funzioni ambientali altrettanto importanti che vanno tutelate e salvaguardate.

Le relazioni fra il campo fotovoltaico ed il suolo agrario che lo ospita sono da indagare con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell’impianto, il suolo funge da substrato per il supporto delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo “meccanico” non deve porre in secondo piano le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell’ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali. Nel caso specifico, come espresso in precedenza, il progetto esclude la necessità di ricorrere alla manomissione dei suoli o alla loro impermeabilizzazione, se non parzialmente in corrispondenza delle aree adibite alla realizzazione delle cabine. L’analisi dei potenziali effetti sulla risorsa suolo richiede necessariamente una valutazione bilanciata in rapporto al conseguimento di obiettivi strategici orientati a contrastare i cambiamenti climatici in atto attraverso la diffusione delle energie rinnovabili a discapito della produzione energetica da fonte fossile.

Ci si trova, pertanto, in una fase del progresso tecnologico in cui appare indispensabile individuare soluzioni che possano garantire il giusto equilibrio tra esigenze di conservazione ambientale e produzione alimentare con il perseguimento delle strategie internazionali in materia di energia e clima. Poiché il raggiungimento dei target previsti dalla “transizione energetica” presuppone necessariamente l’utilizzo degli spazi rurali per finalità agro-energetiche, il suolo riveste evidentemente un ruolo chiave in questo nuovo riassetto globale. Proprio su questo tema emerge, nel contempo, una crescente sensibilità per la salute del suolo, come dimostra il progressivo aumento negli ultimi anni delle colture biologiche, integrate, conservative, reso possibile anche dagli incentivi di una politica comunitaria attenta a queste problematiche.

Secondo queste logiche la Commissione Europea ha indicato delle buone pratiche allo scopo di limitare, mitigare o compensare tutti quegli interventi che possono provocare il consumo e

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 38 di 53	

l'impermeabilizzazione del suolo (Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, 2012). Sulla base di ciò verranno proposte delle misure mitigative e compensative che meglio si adattano al caso specifico, finalizzate a raggiungere tale obiettivo, ovvero quello di limitare al minimo gli impatti sulla risorsa pedologica e dove possibile attuare delle soluzioni che ne permettano la conservazione rispetto alla situazione attuale. Analizzare le caratteristiche costruttive dell'impianto fotovoltaico permette di individuare quali possano essere i potenziali impatti agro-pedologici che si possono manifestare nel sito di progetto.

4.1 Effetti in fase di cantiere

Durante le fasi di cantiere le locali attività di movimentazione del terreno comportano l'alterazione delle proprietà fisico-chimiche del suolo per effetto della variazione stratigrafica dovuta alla manomissione degli orizzonti pedologici. Gli effetti descritti a carico della risorsa suolo si riferiscono, in particolare, alle superfici predisposte alla realizzazione delle cabine elettriche, presso cui si dovrà prevedere necessariamente la sistemazione morfologica dei piazzali e l'indispensabile rivestimento e impermeabilizzazione delle superfici interessate. Gli interventi previsti, limitati ad una superficie complessiva di appena 0.036 ha, determineranno inevitabilmente effetti diretti e irreversibili sulla risorsa, misurabili in termini sottrazione di suolo e perdita locale delle funzioni ecosistemiche descritte precedentemente.

L'utilizzo di tracker che non prevedono dei pali di sostegno ancorati a fondazioni in calcestruzzo concorre a conseguire, inoltre, un ottimale recupero ambientale del sito al termine della fase di esercizio. La realizzazione delle piste di servizio necessarie per le attività all'interno dell'impianto (realizzate attraverso la ricarica con materiale arido di cava) determinano una sottrazione di suolo pari a circa 1.8 ha che risulta comunque limitata in rapporto alla superficie complessivamente occupata dal campo solare (51 ha circa). Gli effetti diretti riconducibili a tali interventi riguarderebbero l'aumento della pietrosità e, indirettamente, il grado di compattazione, originabile dal passaggio dei mezzi di servizio nell'arco della durata dell'impianto. L'impatto sarebbe potenzialmente più avvertibile nelle superfici che hanno mostrato una modesta suscettività ad essere utilizzate come seminativi (IV/V classe di capacità d'uso di suolo). Tuttavia, l'effetto previsto benché riduca le funzioni del suolo nelle superfici interessate, non può essere considerato come irreversibile in quanto le piste non saranno impermeabilizzate. Nelle fasi di installazione l'effetto della compattazione sulle superfici restanti, conseguente al transito dei mezzi, è valutabile come non significativo.

Gli effetti potenziali associati alla fase di costruzione devono riferirsi inoltre agli scavi per la posa dei cavidotti per il trasporto dell'energia dalla centrale solare alla stazione di utenza. Peraltro, tali effetti possono essere considerati non significativi in quanto le superfici interessate si trovano ai margini della esistente viabilità e non interesseranno superfici agricole, se non per un breve tratto pari a circa 200m.

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

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 39 di 53	

4.2 Effetti in fase di esercizio

In fase di esercizio gli unici effetti ravvisabili sulla risorsa suolo sono riconducibili all'occupazione di superfici e alla variazione dell'irraggiamento solare rispetto allo stato *ex ante*. Per quanto riguarda l'aspetto relativo all'occupazione di suolo la presenza degli inseguitori solari non preclude il proseguimento delle pratiche agro-pastorali. Nel caso specifico la superficie complessiva che potrebbe essere utilizzata a fini agricoli (SAU) ammonterebbe a circa 30 ha. Le variazioni diurne e stagionali del microclima associate alle differenti condizioni di irraggiamento solare sulle superfici, ancorché più contenute rispetto alle tradizionali soluzioni con strutture di sostegno fisse, sarebbero comunque avvertibili. I parametri e gli aspetti potenzialmente soggetti a variazione, oltre alla temperatura, si riferiscono all'umidità, ai processi fotosintetici, al tasso di crescita delle piante delle colture previste, alla tipologia delle essenze selvatiche che si insidieranno, al tasso di degradazione della sostanza organica e alle attività della micropedofauna. Tale effetto perturbativo, che andrà indagato durante le previste attività di monitoraggio ambientale, potrebbe potenzialmente incidere sulle caratteristiche pedologiche delle superfici. All'atto della dismissione dell'impianto, infatti, a seguito della rimozione dei pannelli si ristabilirà la condizione originaria determinando un nuovo riassetto dei parametri. L'effetto viene comunque valutato reversibile e di breve-medio termine. Peraltro, è comunque verosimile che una minore esposizione complessiva all'irraggiamento solare riduca i livelli di evapotraspirazione e dunque contribuisca alla conservazione di ottimali livelli di umidità del suolo, con effetti potenzialmente positivi sul contenuto di sostanza organica. D'altro canto, l'azione di copertura operata dai pannelli può incidere positivamente sui fattori di degrado riscontrati sulla risorsa suolo, inducendo un'attenuazione delle piogge durante le precipitazioni. Infine, gli eventuali interventi manutentivi e di pulizia che verranno svolti durante la fase di esercizio hanno un impatto irrilevante sul suolo.

In riferimento agli Insetti pronubi, fondamentali all'interno dell'agroecosistema, è riportato per i sistemi di pannelli fotovoltaici un certo impatto in termini di “polarized light pollution - PLP”, ossia una modifica importante del pattern di polarizzazione della luce ambiente a causa della riflessione (Horváth et al., 2009). La PLP concorre al “disorientamento” comportamentale di alcuni insetti “polarotattici” come, per esempio, le api (*Apis mellifera* L.) che grazie ad un array di sistemi, tra i quali la polarotassi sono in grado di fare ritorno al proprio alveare (homing) con le scorte di nettare, polline, acque e propoli per le esigenze dell'intera colonia. Ogni fattore in grado di incidere sulla navigazione delle api operarie può rappresentare di per sé una criticità in grado di ridurre il potenziale di approvvigionamento alimentare delle colonie con effetti negativi nella performance di sviluppo, tolleranza a parassiti e patogeni e infine sulla produzione. È pertanto opportuno attuare delle soluzioni che consentano di integrare i rapporti tra i sistemi produttivi energetici e le api.

4.3 Effetti in fase di dismissione

In fase di dismissione gli effetti dell'impianto sul suolo sono di carattere transitorio e reversibile potendosi riferire principalmente al transito dei mezzi d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazione.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>INNOVABILI</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 40 di 53	

Anche in questo caso gli effetti associati alla produzione di rifiuti si ritengono efficacemente controllabili a fronte dell'adozione di appropriate misure di gestione e, dunque, scarsamente significativi.

4.4 Misure di mitigazione e/o compensazione proposte

Al fine di contenere i potenziali impatti negativi, le buone pratiche pubblicate dalla Commissione Europea per mitigare gli effetti del consumo di suolo suggeriscono di adottare misure di mitigazione che prevedano l'utilizzo di materiali o metodi di costruzione ecosostenibili. Ciò al fine di favorire la permeabilità del terreno e limitare la perdita completa delle funzioni del suolo nello specifico sito.

La realizzazione del campo solare in progetto, inoltre, configura l'opportunità di individuare mirate misure di compensazione in grado di incidere positivamente sulle limitazioni d'uso riscontrate, come più oltre evidenziato.

4.4.1 Area delle cabine elettriche

Nel caso in esame in riferimento alle aree in cui verranno realizzate le cabine elettriche interne al campo, non può evitarsi l'impermeabilizzazione del suolo. La potenziale perdita di suolo che origina dalle attività preparatorie del terreno pertinenti alle fondazioni delle cabine, potrà essere efficacemente compensata avendo cura di accantonare gli strati superficiali di suolo (primi 20 -30 cm) al fine di risistemarli integralmente nelle superfici limitrofe a scavi terminati. Attraverso questa misura di compensazione è possibile migliorare la qualità di suoli con scarsa o ridotta potenzialità d'uso riscontrati all'interno delle superfici d'interesse. Nelle fasi di dismissione dovrà essere prevista la rimozione dello strato impermeabilizzato. La procedura prevede il **dissodamento del terreno sottostante, la rimozione del materiale estraneo e la ristrutturazione del profilo pedologico**. Per completare l'opera di ripristino potrebbe essere necessaria l'aggiunta di terreno vegetale scavato nel sito. Questa misura se adeguatamente pianificata e gestita permette di recuperare una parte considerevole delle funzioni del suolo.

4.4.2 Area del campo solare: attività agro-pastorali e misure conservative dei suoli

Se da un lato la realizzazione e l'esercizio dell'impianto fotovoltaico è compatibile, in via generale, con le utilizzazioni agro-pastorali, per altro verso, l'attuale utilizzo a pascolo bovino, riscontrato durante i sopralluoghi, non potrà essere mantenuto in quanto intrinsecamente non idoneo a conciliarsi con i sistemi di captazione solare previsti. Di contro, l'esercizio dell'impianto fotovoltaico è certamente compatibile **con l'introduzione di una possibile attività di pascolo ovino**, combinando in questo modo l'utilizzo agro-zootecnico con la produzione energetica.

In tal senso, perseguendo la logica e le finalità dei cosiddetti sistemi agro-energetici, si prevede, nelle superfici attualmente in uso come seminativi e in alcune aree marginali, la **realizzazione di prati-pascolo permanenti** per una superficie complessiva pari a circa 30 ha.

A tale scopo saranno necessarie specifiche analisi chimiche dei suoli, da prevedersi prima dell'entrata in esercizio dell'impianto, funzionali allo sviluppo di un piano di **concimazione naturale**

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 41 di 53	

mirato, che possa **apportare anche degli effetti migliorativi in termini di fertilità del suolo.**

L'erba del pascolo è un foraggio del tutto particolare, unico nel suo genere perché è un alimento vivo. A differenza dei foraggi conservati e delle granelle che sono costituite da cellule non vitali, l'erba, è invece costituita da cellule vive e vitali per tutta la stagione vegetativa (di crescita) e ciò fa di questo alimento una eccezionale fonte di nutrienti ad alto valore biologico per il bestiame: zuccheri, aminoacidi, fibre digeribili, minerali e vitamine. L'energia netta che viene estratta dall'erba è superiore rispetto agli altri foraggi. Per queste eccellenti caratteristiche, l'ingestione di essenze erbacee al pascolo dà luogo a produzioni di latte migliori.

Tutte le piante hanno le stesse molecole ma quello che varia è il loro contenuto, quindi, ogni giorno, l'animale può formare la sua dieta scegliendo e selezionando le piante in base alla stagione. Le erbe dei pascoli sono infatti in continua evoluzione. Con l'accrescimento, cambiano colore, i profumi si attenuano, la pianta diventa più legnosa e secca. Ogni erba ha un corredo polifenolico diverso e, quindi, più specie di erbe ci sono nel pascolo e nei fieni e più polifenoli ritroveremo nel latte e nella carne. L'animale avrà in tal modo una alimentazione meglio bilanciata.

L'ombreggiamento dei pannelli facilita il mantenimento di valori di umidità maggiori, agevolando la crescita delle essenze erbacee; inoltre le attività di pascolo promuoveranno la concimazione naturale favorendo il mantenimento di un buon grado di fertilità dei suoli. Gli animali potranno pascolare liberamente tra i pannelli solari e disporre di strutture utili a proteggerli dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare nel periodo estivo.

In un'ottica di **miglioramento fondiario**, al fine di realizzare i prati pascoli anche nelle aree marginali, si prevedono **azioni di spietramento superficiale** al fine di favorire la lavorabilità delle aree interessate relativamente ad una superficie complessiva pari a circa 2,5 ha. Il materiale inerte asportato, ove idoneo allo scopo, potrà essere utilizzato per la formazione della soprastruttura della viabilità interna al fotovoltaico.

La scelta di questo cambio d'uso è funzionale al raggiungimento di un terzo obiettivo legato alla **conservazione e al mantenimento delle proprietà chimico-fisiche dei suoli nel tempo.** Infatti come descritto nei precedenti paragrafi e conseguentemente alle valutazioni effettuate attraverso il modello della Land capability si riscontrano delle criticità tali da suggerire la limitazione delle lavorazioni agricole e/o di evitarle totalmente orientando l'uso del suolo verso attività più eco-compatibili con il contesto riscontrato.

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

Questa pratica porta molteplici vantaggi in ottica di miglioramento degli ecosistemi agricoli e di protezione del suolo. Infatti, consente di mantenere o incrementare il livello di sostanza organica del

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 42 di 53	

terreno, riduce la perdita di elementi nutritivi migliorandone la distribuzione e disponibilità e favorisce una maggiore e più rapida infiltrazione dell'acqua piovana. Il cotico erboso rappresenta una protezione contro l'erosione, riduce il compattamento causato dalla circolazione dei mezzi meccanici, può facilitare le operazioni di manutenzione degli inseguitori solari. Nei terreni inerbiti la temperatura dell'aria in prossimità della superficie del suolo tende ad abbassarsi rispetto ai terreni lavorati. L'inerbimento influisce positivamente sull'equilibrio tra insetti nocivi e i loro nemici naturali e crea degli habitat ideali per gli insetti pronubi con un aumento dei livelli di biodiversità.

In tal senso i prati pascoli permanenti contribuirebbero al raggiungimento di questi obiettivi. Inoltre, la loro realizzazione consentirebbe **il mantenimento dell'Habitat 38.1 “Prati concimati e pascolati; anche abbandonati e vegetazione postcolturale”** valutato nel Sistema della Carta Natura Sardegna ad alto valore ecologico. I prati concimati e pascolati con fienagione saltuaria sono soggetti a numerose influenze che contribuiscono a differenziare la composizione floristica, favorendo tuttavia quelle specie con ampio range ecologico. L' habitat mostra una bassa estensione nel territorio regionale ed è caratteristico dal punto di vista paesaggistico dell'altopiano basaltico.

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

La semina dovrà essere fatta all'inizio dell'autunno, nel mese di settembre in anticipo rispetto alle prime piogge stagionali. La disponibilità di acqua nel letto di semina favorirà la germinazione dei semi e una rapida crescita delle radici. Nelle fasi preparatorie è richiesta una lavorazione minima del terreno con un'aratura leggera (10-20cm) seguita da una fresatura, tuttavia qualora possibile sarebbe preferibile attuare la semina su sodo. Si prevede una concimazione di fondo con stallatico adeguata ai valori chimici del terreno, che potrà essere ripetuta periodicamente in accordo con le caratteristiche dell'habitat 38.1. La quantità raccomandata di semente è di 10-20 kg/ha ma potrà essere potenziata in base alle esigenze. La profondità di semina dovrà essere di 1,0-2,0 cm, al termine delle operazioni è necessaria la rullatura superficiale. Il miscuglio della semente sarà così costituito: *Lolium perenne* (loietto perenne), *Cichorium intybus* (Cicoria comune) *Trifolium repens* (trifoglio bianco), *Trifolium pratense* (trifoglio violetto), *Vicia villosa* (Veccia villosa) *Trifolium incarnatum* (trifoglio incarnato), *Trifolium subterraneum* (trifoglio sotterraneo), *Festuca arundinacea* (festuca falascona), *Lotus corniculatus* (ginestrino) *Poa pratensis* (erba fienarola). Questo miscuglio di erbe consente di ottenere e garantire un foraggio misto di qualità per il pascolamento ed alto potenziale mellifero. L'obiettivo principale della gestione nell'anno d'insediamento è di garantire una grande produzione di semi delle specie seminate che dovranno accumularsi nel suolo a costituire una ricca banca di seme. Questa garantirà una lunga persistenza del pascolo e la sua eccellente produttività negli anni successivi. Il carico di bestiame dovrà essere adeguato all'estensione delle superfici coinvolte e questo potrà garantire il ricaccio continuo e la sostenibilità dei pascoli nel lungo periodo evitando in tal modo i danni da calpestio e facilitando una ricrescita più regolare del cotico

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 43 di 53	

erboso.

Per quanto riguarda il **materiale inerte di cava** che verrà utilizzato per la realizzazione delle piste di servizio **per esso si prevede l'integrale rimozione nelle fasi di dismissione.**

4.4.3 Soluzione per gli insetti pronubi

Una soluzione in grado di ridurre il potenziale impatto del fotovoltaico sulle specie della fauna polarotattica sembra essere insita nella finitura della superficie dei **moduli fotovoltaici**. Gli autori Fritz et al. (2020) hanno dimostrato che grazie ad una **finitura superficiale di tipo microtexturizzata** (varie tipologie) i moduli FV diventavano quasi inattrattivi per due specie d'insetti polarotattici, suggerendo un possibile sviluppo per i moduli FV basato sulla finitura delle superfici volta all'incremento dell'efficienza di conversione e alla riduzione dell'interferenza con le specie animali polarotattiche. Le soluzioni individuate sono in grado di ridurre l'interferenza con effetti positivi anche sulle api e altri insetti pronubi. In via indiretta, possibili benefici per le api e gli altri pronubi possono derivare da uno specifico assetto delle aree investite a fotovoltaico in relazione ad alcuni aspetti: **creazione di microhabitat idonei per le fioriture anche nei periodi tipicamente poveri di risorse trofiche per le api** (piena-tarda estate nell'area mediterranea) grazie al parziale ombreggiamento delle strutture FV; **semine e piantumazioni ad hoc da includere nel planning degli impianti fotovoltaici** con relativa verifica delle condizioni “migliorative”.

In un'ottica di miglioramento territoriale si intende sviluppare un modello sinergico che possa generare un buon livello di integrazione tra sistemi produttivi e le attività degli insetti pronubi. La gestione per inerbimento controllato sotto forma di prati pascoli perenni rappresenta un aspetto migliorativo dell'agroecosistema poiché aumenta i livelli di biodiversità e crea dei microhabitat idonei per le fioriture ad alto potenziale mellifero. Inoltre, grazie all'ombreggiamento delle strutture FV le fioriture potranno prolungarsi per un tempo maggiore nei periodi tipicamente poveri.

Segue la carta degli indirizzi produttivi del campo fotovoltaico e il computo metrico estimativo relativo alle opere di miglioramento dell'agrosistema.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "GR MACOMER" IN LOCALITÀ "ARRULAS" DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 44 di 53	

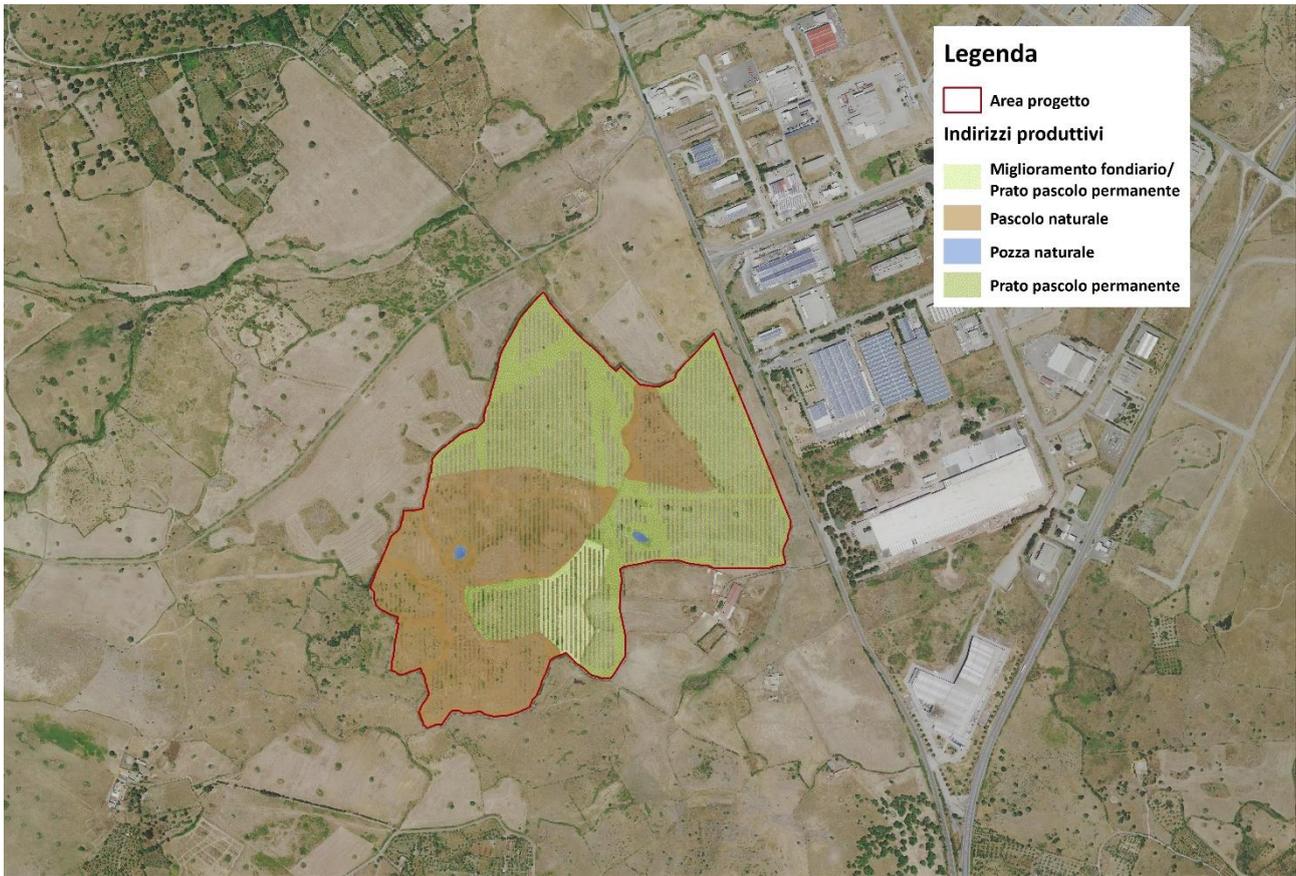


Figura 29 - Planimetria delle misure compensative ad indirizzo produttivo proposte

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 45 di 53

Tabella 3 Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione dei prati pascolo perenni funzionali alla conservazione dei suoli e al mantenendo delle attività agrosilvopastorali

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Quantità	Prezzo totale
U	MIGLIORAMENTO PASCOLO MONTANI E PRATI NATURALI				
U.0	I prezzi vanno riferiti a superfici nette da tara. Va evitato l'uso indiscriminato dei mezzi meccanici in particolare di quelli impropri quali ruspe, trattrici pesanti o di grande potenza, non compatibili con la salvaguardia del suolo.				
U.003	Spietramento con mezzi meccanici (macchine spietratrici) idonei e accatastamento del pietrame, in cumuli misurabili, nelle tare, o comunque, fuori dai campi. È consigliato l'uso di lame frontali:				
U.003.002	a- per pietrosità fino a 100 mc/ha ed oltre con macchina spietratrici a noleggio	m ³	€15,10	250	€3.775
U.005	Lavorazione superficiale del terreno alla profondità di cm 10-15 eseguita con trattrice gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle:				
U.005.001	a- in terreni pianeggianti o con modeste pendenze	ha	€181,10	30	€5.443,3
U.008	Concimazione eseguita con trattrice di adeguata potenza dotata di spandiconcime				
U.008.003	c- esecuzione di Analisi chimico-fisica del terreno, compreso prelievamento di campione in campo	ha	€201,90	5	€1.009,5
U.009	Semina e concimazione eseguita con trattrice di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime:				
U.009.001	a- per trasporto, miscelazione e distribuzione	ha	€137,90	30	€4.137
U.009.002	b- per acquisto di seme e concimi, misura massima accessibile (la scelta del seme deve essere indirizzata verso specie di origine locale o quanto meno, di ambienti simili sotto l'aspetto pedologico e climatico)	ha	€461,20	30	€13.836
U.011	Costipazione post-semine, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattrice gommata	ha	€96,10	30	€2.883
Totale importo lavori					€ 31.073,5

FONTI:

Regione autonoma della Sardegna, Assessorato dell'Agricoltura e riforma agro-pastorale. Prezziario regionale dell'Agricoltura, aggiornamento 2016.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 46 di 53	

5 MONITORAGGI

5.1 Monitoraggio pedologico

L'attività di monitoraggio pedologico acquisisce un ruolo importante durante la fase di esercizio dell'impianto poiché permette di valutare eventuali modifiche dei caratteri dei suoli nel tempo. La previsione di un piano di monitoraggio, dunque, è finalizzata alla raccolta di informazioni del suolo attraverso il controllo di pochi ma rappresentativi parametri. I dati dovrebbero essere acquisiti in alcune parcelle campione con il fine di comprendere se e quali tipologie di effetti potrebbero manifestarsi ed eventualmente pianificare, alla fine dell'esercizio, dell'azioni per il recupero. Per questo motivo dovranno seguire delle valutazioni del sito al termine delle operazioni di dismissione necessarie per ridefinire le condizioni di fertilità e di capacità d'uso.

In merito agli studi pedologici finalizzati alla realizzazione di impianti fotovoltaici, il numero di parcelle campione andrà determinato in funzione dell'estensione dell'impianto e delle differenti tipologie di suolo presenti.

Per ciascuna parcella deve essere previsto il prelievo di almeno due campioni (preferibilmente attigui ad eventuali punti già campionati nella fase ante operam), uno superficiale (topsoil) e uno sotto superficiale (sub-soil), indicativamente alle due profondità di 0-20 e 20-50 cm (se possibile). I parametri indicatori più significativi da analizzare sono rappresentati da:

Parametri stazionali: Indice di qualità biologica QBS-ar:

L'indice si basa sull'assunto che i gruppi di microartropodi particolarmente adattati alla vita edafica sono presenti tanto più l'ecosistema del suolo è integro. Le attività antropiche riducono l'abbondanza e la diversità degli organismi edafici che svolgono un ruolo fondamentale nella decomposizione della materia organica. Su questa base il professor Vittorio Parisi, Ecologo del suolo dell'Università di Parma, ideò nel 2001 un indicatore in grado di esprimere la qualità biologica dei suoli sulla base del valore di biodiversità della micropedofauna presente. Questi organismi vivono nei primi centimetri di profondità, dove concentrano maggiormente la loro attività.

Il protocollo prevede il prelievo per ogni punto campionato di 3 zolle di terreno, con dimensioni di 10cm x10cm x 10cm, distanziate circa dieci metri l'una dall'altra. Le zolle vengono poi sottoposte ad una fonte graduale di calore che permette la migrazione dei microartropodi verso il basso. Quando le condizioni di umidità vengono a mancare gli insetti escono dalla zolla cadendo in una trappola. In seguito, vengono riconosciuti e valutati per la determinazione dell'indice. Ogni taxon avrà un punteggio differente. In base al punteggio ottenuto verrà stabilito il valore del QBS-ar. I punteggi che si ottengono nei diversi ambienti sono direttamente relazionati all'uso del suolo e vengono influenzati dalle operazioni di disturbo.

In linea generale la vulnerabilità di un sito è direttamente proporzionata al valore dell'indice, più alto sarà maggiore sarà la vulnerabilità in caso di disturbo.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 47 di 53



Figura 30 A sinistra fasi di prelievo di una zolla di terra per l'analisi del QBS-ar, a destra fase di essiccazione delle zolle e cattura dei microartropodi.

Parametri fisico-chimici: Stabilità di struttura, densità apparente, porosità, Carbonio organico e sostanza organica, microelementi e macroelementi sono alcuni dei parametri che possono essere rilevati. Attraverso gli stessi si potrà riscontrare se le funzioni del suolo sono state in qualche modo alterate. La raccolta dei dati richiede un'analisi e uno studio approfondito in laboratorio.

I campionamenti dovranno essere effettuati in parcelle che permettano il confronto tra i suoli interessati nell'impianto e quelli non disturbati. Gli intervalli temporali dovranno essere prestabiliti in anticipo, prevedendo un controllo a partire dalla fase di avvio dell'attività di produzione energetica sino alla fase di dismissione dell'impianto.

5.1.1 Piano di monitoraggio

Il Piano di monitoraggio dovrà essere articolato in tre fasi. I campionamenti verranno svolti nei punti in cui sono stati effettuati i rilevamenti ispettivi in modo da ottenere delle informazioni coerenti e che siano il più rappresentative possibile considerando l'eterogeneità fisiografica dei suoli. Ci si riserva di valutare in seguito la possibilità di spostare i punti di campionamento qualora fosse necessario.

5.1.2 Fase ante operam

Nella prima fase, *ante operam*, dovranno essere raccolte tutte quelle informazioni necessarie alla caratterizzazione dei suoli fondamentali per la determinazione delle proprietà intrinseche dei terreni, finalizzate a stabilire le condizioni di partenza al tempo zero, nonché per pianificare le attività colturali all'interno del campo solare. I parametri stazionali sono stati già raccolti durante i sopralluoghi ispettivi. Il set di parametri fisico chimici ideali per raggiungere tale obiettivo sono: tessitura, stabilità di struttura, densità apparente, porosità, pH in H₂O, calcare totale e calcare attivo, Carbonio organico e sostanza organica, Azoto totale, basi di scambio (Ca, Mg, K, Na), Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.), microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn), Potassio totale e assimilabile, Fosforo totale e

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 48 di 53	

assimilabile, contenuto idrico al punto di appassimento e alla capacità di campo (da cui dedurre il contenuto di acqua disponibile o AWC), conducibilità elettrica dell’estratto di saturazione (ECe) e indice di qualità biologica QBS-ar. I monitoraggi preliminari dovranno essere svolti una sola volta nella stagione autunnale o in quella primaverile, comunque sia prima dell’avviamento della fase di cantiere.

5.1.3 Fase in operam

Saranno oggetto di monitoraggio nella fase di esercizio, *in operam*, solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritenga possano essere maggiormente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico. Nello specifico si ritiene che la sostanza organica possa essere un parametro che dovrà essere monitorato in questa fase. Oltre a questo, la densità apparente, la resistenza alla penetrazione e la temperatura del suolo sono dei parametri che insieme all’indice di QBS-ar dovranno essere monitorati durante la fase in itinere. I monitoraggi verranno svolti nel periodo autunnale a cadenza biennale.

5.1.4 Fase post operam

Infine, una valutazione del sito al termine delle operazioni di dismissione, *post operam*, deve necessariamente ridefinire le condizioni di fertilità e di capacità d’uso dei suoli attraverso un rilevamento pedologico analogo a quello condotto preliminarmente all’installazione dell’impianto. Dovranno pertanto essere ripetute le descrizioni dei profili pedologici, i campionamenti e le determinazioni di laboratorio sugli stessi parametri analizzati per la valutazione ex ante. A seguito di tali operazioni sarà possibile definire le azioni strategiche necessarie per un eventuale recupero della risorsa suolo a cui potrà seguire un ulteriore monitoraggio per verificare che tali interventi siano risultati efficaci.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 - 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "GR MACOMER" IN LOCALITÀ "ARRULAS" DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 49 di 53	

6 CONCLUSIONI

Il contesto territoriale entro cui si propone la realizzazione dell'impianto fotovoltaico denominato "GR Macomer" in località "Arrulas" della potenza nominale di 27,44 MW, presenta connotati tipicamente agro-pastorali.

Il paesaggio è caratterizzato da una morfologia pianeggiante originata dal plateau vulcanico basaltico. Gli indirizzi produttivi sono associati a colture di tipo estensivo e orientati alla produzione cerealicola a foraggi verdi autunno-vernini e stagionati, oltre che all'attività di pascolo bovino e ovino. Le coperture vegetali basso arbustive (rovo, prugno selvatico e biancospino) si dispongono linearmente lungo i margini degli appezzamenti agricoli adornando i muretti a secco tipici del paesaggio dell'altopiano. Dove le condizioni pedologiche presentano maggiori criticità, si sviluppano formazioni arboree con querceti misti, strutturati per lo più sotto forma di pascoli arborati mentre nello strato più basso si sviluppano estese coperture erbacee terofitiche ed emicriptofite. Si riscontrano inoltre nelle depressioni pozze permanenti e temporanee che danno origine, insieme alle altre formazioni vegetali, ad un contesto eterogeneo sotto l'aspetto naturalistico.

I rilievi pedologici effettuati hanno permesso di valutare le caratteristiche fisiche dei suoli mediante il quale è stato possibile classificarli secondo il modello di Land Capability Classification.

Lo scopo principale della valutazione della capacità d'uso è la pianificazione agricola, sebbene possa trovare applicazione in altri settori. In questo studio il modello è stato particolarmente utile oltre che alla pianificazione agricola anche per stabilire i potenziali effetti a carico della risorsa suolo derivanti dalla realizzazione del campo solare.

L'analisi svolta conferma la modesta suscettività di questi suoli all'uso agricolo per circa il 50% dell'area in progetto, seppur anch'essi presentino moderate e severe limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e ostacolano o impediscono le lavorazioni meccaniche. Nelle restanti aree occupate dal prospettato campo fotovoltaico, per un'estensione complessiva pari a circa 20 Ha, tali utilizzi non sono allo stato attuale compatibili, per via di evidenti criticità pedologiche; qui gli utilizzi sono indirizzati unicamente alle attività di pascolo brado, all'uso ricreativo e alla conservazione.

Dall'analisi emerge che i suoli in queste aree ricadono in classe VI, VII e VIII di capacità d'uso cui fattore limitante è associato alla rocciosità affiorante e alla scarsa profondità; in alcune aree anche per via della pietrosità superficiale. Le restanti superfici per buona parte coltivate vengono classificate in IV/V e in V classe di capacità d'uso per via della moderata profondità dei suoli, una copertura rocciosa inferiore e per le difficoltà di drenaggio.

Considerando le proprietà pedologiche rilevate si ritiene che la realizzazione degli interventi proposti non possa generare nuovi processi degradativi o aggravare in modo apprezzabile quelli esistenti a carico delle risorse pedologiche. Lo spessore limitato, la rocciosità e la pietrosità dei suoli costituiscono le limitazioni d'uso più importanti per questi territori; pertanto attuare delle misure che consentano la conservazione della risorsa suolo sarebbero preferibili rispetto alla prosecuzione delle lavorazioni agricole, suscettibili di innescare nel lungo periodo processi degradativi. Il tal senso

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 50 di 53	

attraverso la prospettata trasformazione degli attuali seminativi in aree a prati pascolo permanenti sarebbe possibile conseguire contemporaneamente più obiettivi orientati alla sostenibilità ambientale, ovvero: produzione energetica da fonte rinnovabile, allevamento animale, conservazione del suolo, aumento della biodiversità.

Dal punto di vista agricolo, in particolare, sarà possibile proseguire le attività zootecniche attraverso il pascolo ovino durante la fase di esercizio dell'impianto. La predisposizione di prati pascoli perenni rappresenta un aspetto compatibile e migliorativo dell'agroecosistema poiché: non richiede la lavorazione delle superfici, favorendo in tal modo l'applicazione di azioni conservative della risorsa suolo; aumenta i livelli di biodiversità e le risorse trofiche per gli insetti pronubi; infine, consente di avere un cotico erboso pabulare per gli ovini per buona parte dell'anno.

È pur vero che per favorire questo risultato, le movimentazioni di terra e l'azione dei mezzi dovrebbero essere limitate il più possibile.

Nelle aree interessate da locali operazioni di sistemazione morfologica le operazioni di scavo saranno condotte in accordo con procedure orientate a scongiurare rischi di compromissione delle proprietà agro-ambientali dei suoli, in termini di sostanza organica e funzionalità biologica ed ecologica.

Per quanto riguarda le superfici in cui si dovranno realizzare le cabine inverter e di trasformazione, nonché il sistema di accumulo elettrochimico, gli interventi di movimento terra e l'impermeabilizzazione del suolo porterebbero localmente alla perdita di buona parte dei servizi ecosistemici, con effetti comunque non significativi in ragione della limitata occupazione delle opere (pari ad appena 0,036 ettari su 51 ettari complessivi) e, in alcuni casi, della natura delle stesse aree interessate, contraddistinte da roccia affiorante. In fase di dismissione si prevede il completo recupero ecologico-funzionale delle aree con la rimozione del materiale estraneo e la ristrutturazione del profilo pedologico.

L'azione di copertura esercitata dai pannelli fotovoltaici potrebbe concorrere alla salvaguardia della risorsa suolo, favorendo l'attenuazione delle piogge durante le precipitazioni limitando l'erosione laminare (*sheet erosion*) e soprattutto quella da impatto (*splash erosion*). Inoltre, considerando la tipologia di sistemi di captazione previsti (*tracker monoassiali*) è possibile che una minore esposizione omogenea all'irraggiamento solare riduca i livelli di evapotraspirazione generando un livello di umidità maggiore nel suolo, tale da favorire l'incremento della sostanza organica. Per verificare tale fenomeno e monitorare come gli altri parametri del suolo possano variare nel tempo di vita del progetto si prevede di avviare mirate attività di monitoraggio.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)		OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 51 di 53	

7 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

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

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

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

BRADY N.C., WIEL R.R., 2002. The nature and properties of soils.

BURROUGH P.A., 1983 Multiscale sources of spatial variability in soil.

CARMIGNANI L., OGGIANO G., FUNEDDA A., CONTI P. PASCI S., BARCA S., 2008. Carta geologica della Sardegna in scala 1:250.000. Litogr. Art. Cartog. S.r.l., Firenze.

COMMISSIONE EUROPEA, 2012. Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.

COSTANTINI, E.A.C., 2006. La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification).

COUTO E.G. STEIN A., KLAMT E., 1997. Large area spatial variability of soil chemical properties in central Brazil.

DOKUCHAEV, 1885 Russian Chernozems.

JENNY H., 1941. Factors of Soil Formation.

ISPRA: CAMARDA I., CARTA L., LAURETI L., ANGELINI P., BRUNU A., BRUNDU G., 2011. Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000.

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

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

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

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

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

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

YOU DEN W.J., MEHLICH A., 1937. Selection of efficient methods for soil sampling

SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993 Soil Survey Manual. USDA-NRCS. U.S. Gov. Print Office Washington D.C.

COMMITTENTE GREENERGY RINNOVABILI 8 s.r.l. Via Borgonuovo, 9 – 20121 Milano (MI)	 Greenergy <small>ENERGIE RINNOVABILI</small>	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO “GR MACOMER” IN LOCALITÀ “ARRULAS” DELLA POTENZA NOMINALE DI 27,44 MWac	COD. ELABORATO GREN-FVM-RP6
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 52 di 53	

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA TUSCIA, CONFAGRICOLTURA, ENEL GREEN POWER, CONSIGLIO E L'ANALISI DELL'ECONOMIA AGRARIA, SOLARFIELDS, CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, EF SOLARE ITA-LIA, LE GREENHOUSE, S.E.A TUSCIA S.R.L, CONSIGLIO NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORE-STALI, FEDERAZIONE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI DEL LAZIO, 2021. Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia.