

REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO A TERRA DA 16,77 MW IN IMMISSIONE - SU TRACKER DI TIPO AD INSEGUIMENTO MONOASSIALE

“SAM-SE”

COMUNE DI SAMASSI e SERRENTI (SU)

Integrazione alla Relazione Agronomica

Committente: ENERGYSAMSE S.R.L

Località: COMUNE DI SAMASSI e SERRENTI

Cagliari, 07/2023

Consulente: Agronomo Vincenzo Sechi

STUDIO ALCHEMIST

Ing.Stefano Floris – Arch.Cinzia Nieddu

Via Isola San Pietro 3 - 09126 Cagliari (CA)
Via Simplicio Spano 10 - 07026 Olbia (OT)

stefano.floris@studioalchemist.it
cinzia.nieddu@studioalchemist.it

www.studioalchemist.it



| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Sommario

| | |
|---|----|
| 1. Introduzione | 2 |
| 2. Inquadramento climatico..... | 7 |
| 3. Pedologia | 9 |
| 3.1 Classificazione del sito secondo la land capability classification | 10 |
| 3.2 Risultati della valutazione dell'attitudine all'uso agricolo del sito in esame..... | 12 |
| 4. Uso del Suolo | 13 |
| 4 Utilizzo agrario dell'area di intervento negli ultimi 50 anni | 14 |
| 5 Utilizzo e potenzialità agronomica attuale..... | 21 |
| 6 Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto..... | 22 |
| 7 Operazioni agronomiche per impianto di prato polifita permanente..... | 25 |
| 8 Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato | 26 |
| 9 Attività di coltivazione della patata | 27 |
| 10 Opere di mitigazione visiva e realizzazione di recinzione perimetrale con corridoi ecologici | 29 |
| 11 Impatti e misure di mitigazione..... | 35 |
| 12 Agricoltura 4.0 e sistemi di monitoraggio | 36 |
| 13 Indicazioni di monitoraggio | 39 |
| 13.1 Monitoraggio pedologico | 44 |
| 14 Conclusioni | 49 |
| 15 Bibliografia consultata | 51 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

1. Introduzione

Il sottoscritto Dottore Agronomo Vincenzo Sechi, specializzato in gestione faunistica e ambientale, iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali di Oristano Sez. A con il n. 187, ha ricevuto incarico dalla ENERGYSAMSE SRL con sede legale Via Simplicio Spano 10, Olbia (SS), Codice Fiscale: 02902560909, di proprietà di Alchemist SRLS che opera nel settore della progettazione di impianti per lo sfruttamento delle energie rinnovabili, al fine di procedere alla stesura della Relazione Agronomica inerente la realizzazione di un impianto Agrivoltaico da realizzarsi in agro dei Comuni di Samassi e Serrenti(SU).

L'intervento contempla la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra da 16,77 MW in immissione-tipo ad inseguimento monoassiale "SAM-SE".

La presente relazione agronomica ha come obiettivo quello di fornire un quadro esaustivo dell'uso agronomico della superficie interessata dal progetto all'attualità, dell'impatto che l'investimento proposto avrà dal punto di vista agronomico in fase di esercizio ed infine descrivere lo scenario alla fine della vita utile dell'impianto una volta che la superficie agraria potrà ritornare all'uso originario "*ante operam*".

L'intervento è individuato all'interno di terreni siti nei Comuni di Samassi e Serrenti. Dal punto di vista cartografico, l'area in esame risulta inclusa nella cartografia catastale: foglio 8 del Comune di Samassi, particelle 228, 236, 237, 627, 628; - foglio 14 del Comune di Samassi, particelle 49, 120, 121, 131, 132, 236, 467, 468, 469; - foglio 9 del Comune di Serrenti, particelle 65, 79, 108, 138, 144, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 284, 346; - foglio 15 del Comune di Serrenti, particelle 4, 9, 11, 33, 34, 262, 300, 374, 375; terreni localizzati nella Zona Agricola E del comune di Samassi e nella Zona Agricola E1 – Aree caratterizzate da una produzione piccola e specializzata del comune di Serrenti, secondo quanto documentano i Certificati di Destinazione Urbanistica (CDU).

Il sito interessato alla realizzazione dell'impianto, si trova ad un'altitudine media di 112 m s.l.m. e ricopre un'area lorda di 41 Ha.

L'intervento contempla la realizzazione di un impianto fotovoltaico di potenza nominale in immissione pari a 16.770,74 kW di picco per la produzione di energia elettrica posato sul terreno livellato mediante l'istallazione di inseguitori solari. Le distanze definite dal piano sono state rispettate, sia nel caso di confine con strada che con altri lotti; l'impianto è stato posizionato mantenendo le fasce di rispetto

| | | | |
|--|--|--|-------------|
| | | | Pag. 2 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

lungo tutti i confini ed internamente rispetto alla rete di distribuzione idrica irrigua. Il passaggio all'interno dell'area è possibile sia lungo i confini, in quanto è stata definita una distanza di 12 metri, sia all'interno dell'area in quanto la distanza tra i pannelli è 4,40 m. Sono state previste delle stradelle per facilitare la percorrenza del sito, che permettono il raggiungimento di tutte le cabine di campo. È stata calcolata la superficie coperta totale: considerando le dimensioni di un pannello Longi da 545 W pari a 2,256mx1,133m, si hanno delle superfici coperte rispettivamente di 143,14 m² per i tracker da 28x2 moduli e di 71,57m² per i tracker da 14x2 moduli. I tracker da 28x2 sono 472 (70 035,36m²) e quelli da 14x2 sono 155 (11324,3 m²). Moltiplicando le superfici dei singoli tracker per il numero totale delle strutture utilizzate, si ottiene una superficie di 81359,66 m². La superficie totale del lotto è di circa 41 ha, ne deriva un rapporto di copertura pari al 20 %.

Cartograficamente l'area di intervento è inquadrata nei seguenti Fogli Regionali:

- Carta Tecnica Regionale della Sardegna: scala 1:10.000 - sezione 547080 "Case Villa Santa"
- Cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare I.G.M. Serie 25 foglio 547 I "Sanluri".

Di seguito si propone un inquadramento dell'area su base IGM, CTR ed Ortofoto 2022 dei terreni interessati.

| | | | |
|--|--|--|-------------|
| | | | Pag. 3 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

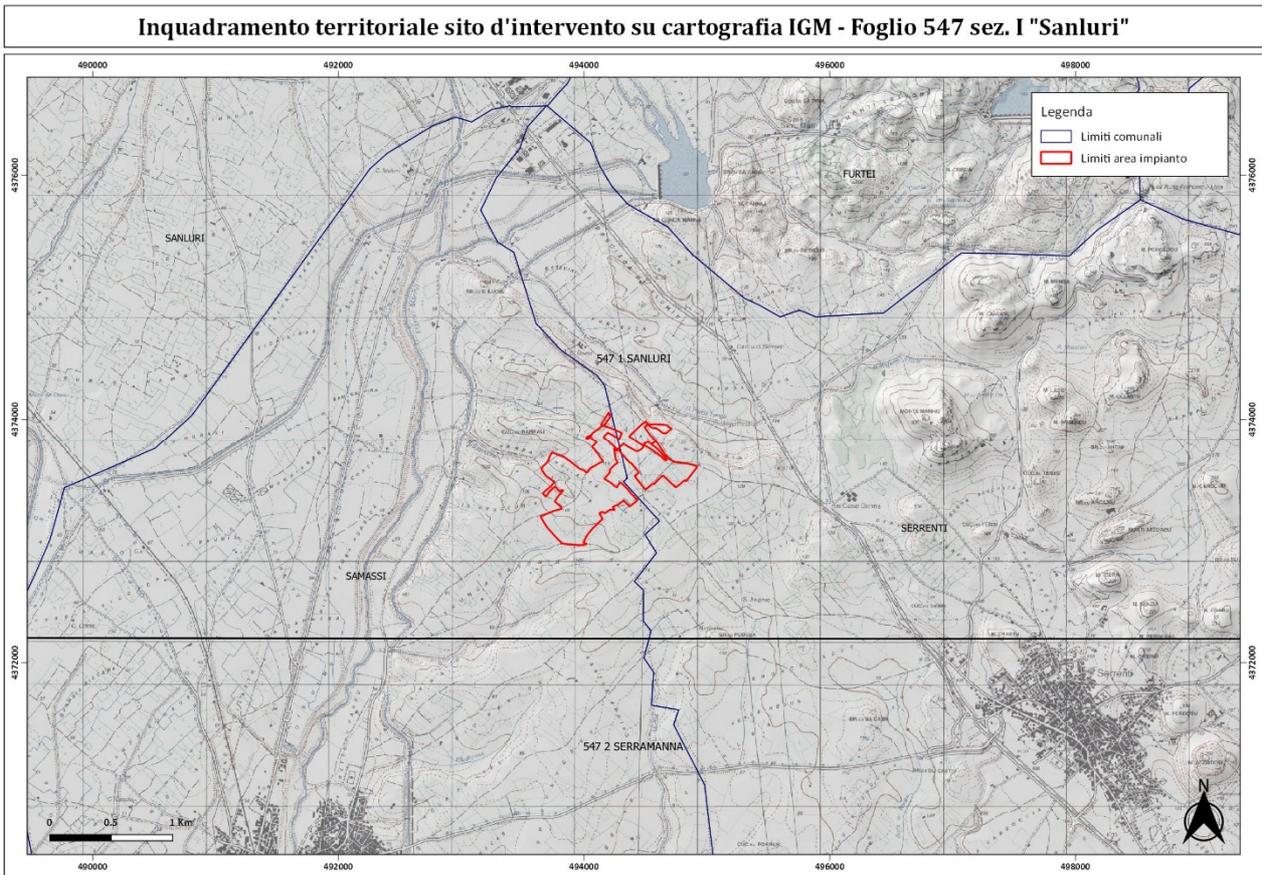


Figura 1 - Inquadramento area su base IGM

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Inquadramento territoriale sito d'intervento su Ortofoto



Figura 3 - Inquadramento area su base Ortofoto

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

2. Inquadramento climatico

L'area in studio è ubicata nel Campidano, nella provincia regionale del Sud Sardegna, in vicinanza di aree minerarie importanti e di aree agricole specializzate. I dati di seguito riportati, tratti da Fitoclimatologia della Sardegna (Arrigoni P.V., 1968), hanno l'obiettivo di inquadrare l'area dal punto di vista climatico nei suoi lineamenti generali. Per quanto riguarda le temperature è possibile fare riferimento alla stazione termometrica di Villacidro, posta ad una quota ed esposizione simile a quella di Serrenti/Samassi, utilizzata per le precipitazioni.

Tabella 1 - Dati termometrici della stazione di Villacidro, la più vicina all'area d'intervento

| Stazione | Villacidro | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Quota | 213 m | | | | | | | | | | | | |
| Anni osserv. | 13 | | | | | | | | | | | | |
| T°C / Mesi | Gn | F | Mr | A | Mg | Gg | L | Ag | S | O | N | D | Media /anno |
| M. Max | 11,8 | 12,3 | 15,4 | 17,9 | 23,6 | 29,4 | 32,9 | 32,3 | 28,4 | 22,2 | 17,1 | 13,9 | 21,4 |
| M. min. | 4,5 | 4,7 | 6,8 | 8,2 | 11,6 | 15,9 | 18,5 | 18,9 | 16,9 | 13,1 | 9,6 | 6,9 | 11,3 |
| media | 8,2 | 8,5 | 11,1 | 13 | 17,6 | 22,7 | 25,7 | 25,6 | 22,7 | 17,7 | 13,3 | 10,4 | 16,4 |

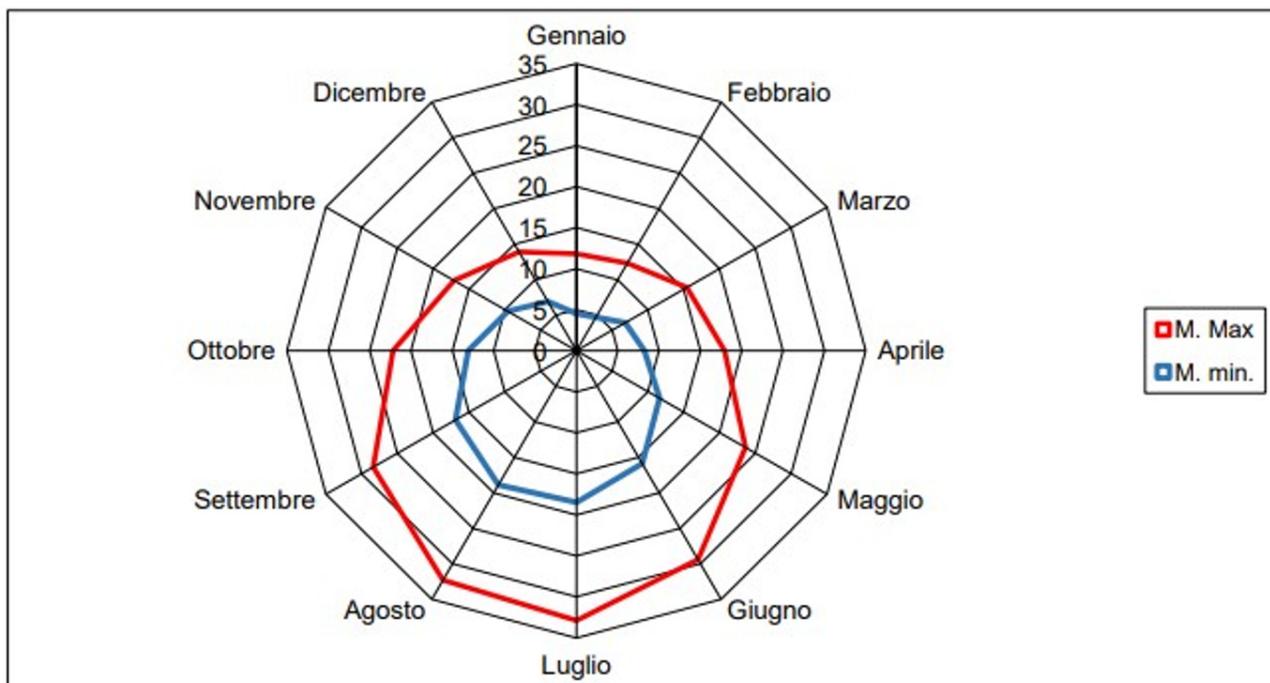


Figura 4 – Diagramma dove viene rappresentato l'andamento delle temperature medie massime e medie minime

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Dall'esame della tabella si rileva che il mese più caldo è quello di luglio, con una temperatura media massima di 32,9°C, ma valori prossimi ai 30 °C sono presenti da giugno a settembre, periodo in cui è possibile avere colpi di calore estremamente dannosi per le colture agrarie, specie quelle irrigue. La temperatura media vede sempre luglio il mese più caldo, ma con valori decisamente più bassi (25,7°C). Utilizzando questo valore possiamo affermare che i mesi più caldi con un valore superiore ai 20°C vanno da maggio a ottobre. Il periodo freddo, invernale, è invece compreso tra Novembre e Marzo, con temperature medie minime piuttosto basse nei mesi di gennaio e febbraio. Queste possono rappresentare un limite per alcune colture agrarie, specie se intensive. Gennaio è anche il mese più freddo con una temperatura media di 8,2 °C. Da rilevare la differenza tra temperature medie massime e minime, soprattutto nei mesi estivi, mettendo in evidenza una escursione termica importante. Per l'analisi delle precipitazioni è stata utilizzata la stazione pluviometrica di Gonnosfanadiga, con 40 anni di osservazioni e ubicata ad una quota di 190 m.

Tabella 2 - Precipitazioni medie annue in un intervallo di 40 anni

| Stazione | Gn | F | Mr | Ap | Mg | Gg | L | Ag | S | O | N | D | Media/anno |
|----------------|-----|----|----|----|----|----|---|----|----|-----|-----|-----|------------|
| Gonnosfanadiga | 113 | 87 | 80 | 61 | 45 | 15 | 2 | 10 | 34 | 107 | 112 | 131 | 797 |

Le precipitazioni si concentrano nella stagione fredda, la stagione delle piogge inizia con il mese di ottobre e prosegue con importanti valori sino a marzo, per poi decrescere gradualmente sino ai valori minimi di luglio. Il mese più piovoso è dicembre con 131 mm.

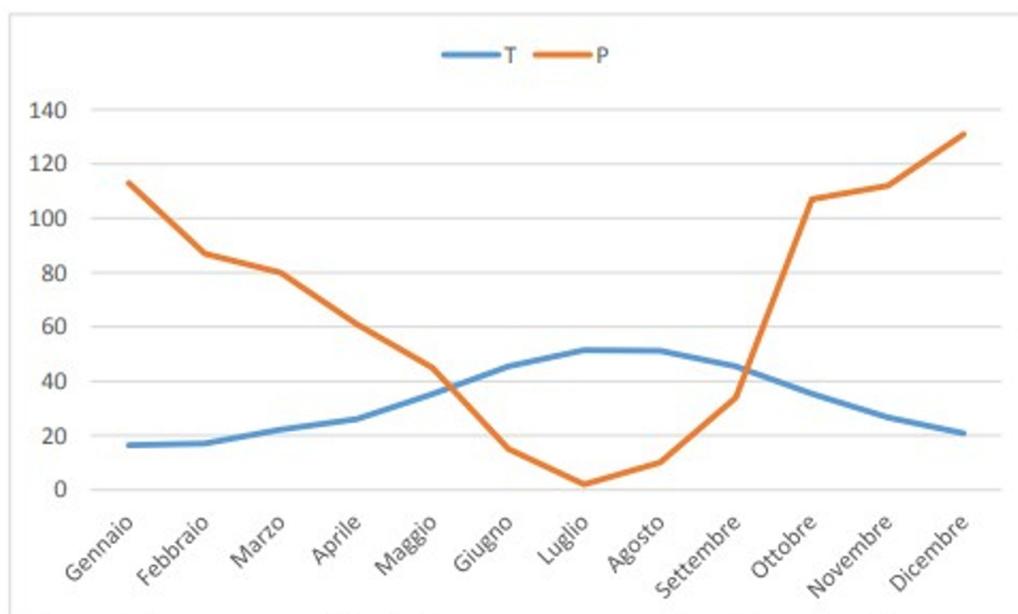


Figura 5 – Rapporto precipitazioni temperature, queste ultime con valore doppio

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

La riserva idrica del suolo viene consumata entro maggio e inizia a ricostituirsi da settembre. Data la variabilità delle precipitazioni è possibile l'inizio delle irrigazioni anche dal mese di aprile, preferibilmente in soccorso alle colture cerealicole, frumento, orzo e avena. Quindi si deduce nell'area in esame un clima caldo-arido, bi-stagionale, con acquazzoni estivi, alla fine di agosto, e temperature minime invernali che inducono uno stress relativamente importante alle colture agrarie.

3. Pedologia

I suoli sono il risultato della interazione di sei fattori naturali, substrato, clima, morfologia, vegetazione, organismi viventi, tempo. La conoscenza delle caratteristiche fisicochimiche dei suoli rappresenta, pertanto, uno degli strumenti fondamentali nello studio di un territorio, soprattutto se questo studio è finalizzato ad una utilizzazione che non ne comprometta le potenzialità produttive. L'obiettivo della pedologia è pertanto duplice:

- conoscenza dei processi evolutivi dei suoli che si estrinseca con l'attribuzione del suolo, o dei suoli, ad un sistema tassonomico o in una classificazione;
- valutazione della loro attitudine ad un determinato uso o gruppo di usi al fine di ridurre al minimo la perdita di potenzialità che tale uso e l'utilizzazione in genere comporta.

L'area in esame si colloca nella porzione meridionale del Campidano di Cagliari e, dal punto di vista geologico, rappresenta una porzione del margine meridionale della omonima depressione tettonica (Graben del Campidano). Nel Graben del Campidano, affiorano estesamente i sedimenti clastici continentali pleistocenico-olocenici; estrapolando le informazioni geologiche di aree limitrofe all'area di progetto è verosimile ipotizzare la presenza nel sottosuolo anche di questa parte del Campidano dei sottostanti depositi continentali e marini del Pliocene/Pleistocene (Formazione di Samassi che non affiora ma è stata attraversata da sondaggi profondi, Pecorini e Pomesano, Cerchi, 1969). Questi ultimi poggerebbero su di un substrato costituito in larga parte dai depositi marini miocenici e anche dalle vulcaniti calc-alcaline oligo-mioceniche, come testimoniato da alcuni sondaggi esplorativi profondi (es. il pozzo Oristano 1 della SAIS). Infine, nella porzione sud-orientale dell'area, sono presenti affioramenti di leucomonzograniti a biotite facenti parte del Complesso intrusivo e filoniano tardo-paleozoici (VLD_b). La morfologia dell'area risente

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

direttamente della strutturazione tettonica più recente, ovvero dell'impostazione della Fossa del Campidano che ha avuto la sua massima attività durante il Pliocene medio-Quaternario.

3.1 Classificazione del sito secondo la land capability classification

Per la valutazione della attitudine all'uso agricolo dell'area in esame è stato utilizzato lo schema noto come Agricultural Land Capability Classification (**LCC**) proposto da Klingebiel e Montgomery (1961) per l'U.S.D.A.; tale metodologia è la più comune ed utilizzata tra le possibili metodologie di valutazione della capacità d'uso oggi note. La **LCC** si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare, e la valutazione non tiene conto dei fattori socio-economici. Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali. Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti, ovvero che non possono essere risolte attraverso appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.) e nel termine "difficoltà di gestione" vengono comprese tutte le pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo. Come risultato di tale procedura di valutazione si ottiene una gerarchia di territori dove quello con la valutazione più alta rappresenta il territorio per il quale sono possibili il maggior numero di colture e pratiche agricole. Le limitazioni alle pratiche agricole derivano principalmente dalle qualità: relazioni concettuali tra classi di capacità d'uso, intensità delle limitazioni e rischi per il suolo e intensità d'uso del territorio intrinseche del suolo ma anche dalle caratteristiche dell'ambiente biotico ed abiotico in cui questo è inserito. La **LCC** prevede tre livelli di definizione: classe, sottoclasse ed unità. Le classi di capacità d'uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani dall'I all'VIII in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue: Suoli arabili - Classe I: suoli senza o con poche limitazioni all'utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un'ampia scelta tra le colture diffuse nell'ambiente. - Classe II: suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi. -

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 10 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Classe III: suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un'accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idraulico agrarie e forestali. - Classe IV: suoli con limitazioni molto forti all'utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta. Suoli non arabili - Classe V: suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell'ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali). - Classe VI: suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l'uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi. - Classe VII: suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l'utilizzazione forestale o per il pascolo. - Classe VIII: suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire lo sviluppo della vegetazione.

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

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Struttura concettuale della valutazione dei suoli in base alla loro capacità d'uso (da Giordano, 1999)

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

Carta pedologica ambito d'intervento

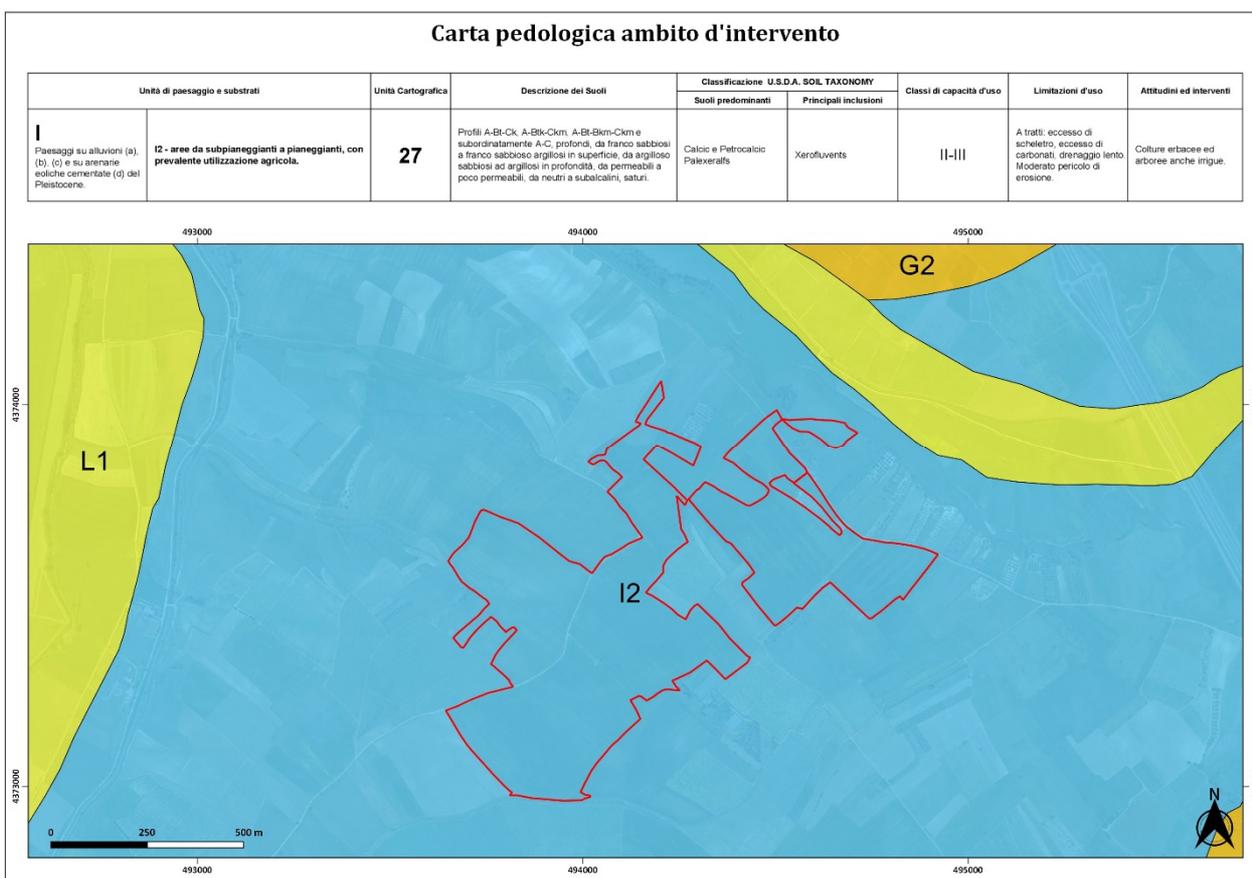


Figura 7 - Inquadramento su base cartografica rielaborata da carta dei Suoli della Sardegna

3.2 Risultati della valutazione dell'attitudine all'uso agricolo del sito in esame

Come anticipato nella figura 7 i terreni oggetto di investimento ricadono interamente nell'unità di Paesaggio I substrato I2, unità cartografica 27 della "carta dei suoli della Sardegna" di Aru, Baldaccini e Vacca.

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

L'unità di Paesaggio I è così caratterizzata: Paesaggi su alluvioni (a), (b), (c) e su arenarie eoliche cementate (d) del Pleistocene.

Il substrato associato è il seguente: I1: aree da subpianeggianti a pianeggianti, con prevalente utilizzazione agricola.

Le caratteristiche dei suoli e le attitudini all'uso agricolo associate all'unità cartografica 27 sono nel dettaglio di seguito individuate.

Il suolo ha profili A-Bt-Ck, A-Btk-Ckm, A-Bt-Bkm-Ckm e subordinatamente A-C, profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da argilloso sabbiosi ad argillosi in profondità, da permeabili a poco permeabili, da neutri a subalcalini, saturi.

La classe di Land Capability individuata è la III e II e il valore agronomico dell'area è medio.

Le limitazioni d'uso sono: eccesso di scheletro, eccesso di carbonati, drenaggio lento. Moderato pericolo di erosione.

Le attitudini ed interventi sono le colture erbacee ed arboree anche irrigue.

4. Uso del Suolo

La superficie oggetto di intervento sulla base della classificazione verificata nella cartografia ufficiale della Regione Sardegna (UdS RAS 2008) ricade nelle seguenti tipologie:

- **Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo;**

Dalle verifiche condotte in campo, si conferma la classificazione anche all'attualità. Di seguito si propone un estratto della cartografia allegata alla presente editata sulla base della cartografia ufficiale della Regione Sardegna.

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 13 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

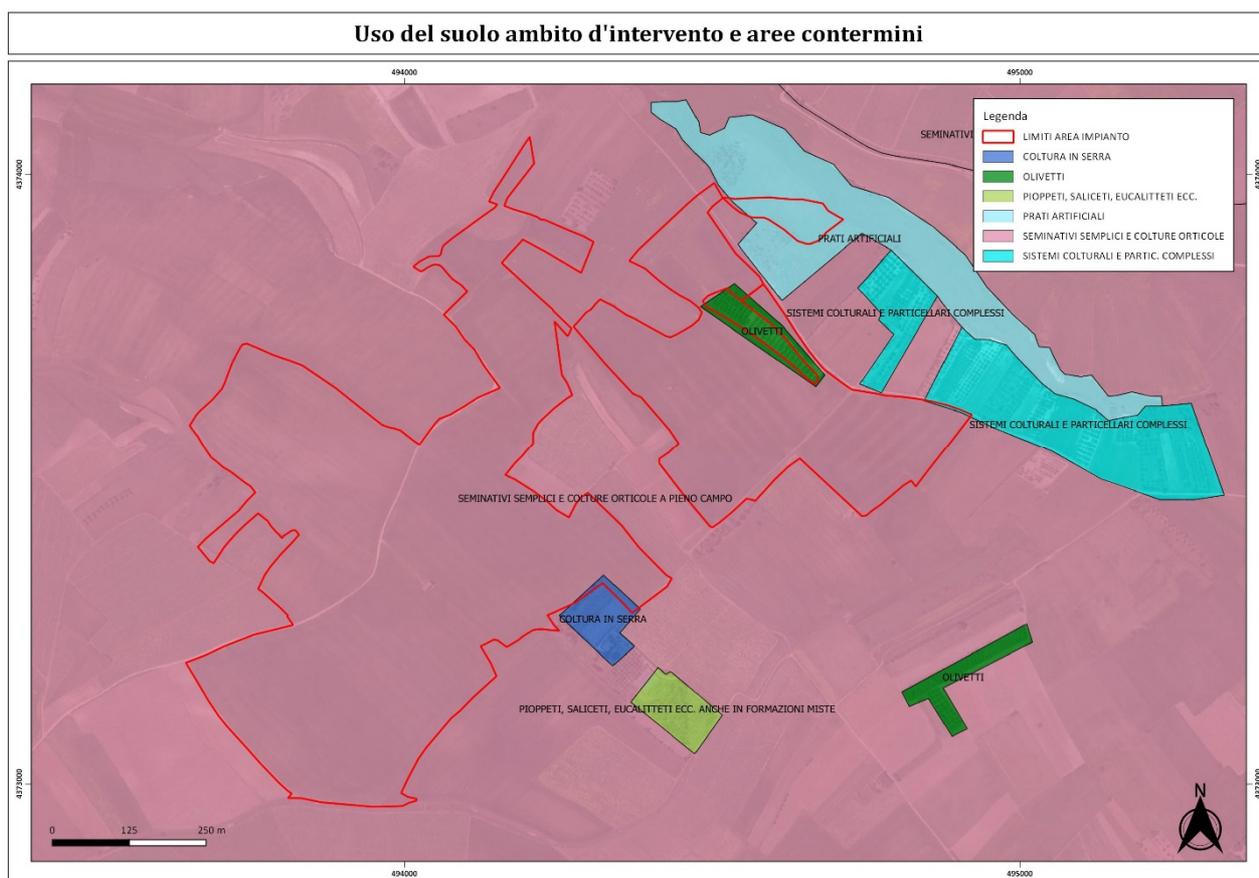


Figura 8 - Carta dell'uso del suolo con evidenziata l'area di intervento

4 Utilizzo agrario dell'area di intervento negli ultimi 50 anni

Come menzionato, l'area di intervento è localizzata parte nel territorio comunale di Samassi ed parte nel territorio comunale di Serrenti: ZONA AGRICOLA E del comune di Samassi e nella ZONA AGRICOLA E1 – Aree caratterizzate da una produzione piccola e specializzata del comune di Serrenti. La morfologia del terreno si presenta pianeggiante e l'area limitrofa è caratterizzata dalla presenza di terreni investiti a seminativi. La quota minima e massima del sito è pari rispettivamente a circa 94 e 119 m s.l.m.

Il paesaggio agrario nell'area di studio è disegnato in maniera netta dalla mano dell'uomo, a partire dai confini dei campi, per proseguire nelle sue forme e nelle sistemazioni idrauliche di pianura. Si rileva infatti la presenza di una suddivisione dell'area secondo un asse Nord-Est/Sud-Ovest, articolata ad intervalli di circa 250

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

m (o suoi multipli) che corrispondono ai confini delle diverse aree agricole. I campi presentano spesso forma piuttosto regolare e i loro confini sono segnati dalla presenza di frangivento a *Eucalyptus* sp.pl.

Come detto, il paesaggio dell'area d'interesse e dell'area vasta è stato profondamente modificato dall'azione antropica e resta poco o niente del paesaggio planiziale originario. Non sono da riferire all'antico sistema di paesaggi neanche i modesti tratti di formazioni forestali, o tanto meno i singoli alberi presenti nell'area. La formazione forestale potenziale è riconducibile alla Serie Sarda Termo-Mesomediterranea della Sughera, ovvero nel *Galio scabri-Quercetum suberis*. Questi sono mesoboschi a *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phyllirea latifolia*, *Myrtus communis*.

Questa associazione è divisa in due sub associazioni, la subass. tipica *quercetosum suberis* e la subass. *ramnetosum alaterni*. La sua articolazione è leggibile nelle rare forme di degradazione della macchia mediterranea presente nell'area.

Stadi di successione della vegetazione forestale, come forme di sostituzione soprattutto nei casi di incendi e decespugliamento, sono le formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erico arboreae-Arbutetum unedoni* e da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salvifolius* (Bacchetta et al., 2007). In misura minore possiamo annoverare tra la vegetazione potenziale del sito di studio anche il geosigmeto mediterraneo, edafoigrofilo e/o planiziale eutrofico, termo-mesomediterraneo (*Populenion albae*, *Fraxino angustifoliae-Ulmenion minoris*, *Salicion albae*).

Il geosigmeto edafoigrofilo e/o planiziale è caratterizzato da mesoboschi edafoigrofilo caducifogli costituiti da *Populus alba*, *P. nigra*, *Ulmus minor* ssp. *minor*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* e *Salix* sp. pl. Queste formazioni hanno una struttura generalmente bistratificata, con strato erbaceo variabile in funzione del periodo di allagamento e strato arbustivo spesso assente o costituito da arbusti spinosi. I substrati sono caratterizzati da materiali sedimentari fini, prevalentemente limi e argille parzialmente in sospensione, con acque ricche in carbonati, nitrati e, spesso, in materia organica, con possibili fenomeni di eutrofizzazione. Gli stadi della serie sono disposti in maniera spaziale procedendo in direzione esterna rispetto ai corsi d'acqua. Generalmente si incontrano delle boscaglie costituite da *Salix* sp. pl., *Rubus ulmifolius*, *Tamarix* sp. pl. ed altre fanerofite cespitose quali *Vitex agnus-castus*, *Nerium oleander* o *Sambucus nigra*. Più esternamente sono poi

| | | | |
|--|--|--|--------------|
| | | | Pag. 15 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

presenti popolamenti elofitici e/o elofito-rizofitici inquadrabili nella classe *Phragmito-Magnocaricetea*. Le formazioni ripariali persistono esclusivamente lungo i corsi d'acqua principali dell'area vasta, mentre risultano completamente assenti nel sito interessato dalle opere in progetto.

L'azione dell'uomo nell'area di studio è riscontrabile anche per la presenza nell'area di infrastrutture viarie, canali, sistemazioni agrarie, aree di cava, argini e quanto altro necessario a soddisfare le esigenze antropiche anche dal punto di vista abitativo.

L'agricoltura ha perso nel tempo molta della sua importanza economica e gli spazi che occupa sono diventati anche aree da attraversare per poter unire i centri abitati per tramite delle infrastrutture stradali. Nell'area d'intervento le attività antropiche, seppur legate ancora all'agricoltura, non sono spesso mirate alla conservazione del bene primario, il suolo.

Opere importanti che definiscono forma e dimensione dei campi coltivati, modificano le condizioni di equilibrio dinamico (non-equilibrio) in cui si trovano i sistemi biologici ed in particolare il suolo.

Qui sono stati modificati o addirittura artificializzati i corsi d'acqua, introdotti canali, colmate le depressioni, eliminate le emergenze, rese più dolci le pendenze e data una baulatura al terreno, questo per poter facilitare le lavorazioni dei suoli. Uno dei problemi è l'assenza di manutenzione per queste superfici. Anche una semplice sistemazione di pianura ha necessità di continui interventi per il mantenimento della sua funzionalità ecologica.

Altre importanti modifiche antropiche riguardano la percezione del paesaggio, come nel caso delle alberature delle aree di bonifica con specie totalmente estranee alla flora locale, come nel caso dell'*Eucalyptus sp.pl*, necessarie per soddisfare esigenze ecologiche e funzionali contingenti.

A suo tempo l'utilizzo di questa specie è stato reso necessario dal particolare eccesso di ristagno idrico e il suo rapido accrescimento soddisfa la necessità di creare delle barriere frangivento di notevole efficacia. Del paesaggio vegetale naturale resta pertanto ben poco o, addirittura, niente. L'attuale paesaggio vegetale dell'area in esame consiste in un fitto mosaico di colture erbacee irrigue e non irrigue (cerealicole e foraggere da sfalcio), orticole e frutteti. Frequenti sono inoltre gli

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 16 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

impianti di specie arboree (in particolare *Eucalyptus camaldulensis*) con funzione di frangivento. La vegetazione spontanea si conserva lungo i margini dei coltivi e soprattutto all'interno dei fossi e canali di regimazione delle acque. Ulteriori elementi di vegetazione spontanea sono rappresentati dalle comunità post-colturali degli incolti e dei coltivi a riposo, a prevalenza di *Asteracee* spinose.

La vegetazione erbacea descrive inoltre un paesaggio post-culturale delle graminacee da granella o dei pascoli, mentre la vegetazione arbustiva è parte di una successione secondaria amputata delle sue estremità (partenza ed arrivo) tanto da apparire un po' per caso nei rari luoghi in cui la si ritrova

Nel sito si riscontra un paesaggio modificato negli aspetti legati alla componente vegetale, dove la presenza di aree agricole è percepita con la presenza di *Eucalyptus* sp.pl., di certo specie non spontanea della flora della Sardegna.

Attualmente il paesaggio vegetale del sito di intervento, consiste in un mosaico di colture erbacee irrigue e non irrigue (cerealicole e foraggere da sfalcio), orticole e frutteti. Come precedentemente accennato sono frequenti inoltre gli impianti di specie arboree (in particolare *Eucalyptus camaldulensis*) con funzione di frangivento. La vegetazione spontanea si conserva lungo i margini dei coltivi e soprattutto ove presenti, all'interno dei fossi e canali di regimazione delle acque. Ulteriori elementi di vegetazione spontanea sono rappresentati dalle comunità post-colturali degli incolti e dei coltivi a riposo, a prevalenza di specie spinose e non pabulari.

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 17 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |



Foto n.1: Vista verso Sud Est di superfici attualmente destinate a coltivazioni foraggere (frumento)

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |



Foto n. 2: Vista lato Est in primo piano particolare impianto di irrigazione

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 19 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |



Foto n. 3: Altra vista lato Est

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

5 Utilizzo e potenzialità agronomica attuale

Attualmente le superfici coinvolte nel proposto progetto, sono destinate alla coltivazione intensiva di frumento in irriguo, appartenente alla varietà "Giulio".

Come noto le colture impiegate nella rotazione agraria si differenziano in tre tipi:

- colture preparatrici, sono colture che **lasciano il terreno in buone condizioni di fertilità**. Sono colture preparatrici il *granoturco*, **la patata**, *la barbabietola*;
- colture miglioratrici, sono colture che **umentano la fertilità** del suolo. Sono colture miglioratrici il *trifoglio*, *l'erba medica* e *il prato polifita permanente*;
- colture depauperanti, sono colture che **impoveriscono il terreno** lasciandolo meno fertile. Sono colture depauperanti **il frumento**, *l'orzo*, *l'avena*.

Pertanto allo stato attuale l'area si presenta in uno stato di impoverimento della fertilità potenziale, con un riflesso diretto ed immediato sulla potenzialità produttiva.

Le superfici sono all'attualità così coltivate:

- Ha 38 circa frumento;
- Ha 3 circa a riposo e destinato a capezzagne;

Al fine di dare una scala di valutazione uniforme e confrontabile nelle diverse situazioni, si propone la stima del valore agronomico dei terreni costituenti l'area di intervento calcolando la PLV media per ettaro e applicando il prezzo medio di vendita all'ingrosso, alla resa media per ettaro.

Si stima dunque una resa media per ettaro di 50 q.li di frumento con prezzo medio di vendita all'ingrosso di € 50/q.le ed una PLV/Ha di € 2.500.

La PLV attesa sui 38 ettari è pertanto di € 95.000 € come illustrato nel prospetto seguente

| TIPOLOGIA | Ettari | Q.li/Ha | €/q.le | Plv €uro |
|--------------------|--------|---------|--------|------------------|
| Frumento | 38 | 50 | 50,00 | 95.000,00 |
| Riposo/Tare | 3 | 0 | 0 | |
| Totale | | | | 95.000,00 |

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 21 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Pertanto il valore agronomico attuale dei terreni, espressi secondo il calcolo proposto è pari a € 95.000.

6 Utilizzo e potenzialità agronomica in fase di esercizio dell'impianto

Dal punto di vista agronomico, il progetto proposto intende implementare una migliore gestione agronomica dei terreni al fine di contribuire nel tempo al miglioramento decisivo della fertilità del suolo agrario, con lo scopo di consentire la prosecuzione delle attività agro-zootecniche attualmente svolte e di restituire alla fine della vita utile dell'impianto fotovoltaico un terreno migliorato e pronto ad essere reimmesso nel ciclo produttivo agro-zootecnico.

Nell'ambito della superficie lorda dell'impianto che andrà ad occupare 41 Ha di terreni agricoli si è proceduto ad individuare due tipologie di superficie:

1. Superficie da investire a prato polifita permanente con miscuglio specifico di graminacee e leguminose (es. miscuglio tipo Gallura) contenente specie auto riseminati;
2. Superficie da investire a coltura con la patata (*solanum tuberosum* L.).

Sulla scorta delle ipotesi tecnico agronomiche effettuate della superficie complessiva di 41.24.95 Ha circa, 9.25.00 Ha pari al 22,37% verranno investiti dalla coltivazione della patata, mentre la restante superficie sarà occupata dalla viabilità interna e aree di servizio per Ha 2 circa e la restante quota per Ha 30 a prato pascolo polifita permanente.

La conversione delle superfici presuppone l'attuazione di una serie di operazioni di miglioramento agrario dei terreni al fine da renderli idonei ad ospitare la coltivazione del prato pascolo polifita permanente e della patata.

Il prato pascolo polifita permanente rappresenta una coltura agraria di tipo foraggero e pascolivo che presuppone una serie di operazioni colturali nel corso dell'anno, finalizzate all'aumento produttivo dei terreni, migliorando allo stesso tempo la fertilità del suolo, come logica conseguenza della migliore tecnica agronomica.

Di seguito si propone una rappresentazione grafica della sezione tra due file di pannelli fotovoltaici con sottostanti le coltivazioni ipotizzate dal presente studio.

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 22 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

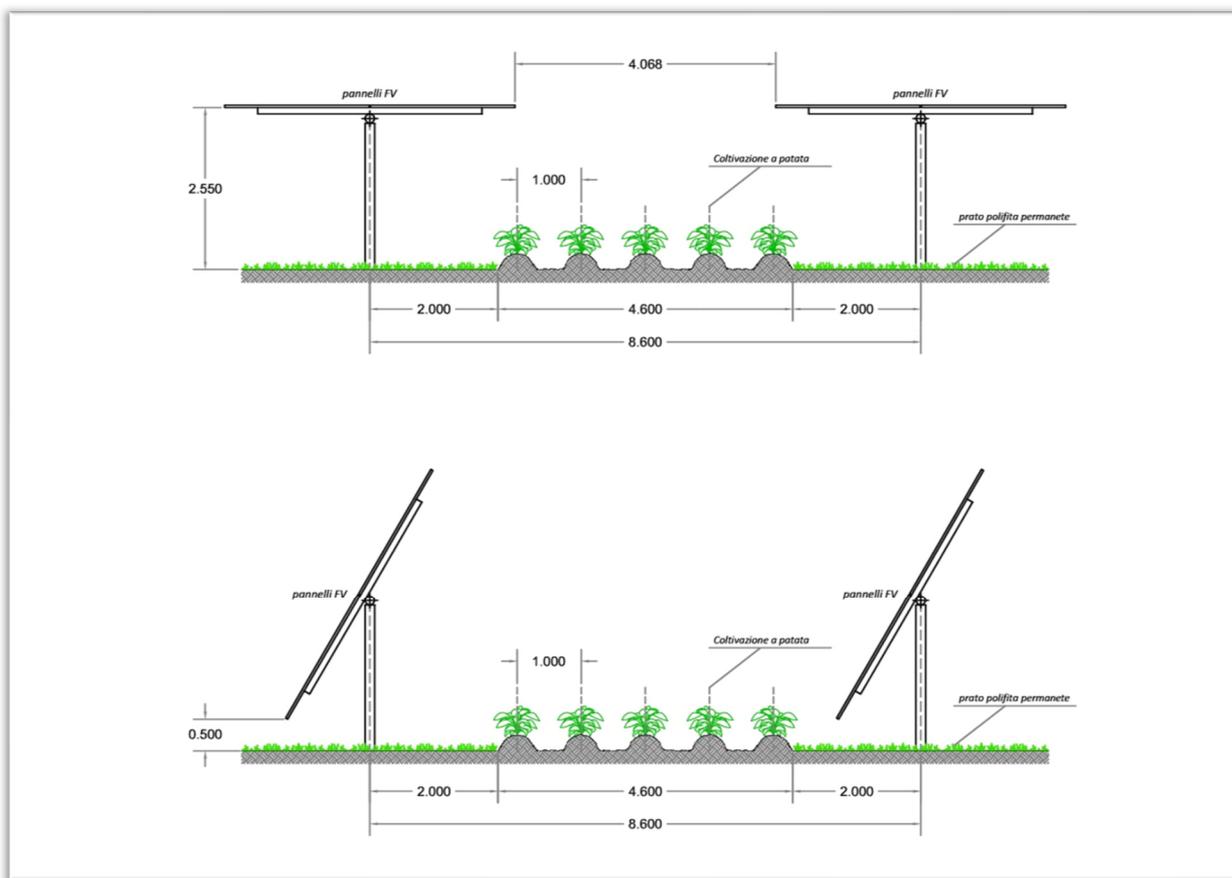


Figura 9 – Sezione tipo impianto agrivoltaico con attualità di coltivazione

Le superfici a prato pascolo permanente comunque non saranno destinate alla coltivazione intesa in senso economico ma solo esclusivamente alla produzione di sostanza organica per tramite della tecnica del “Mulching” come meglio specificato in seguito. In alternativa durante il periodo di assenza della coltivazione della patata (ordinariamente aprile-ottobre) alla tecnica del Mulching si può alternare il pascolamento ovino finalizzato alla creazione di una variabile di apporto di sostanza organica nel terreno. Il pascolamento con gli ovini infatti contribuisce al rilascio diretto nel terreno delle feci, che contribuiscono ad un apporto di sostanza organica di diversa origine che favorisce in particolare la componente biologica del suolo (microrganismi, insetti, etc).

L’azione di miglioramento diretta della fertilità del suolo, in un orizzonte temporale di medio periodo, si raggiungerà attuando due tecniche agronomiche fondamentali. Da un lato, nella composizione delle essenze costituenti il miscuglio da seminare

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

(insieme dei semi costituenti la composizione specie specifica delle piante) per l'ottenimento del prato permanente polifita si privilegeranno le leguminose, piante così dette miglioratrici della fertilità del suolo in quanto in grado di fissare per l'azione della simbiosi radicale con i batteri azotofissatrici, le stesse in grado di immobilizzare l'azoto atmosferico nel suolo a vantaggio diretto delle piante appartenenti alle graminacee.

In particolare si provvederà all'inserimento tra le piante leguminose componenti il miscuglio di semina la specie spontanea sarda, il *trifolium subterraneum* capace oltretutto di autoriseminarsi e che possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale diventata "permanente" ad arrestare l'erosione superficiale sia eolica che idrica, allo stato piuttosto diffusa nelle superfici oggetto di intervento.

L'apporto periodico della sostanza organica proveniente dallo sfalcio con la tecnica del "Mulching" o dal pascolamento turnato, costituisce un programma di gestione agronomica che nel corso del tempo contribuirà ad un graduale miglioramento della fertilità del suolo che progressivamente incrementerà, consentendo un miglioramento agronomico della superficie agricola.

La forma di gestione agronomica proposta si oppone a quella attuale con la coltivazione del grano. Come noto il grano è considerata coltura depauperante che quando ripetuta porta inevitabilmente ad un impoverimento della fertilità del suolo. La scelta di coltivare un prato polifita permanente consente il raggiungimento di due obiettivi: da un lato il miglioramento della fertilità del suolo, dall'altro un aumento dei servizi ecosistemici.

L'importanza del prato polifita permanente è legata a due principali fattori: **biodiversità e cambiamento climatico**. Il prato polifita come quello proposto rappresenta uno tra gli agroecosistemi a più alta biodiversità, per la presenza di numerose specie vegetali e soprattutto animali in cui, a partire dagli artropodi, trovano rifugio e risorse alimentari. Allo stesso tempo il mantenimento di un prato stabile contribuisce al **sequestro del carbonio** e di conseguenza a contrastare il cambiamento climatico. Infatti, molti studi dimostrano che superfici di suolo non coltivate in maniera tradizionale e mantenute a prato stabile consentono un **sequestro del carbonio pari a 1.740 g/m²**. Tale pratica viene definita Carbon

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 24 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Farming e l'Unione Europea sta già pensando a sistemi di incentivazione attraverso un quadro normativo per la certificazione degli assorbimenti di carbonio basato su una contabilizzazione del carbonio solida e trasparente al fine di monitorare e verificare l'autenticità degli assorbimenti. Due volte l'anno la vegetazione erbacea che cresce sotto i pannelli sarà sfalciata e sminuzzata avendo cura di non lasciare nudo il suolo, con mezzi meccanici senza l'utilizzo di **diserbanti chimici**, i residui vegetali triturati saranno lasciati sul terreno con l'utilizzo della tecnica del **"Mulching"** in modo da mantenere uno strato di materia organica sulla superficie pedologica, tale da conferire nutrienti e mantenere un buon grado di umidità, **senza utilizzo di risorsa idrica aggiuntiva ad esclusione di quella utilizzata per la periodica pulizia dei pannelli fotovoltaici**, che sarà emunta dalle condotte consortili, contribuendo in tal modo ad attenuare i processi di desertificazione in atto. Si deve inoltre considerare che: Sebbene i pannelli creino ombra per le colture, le piante richiedono solo una frazione della luce solare incidente per raggiungere il loro tasso massimo di fotosintesi. Troppa luce solare ostacola la crescita del raccolto e può causare danni. La copertura fornita dai pannelli protegge anche da eventi meteorologici estremi, che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici, inoltre l'ombra fornita dai pannelli solari riduce **l'evaporazione dell'acqua e aumenta l'umidità del suolo**, particolarmente vantaggiosa in ambienti caldi e secchi, consentendo altresì un notevole risparmio idrico.

A seconda del livello di ombreggiamento, è stato osservato un risparmio idrico del 14-29%. Riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. Anche la temperatura del suolo si abbassa nelle giornate afose. La superficie da coltivare con la patata come detto è pari a 9,25 Ha. La scelta scaturisce dall'attitudine dei terreni alla coltura che è stata proficuamente già attuata dalla proprietà. Inoltre verrà garantita una coltivazione che garantisce un buon reddito complementare rispetto all'ordinamento produttivo cerealicolo attuale.

7 Operazioni agronomiche per impianto di prato polifita permanente

Al fine di consentire il raggiungimento degli obiettivi di incremento del valore agronomico dei terreni, attraverso la coltivazione delle superficie a prato polifita

| | | | |
|--|--|--|---------------------|
| | | | Pag. 25 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

permanente, prima della semina dovranno essere attuate **una tantum** le seguenti operazioni di miglioramento dei terreni.

1. Lavorazione del terreno con aratro;
2. Realizzazione di livellamento superficiale;
3. Concimazione di fondo con concimi organo minerali + micro elementi a lenta cessione del tipo protetto (tecnologia Timac Agro);
4. Frangizollatura superficiale;
5. Semina, erpicatura e rullatura.

Le operazioni descritte consentiranno di avere una superficie perfettamente idonea alle successive fasi di posa dei moduli fotovoltaici che verranno installati mediante fissaggio al terreno con sistema a battipalo senza la necessità di opere di fondazione, rendendo il sistema facilmente amovibile che a seguito della rimozione, ripristina lo *status quo ante* del terreno agrario.

Preliminarmente al fine di caratterizzare il suolo e finalizzare in modo puntuale l'apporto mirato di sostanze nutritive è auspicabile effettuare una analisi chimico fisico del terreno. In questo modo si potrà formulare ed adottare un piano di concimazione specifico che definisca in particolare gli apporti delle unità fertilizzanti di Azoto (N) Fosforo (P) e Potassio (K) + microelementi e necessari.

8 Attività di coltivazione del prato pascolo polifita migliorato

Le operazioni di coltivazione del prato sono riconducibili all'insieme dei lavori agricoli necessari per la corretta gestione del prato finalizzato all'apporto costante durante l'anno e per la durata dell'impianto fotovoltaico.

Le operazioni colturali previste distribuite nel corso dell'anno sono le seguenti:

| Mese | Operazione colturale | Descrizione |
|----------------|---|---|
| aprile/ottobre | Mulching mensile o pascolamento turnato | Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato polifita permanente Pascolo turnato con ovini |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

| | | |
|----------------|---------------------|--|
| novembre/marzo | Mulching bimestrale | Trinciatura meccanica e/o manuale della superficie a prato polifita permanente |
|----------------|---------------------|--|

Con cadenza pluriennale si faranno delle operazioni di trasemina e/o semina su sodo (sod seeding), degli arieggiamenti ove necessari.

9 Attività di coltivazione della patata

La patata seguirà la coltivazione nel periodo autunno vernino che risulta quello più idoneo per i limitati apporti idrici ed in particolare per consentire una raccolta anticipata che consenta l'immissione nel mercato nel periodo di marzo con semina fine ottobre primi di novembre. Si prevede l'utilizzo di varietà brevidiurne rispondente alle esigenze del fotoperiodo corrispondente.

La sequenza di operazioni colturali previste

| Mese | Operazione colturale | Descrizione |
|------------------|---|--|
| 20 ottobre | Concimazione e semina | Semina meccanica con seminatrice e trattrice |
| dicembre/gennaio | Rincalzature/lavorazione terreno/trattamenti fitosanitari | Attrezzatura agricola portata e trattrice |
| Fine febbraio | raccolta | Cavapatate portato e trattrice |
| Marzo/giugno | Riposo terreno | |
| Luglio | Lavorazione terreno | Attrezzatura agricola portata e trattrice |
| Agosto/settembre | Riposo terreno | |

Premesso che la stagione di coltivazione delle patate nella gestione ordinaria ricade nel periodo autunno primaverile il ricorso alla risorsa idrica sarà limitato. Al fine di ridurre al minimo l'utilizzo della risorsa idrica del Consorzio di Bonifica Sardegna

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 27 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Meridionale a vantaggio dei consorziati, si intende adottare per l'irrigazione della coltura della patata un impianto in sub irrigazione dell'azienda israeliana Netafim. L'impianto che si intende adottare si caratterizza per la distribuzione dell'acqua di irrigazione direttamente sotto il piano di campagna con un utilizzo integrale della risorsa idrica. Questo contribuirà ad una riduzione del water footprint della coltivazione rispetto alla gestione irrigua effettuata con la tecnica dell'aspersione.

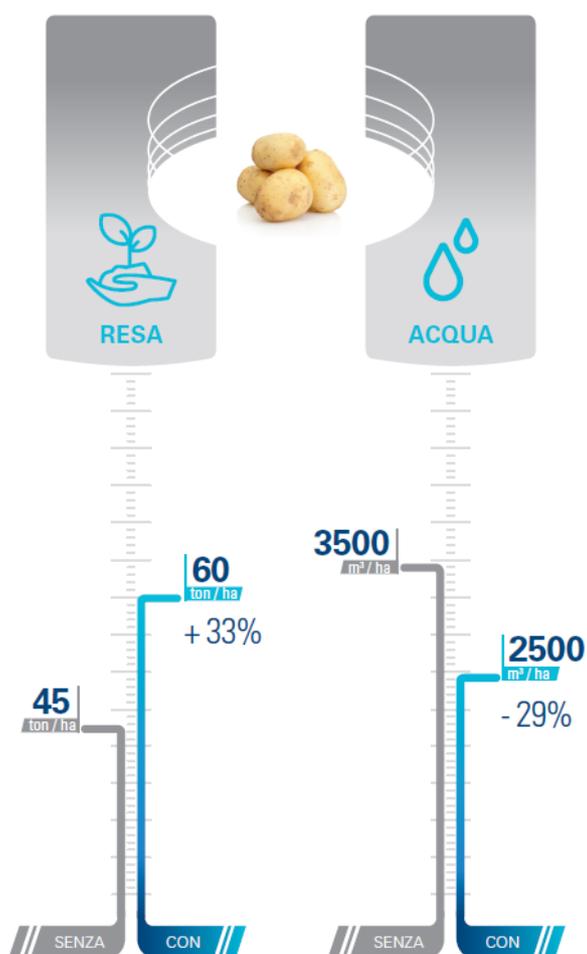


Figura 10 – Water footprint coltura patata (tratto da Netafim web)

(<https://www.netafim.it/scopri-le-colture/patata/>).

Come si evince dall'immagine tratta dalla brochure Netafim il risparmio idrico della gestione in sub-irrigazione è del 29% con un aumento della resa media del 33%.

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

La PLV ritraibile dalla coltivazione della patata considerata una produzione prudenziale media di 300 q.li di tuberi/ettaro con prezzo medio di vendita all'ingrosso di € 50/q.le è pertanto di € 138.750 €.

In ragione della tecnologia produttiva che si intende adottare, come attestato dal dato dell'azienda Netafim riportato, è ipotizzabile una resa ad ettaro certamente più elevata.

Pertanto l'incremento della PLV considerando la produzione della patata rispetto alla PLV precedente è pari al 146% (€ 95.000/€ 138.750).

10 Opere di mitigazione visiva e realizzazione di recinzione perimetrale con corridoi ecologici

Con finalità di mitigazione visiva dell'impianto ai fini paesaggistici e contestuale attenzione alla naturalità del sito di intervento, così come riscontrata anche nelle relazioni dedicate alla componente flora e fauna, e allo scopo di implementare la biodiversità vegetale e animale dell'area, si prevede di realizzare una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree e arbustive esclusivamente autoctone e facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento. Le specie arboree proposte sono le seguenti: sughera (*Quercus suber*), olivastro (*Olea europaea var. sylvestris*); le specie arbustive proposte sono invece le seguenti: lentischio (*Pistacia lentiscus*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), e, per concludere, fillirea a foglie larghe (*Phillyrea latifolia*).

La distribuzione lungo la fascia perimetrale è rappresentata nell'immagine seguente.

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 29 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Fascia di mitigazione Tipo 1 - Naturaliforme

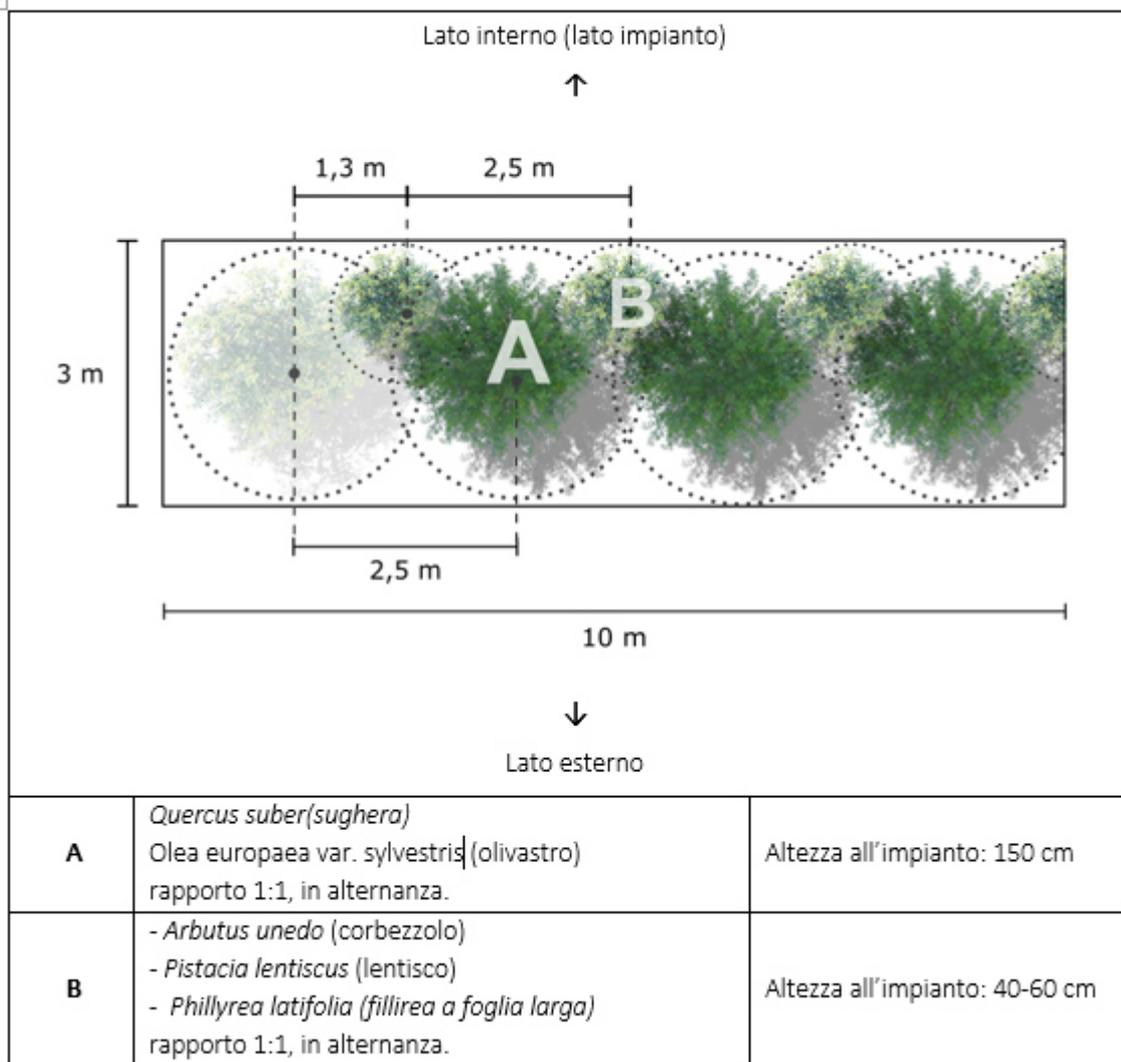


Figura 11 - dettaglio di impianto fascia tampone e di mitigazione visiva

Tutte le specie arboree e arbustive proposte non richiedono particolari cure colturali, sono facilmente reperibili nei vivai dell'Agenzia Regionale Forestas e saranno in grado in pochi anni dall'impianto di fornire rifugio e risorse trofiche per la fauna selvatica che contribuisce anche alla loro rinnovazione naturale per via gamica tramite la trasposizione zoocora.

Per garantire l'affrancamento delle piante costituenti la fascia di mitigazione nei primi 3 anni verranno irrigate con interventi irrigui di soccorso mediante un adacquamento localizzato che verrà modulato in funzione dell'andamento stagionale. Si ipotizza un consumo di acqua durante il periodo 15 giugno-15

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

settembre di 45 litri/pianta (1 adacquamento da 5 lt/10gg/90gg). L'irrigazione verrà effettuata con l'ausilio di un serbatoio d'acqua trasportato su rimorchio trainato da una trattrice agricola. L'operatore interviene con una manichetta dosando la quantità prestabilita di acqua direttamente al piede della piantina su apposita conca preventivamente realizzata. Sulla base della densità di impianto prevista, si stima un fabbisogno irriguo annuo di 3.600 lt/100 mt di fascia di mitigazione (80 piante/100 mt di fascia x 45 litri/pianta).

La fascia tampone e di mitigazione visiva sarà impiantata lungo i confini perimetrali dei singoli lotti dell'impianto fotovoltaico e avrà la funzione, come prima accennato, oltre che di mitigare e minimizzare l'impatto visivo dell'impianto stesso anche di ospitare, costituire rifugio e fornire risorse trofiche per la fauna selvatica eventualmente presente nel territorio.

I confini perimetrali dell'impianto verranno inoltre delimitati da una recinzione metallica, recinzione studiata per impedire l'accesso all'interno dell'impianto dei cinghiali selvatici (*Sus scrofa meridionalis*) e dotata, in ogni caso, di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione adeguata, proprio per consentire alla piccola fauna omeoterma, ai rettili, agli anfibi di potersi spostare tranquillamente anche all'interno dell'impianto.

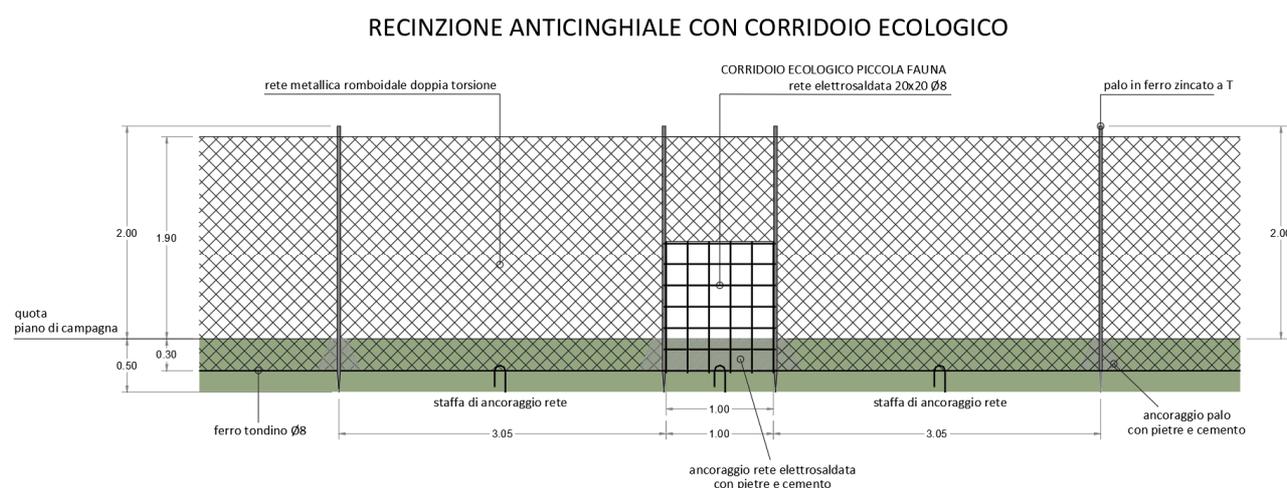


Figura 12 - dettaglio della recinzione anti-cinghiale dotata di corridoio ecologico

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Si vogliono ora illustrare con l'ausilio di alcune immagini le specifiche tecniche dei macchinari agricoli utilizzati per la gestione delle superfici all'interno dell'impianto Fotovoltaico.

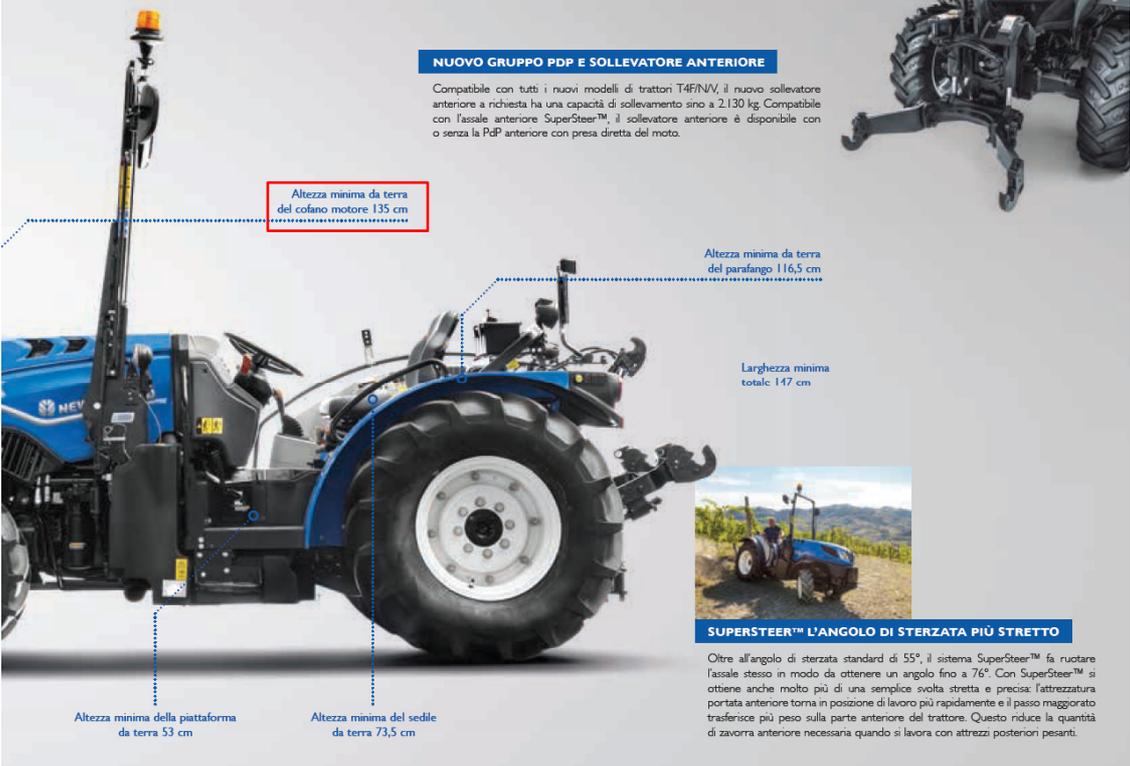


Figura 13: Specifiche tecniche del trattore T4FNV New Holland bassotto



Figura 14: Seminatrice patate automatica

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |



Figura 15: Scavapatate vibrante laterale

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |



Figura 16: Trincia 4WD per gestione con tecnica mulching prato polifita permanente

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

11 Impatti e misure di mitigazione

Gli impatti sulle componenti suolo e sottosuolo sono legati a potenziali alterazioni delle caratteristiche pedologiche nel corso del tempo dovute alle attività di installazione dell'impianto (scavi per realizzare cavidotti e viabilità e dagli scotichi e livellamenti del terreno) e alla potenziale contaminazione dovuta ad incidenti. Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche delle aree prima dell'installazione dei moduli, sarà predisposto uno specifico studio, mirato alla classificazione della capacità d'uso dei suoli interessati dall'impianto, anche attraverso analisi di laboratorio su un numero congruo di campioni, sulla base del quale prevedere un piano di monitoraggio che consenta di verificare l'andamento delle proprietà pedologiche più significative nei confronti di eventuali impatti dell'opera durante gli anni attesi di esercizio. Per ulteriori dettagli si rimanda al § 11.1. Inoltre, in fase di esecuzione degli scavi si dovranno attuare le seguenti misure:

- porre cautela nell'esecuzione degli scavi
- eliminare i materiali aventi caratteristiche geotecniche scadenti quali ad esempio materiali limosi o torbosi ed adottare opportuni accorgimenti costruttivi;
- evitare l'accumulo anche temporaneo di inerti al di fuori delle aree interessate dai lavori;
- curare che lo strato del suolo superficiale più fertile venga accantonato per essere reimpiegato nelle operazioni di ripristino dell'area e protetto tramite teli dalla erosione eolica;
- curare la regimazione delle acque superficiali in modo da evitare il ruscellamento, questo al fine di evitare fenomeni di erosione incanalata. L'impatto in fase di esercizio sarà positivo in quanto le superfici coltivate a prato polifita permanente apporteranno un miglioramento nella fertilità del suolo, a vantaggio delle caratteristiche agronomiche e della produttività, che allo stato attuale è scarsa (cfr. capitolo 7). Gli impatti in fase di rimozione sono analoghi a quelli della fase di costruzione, con il vantaggio finale della restituzione di suoli migliorati dal punto di vista della caratterizzazione pedologica. Alla dismissione dell'impianto i terreni avranno infatti ottenuto un incremento della fertilità rispetto allo stato attuale. Inoltre,

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 35 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

con il fine di ricreare la massima naturalità del sito di intervento e di incrementare la biodiversità dell'area, sarà realizzata una fascia tampone di mitigazione visiva costituita da specie arboree e arbustive esclusivamente autoctone e facenti parte della vegetazione potenziale dell'area vasta e storicamente presenti nel sito di intervento (cfr. capitolo 9).

12 Agricoltura 4.0 e sistemi di monitoraggio

L'agricoltura 4.0 è il risultato dell'applicazione di una serie di tecnologie innovative nel campo dell'agrifood, e può essere considerata come un "upgrade" dell'agricoltura di precisione. Questo grazie all'automatizzazione della raccolta, dell'integrazione e dell'analisi dei dati che provengono direttamente dai campi grazie a sensori e altre fonti.

Le tecnologie digitali 4.0 in questo contesto sono utili per supportare, grazie all'analisi dei dati, l'agricoltore nella sua attività quotidiana e nella pianificazione delle strategie per la propria attività, compresi i rapporti con tutti gli anelli della filiera, generando un circolo virtuoso in grado di creare valore, non solo per la singola azienda ma anche a cascata per i suoi partner.

Grazie a queste nuove soluzioni e all'applicazione delle tecnologie digitali, dall'IoT all'intelligenza artificiale, dall'analisi di grandi quantità di dati ai trattori a guida autonoma, fino all'utilizzo dei droni, le aziende agricole possono aumentare la profittabilità e la sostenibilità economica, ambientale e sociale della propria attività. L'inizio dell'applicazione di tecnologie per l'agricoltura di precisione in Italia risale agli anni '90: si tratta in pratica di utilizzare soluzioni digitali per interventi specifici, che tengano conto in particolare delle esigenze del suolo e delle piante. Il fine di questi interventi è quello di migliorare quanto più possibile la resa produttiva delle piantagioni e contenere sia i costi, che l'impatto ambientale.

Di questa categoria fanno parte, ad esempio, tutti gli interventi per rendere più efficiente l'irrigazione senza sprecare risorse idriche né far soffrire le piante, le tecnologie per il planting adattate alle caratteristiche biochimiche e fisiche del suolo su cui si interviene, la somministrazione di antiparassitari commisurate alle esigenze

| | | | |
|--|--|--|---------------------|
| | | | Pag. 36 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

specifiche di ogni singola area e pianta, o di fertilizzanti soltanto nella quantità necessaria e nei tempi più utili.

Per queste ragioni l'agricoltura di precisione, oltre a essere il predecessore più prossimo dell'agricoltura 4.0, è anche uno dei cardini di quest'ultima, perché mette le basi per adattare i processi produttivi alle singole necessità grazie a interventi mirati e tempestivi in grado di adattarsi alle esigenze del momento. La base per rendere più efficaci queste tecnologie è l'utilizzo in tempo reale dei dati che provengono dai campi. Grazie ai sensori che possono trasmettere informazioni, installati sui campi o sulle macchine agricole, sarà infatti possibile prendere decisioni tempestive ed efficaci, che potranno essere affidate anche a sistemi automatizzati. In linea generale, i principali vantaggi dell'agricoltura 4.0 sono quelli, come dicevamo, di una razionalizzazione dell'uso delle risorse, e quindi principalmente economici per le aziende della filiera.

Ma un percorso dei prodotti, dal campo alla tavola, improntato a massimizzare la sostenibilità, ha un impatto positivo anche sulla salute, dal momento che sarà possibile portare fino ai consumatori finali prodotti più controllati e più freschi rispetto a quanto avviene con le tecniche tradizionali. Per quantificare questi vantaggi, si parla di un risparmio attorno al 30% per gli input produttivi e di un aumento del 20% della produttività, con un utilizzo molto limitato di sostanze chimiche.

Puntando poi l'attenzione sull'utilizzo dei dati, c'è da aggiungere che poter contare sull'analisi in tempo reale delle informazioni che provengono dai campi è estremamente utile per gestire ogni attività legata all'agricoltura in modo più veloce e quindi anche efficiente.

Grazie all'analisi dei dati, infatti, sarà possibile improntare al massimo dell'efficienza l'utilizzo delle macchine agricole, o utilizzare soltanto la quantità di acqua necessaria, senza sprechi.

Grazie allo stesso set di informazioni, inoltre, sarà possibile prevenire le patologie delle piante o contrastarne i parassiti, limitando i danni nel momento in cui si dovessero verificare problemi grazie al monitoraggio costante e simultaneo delle coltivazioni. Ed è bene sottolineare che si tratta di vantaggi che si possono ottenere indipendentemente dal tipo di coltura.

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 37 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Di seguito sono illustrate alcune delle tecnologie utili nella digital transformation delle aziende agricole.

Agrometeorologia

Parliamo in questo caso delle applicazioni che possono essere utilizzate per integrare nelle strategie di coltivazione le informazioni che provengono dalle previsioni meteo, grazie anche ad automatismi che possono trovare applicazione grazie alla raccolta e all'analisi in tempo reale dei dati provenienti dalle diverse fonti, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati.

Big Data

Si tratta dell'insieme delle informazioni che possono essere generate da strumenti diversi e che possono essere utili per efficientare la produzione. Questi dati possono provenire da fonti eterogenee, come sensori o transazioni computer based, ed essere strutturati o destrutturati. La chiave è sempre la capacità di integrarli e analizzarli in real time, in modo da dare risultati affidabili da cui possa essere estratto o generato valore.

Blockchain

Parliamo in questo caso delle tecnologie della famiglia della Distributed Ledger Technology: sistemi che permettono ai nodi di una rete di raggiungere il consenso sulle modifiche di un registro distribuito in assenza di un ente centrale, in cui il registro distribuito è strutturato come una catena di blocchi contenenti transazioni. Si tratta di soluzioni particolarmente utili per la tracciabilità della produzione, dal campo alla tavola, certificando i requisiti dei prodotti in termini di sostenibilità.

Nello specifico, trattandosi, per l'impianto agrovoltatico proposto, di superfici che saranno rese idonee ad ospitare la coltivazione del prato migliorato permanente, si intende porre in essere le attività di seguito descritte.

L'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 38 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati microclimatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione.

Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.

13 Indicazioni di monitoraggio

Come indicato nel documento “Linee guida in materia di impianti agrivoltaici” pubblicato a giugno del 2022, a cura del gruppo di lavoro coordinato dall'ex Ministero della Transizione Ecologica – Dipartimento per l'energia, i valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto. Pertanto, risulta necessaria una attività di monitoraggio sia per la verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti. Il DL 77/2021 ha previsto che sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate. Inoltre, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri (REQUISITO E):

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 39 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

L'impianto in esame sarà, quindi, dotato di un sistema di monitoraggio, costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM GPRS e della relativa SIM, trasmette tutti i dati ad un centro servizi con il quale si attiverà una convenzione. Gli utenti convenzionati possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.



Figura 15 - Stazione principale e sensori meteo climatici.

Il sistema offrirà, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (in base

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

alla coltura). Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici. Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.

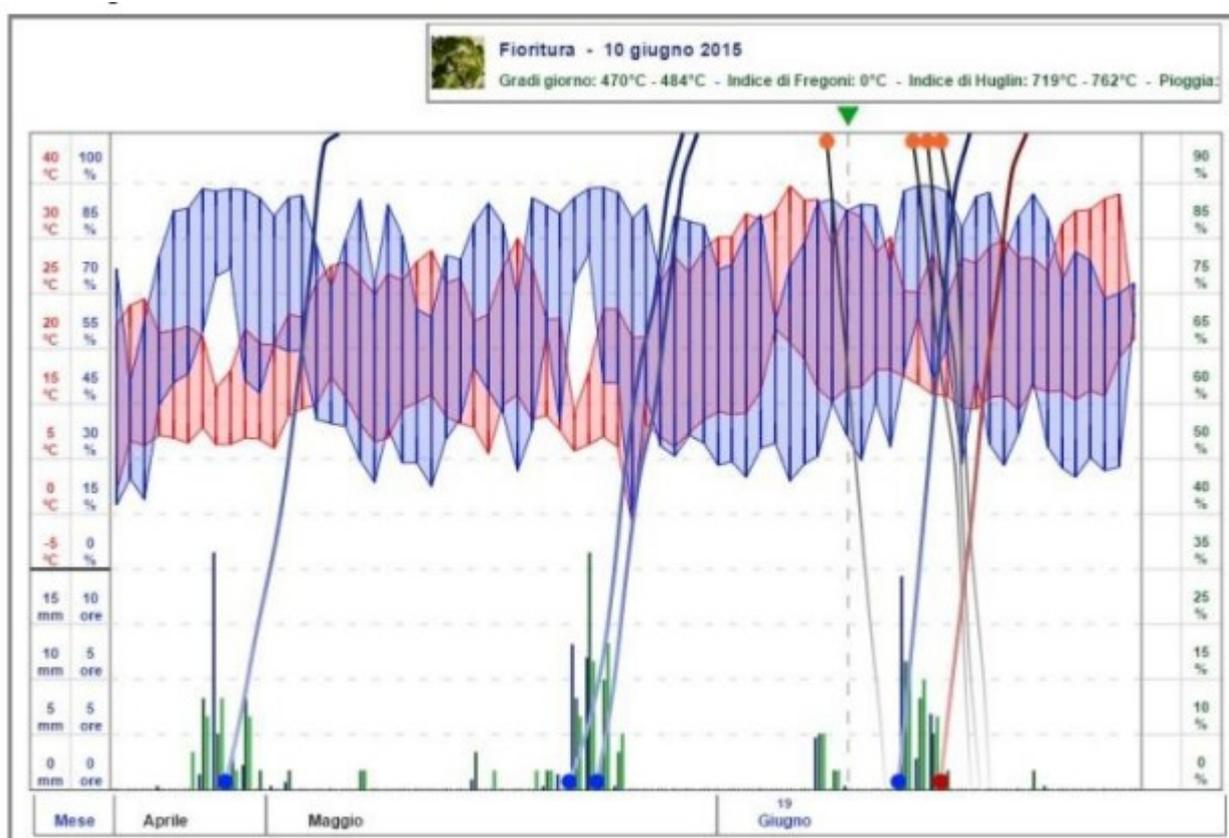


Figura 16 - Esempio di un grafico riguardante il rischio di infezione delle principali fitopatologie

Il sistema proposto prevede anche un modello di calcolo del fabbisogno idrico della pianta, in relazione alle condizioni meteo-climatiche ed allo stadio di sviluppo della coltura. Tramite tale modello, il sistema restituisce, giorno per giorno ed in ciascun punto di misura, il quantitativo di acqua persa per evaporazione dal suolo e traspirazione della pianta, traducendo le quantità in litri per metro quadrato. In

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

aggiunta, i sensori volumetrici di misura dell'umidità del suolo consentono di misurare in modo accurato la percentuale di acqua nel terreno, a più profondità. Anche in assenza di impianto di irrigazione, queste informazioni sono di grande utilità per decidere le lavorazioni del terreno e la gestione dell'apparato fogliare.

Tutti i dati raccolti saranno archiviati permanentemente in apposito database. Sarà quindi possibile realizzare e stampare report annuali, con l'indicazione dei dati medi e cumulati delle varie grandezze meteorologiche, e comparare tali dati con le fasi indicate nell'agenda fenologica disponibile sul sistema, anno per anno.

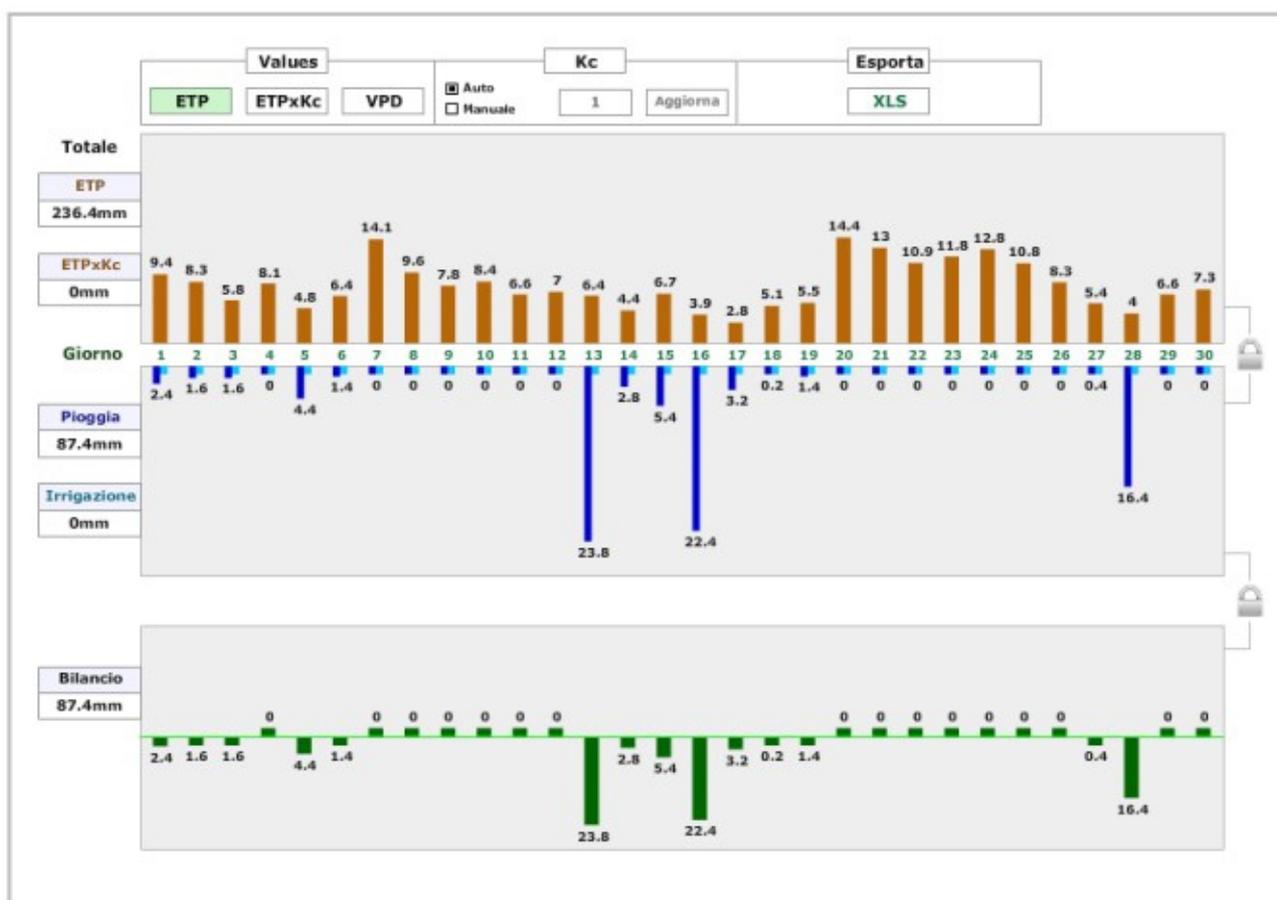


Figura 17 - Esempio di un grafico per il calcolo del fabbisogno idrico

Nell'impianto agrovoltatico proposto, ubicato in agro di Serrenti-Samassi, saranno installate le seguenti apparecchiature:

| | | | |
|--|--|--|--------------|
| | | | Pag. 42 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

| Descrizione | | |
|---|---|--|
| <p>Unità centrale AgriSense IoT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unità centrale con Pluviometro (pioggia in mm), Anemometro (intensità e direzione del vento), barometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) • Trasmissione dati 2G (opz. LTE-NBIOT) • Ricevitore wireless IoT • Kit fotovoltaico (pannello 20W / batteria 44Ah) con regolatore elettronico • Palo di installazione, zincato, due sezioni di 150 cm con boccolo di fissaggio |  | |
| <p>N. 3 Unità wireless IoT con sensori meteo-climatici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unità wireless IoT con pluviometro, radiazione solare, termo-igrometro (temperatura ed umidità dell'aria) • Un sensore di Umidità e temperatura del terreno FDR capacitivi • Alimentazione a batteria, durata 1 anno • Distanza fino a 8000 m LOS da unità centrale |  | |
| <p>Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®</p> |  | |
| <p>Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®</p> | | |
| <p>Accesso ai dati su cloud LiveData Accesso ai dati via web da PC, smartphone e tablet con piattaforma Netsens LiveData ®</p> |  | |
| <p>Installazione in campo Installazione e configurazione della stazione eseguita dai nostri tecnici specializzati. Breve formazione sull'impiego della stazione e del software Netsens LiveData ®</p> | | |

Il sistema di gestione e le apparecchiature adottate, saranno inoltre utilizzati anche per la realizzazione e successiva gestione e manutenzione delle fasce verdi perimetrali.

| | | | |
|--|--|--|----------------------------|
| | | | Pag. 43 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

13.1 Monitoraggio pedologico

Al fine di salvaguardare la componente suolo e di conoscere le principali proprietà pedologiche e di fertilità del suolo delle aree prima dell'installazione dei pannelli FTV, sarà predisposto uno specifico studio mirato alla classificazione sito specifica della capacità d'uso attraverso un piano di monitoraggio pedologico.

Il Piano di monitoraggio di seguito proposto è rivolto all'individuazione, nelle diverse fasi d'opera (Ante-Operam, Corso d'Opera e Post-Operam), della risorsa suolo con riferimento alla fertilità chimico fisica e biologica in relazione all'opera in progetto, secondo le proprietà chimiche, fisiche e biologiche sito-specifiche.

A livello regionale, la Sardegna per la realizzazione della "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli" ha individuato una specifica metodologia di campionamento e analisi del suolo, descritta in maniera dettagliata all'interno della "Relazione metodologica"⁵ (edizione marzo 2014) redatta dall'Agenzia regionale per la ricerca e l'innovazione in agricoltura (AGRIS Sardegna), dall'Agenzia regionale per l'attuazione dei programmi in campo agricolo e lo sviluppo rurale (LAORE Sardegna), dal Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università degli Studi di Cagliari e dal Dipartimento di Agraria – sezione Ingegneria del Territorio – dell'Università degli Studi di Sassari.

Nello specifico, all'interno dell'"Allegato 7a - Manuale di Rilevamento" della relazione sono contenute le tecniche di rilevamento e campionamento dei suoli, mentre all'interno della Relazione sono contenute le informazioni relative alle analisi di laboratorio da effettuare sui campioni.

Partendo dalla metodologia proposta, il protocollo di campionamento è stato integrato con quanto riportato all'interno delle "Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" – in quanto specifiche per la casistica in oggetto – redatte dalla Regione Piemonte, in collaborazione con IPLA, per indagare nel tempo "le relazioni fra il campo fotovoltaico e il suolo agrario". Le stesse linee guida definiscono:

- il protocollo di monitoraggio/campionamento dei principali parametri chimico-fisico-biologici dei suoli
- le fasi di monitoraggio (Fase I Ante-Operam e Fase II Corso d'Opera)

| | | | |
|--|--|--|---------------------|
| | | | Pag. 44 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

- gli intervalli temporali (prestabiliti) di campionamento (1-3-5-10-15-20-25 anni).
 In base a quanto sopra esposto è stato quindi definito un set standard di parametri oggetto di analisi chimico-fisiche che di seguito si riportano:

| Analisi Chimico-Fisica | | | | | |
|------------------------|--------|------------------|----------------------|--------|---------------|
| Descrizione | Valore | Giudizio | Descrizione | Valore | Giudizio |
| Scheletro | TRS | trascurabile | Reazione:(1:2,5) pH | 7,7 | sub alcalina |
| Sabbia | % 36 | | Cond.Elet.(1:2,5) mS | 0,323 | normale |
| Limo | % 24 | | Calcare totale: | % 6,3 | leg. calcareo |
| Argilla | % 40 | | Calcare attivo: | % 2,5 | basso |
| Tessitura | FA | franco argillosa | Carbonio organico | % 0,82 | |
| Sostanza organica | % 1,42 | bassa | | | |

| Analisi Nutrienti | | | | | |
|--------------------------|----------|----------|---------------------|----------|----------|
| Descrizione | Valore | Giudizio | Descrizione | Valore | Giudizio |
| Azoto totale (N) | % 0,090 | basso | Fosforo ass. (P) | ppm 6 | m. basso |
| Calcio di scambio (Ca) | ppm 3900 | m. alto | Ferro ass. (Fe) | ppm 13,6 | medio |
| Magnesio di scambio (Mg) | ppm 517 | m. alto | Manganese ass. (Mn) | ppm 3,0 | basso |
| Potassio di scambio (K) | ppm 234 | m. alto | Rame ass. (Cu) | ppm 1,1 | medio |
| Sodio di scambio (Na) | ppm 142 | normale | Zinco ass. (Zn) | ppm 2,5 | medio |
| Boro solubile (B) | ppm 0,40 | basso | | | |

| Analisi C.S.C. | | | | |
|--------------------|---------|------------|---------------|----------|
| Descrizione | | Per 100 g. | Saturazione % | Giudizio |
| C.S.C. | meq | 25,04 | | alta |
| Calcio (Ca) | meq | 19,50 | 77,8 | alta |
| Magnesio (Mg) | meq | 4,32 | 17,3 | m. alta |
| Potassio (K) | meq | 0,60 | 2,4 | media |
| Sodio (Na) | meq | 0,62 | 2,5 | normale |
| Saturazione basica | % | | 100,0 | alta |
| Rapporto Mg/K | meq/meq | 7,2 | | alto |

Figura 18 – Esempio di report di analisi del terreno

Il set analitico sopra riportato è finalizzato ad ottenere una caratterizzazione accurata dei suoli di interesse. Per le operazioni di rilevamento verrà fatto riferimento alla scheda di campagna, al manuale di rilevamento e alle linee guida all'interpretazione delle analisi del suolo edite dall'Agenzia Regionale per la ricerca scientifica e l'innovazione in agricoltura.

Per la definizione del protocollo di campionamento, sono state invece considerate le tre fasi di monitoraggio, descritte in precedenza (Ante-Operam, Corso d'Opera e

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

Post-Operam), andando a diversificare, per ognuna, la tipologia di campionamenti da realizzare:

- Ante-Operam

Al fine di definire compiutamente lo stato di fatto, verranno effettuate 4 osservazioni pedologiche sito specifiche, ritenute sufficienti vista l'estensione e considerato che l'area di intervento ricade in una sola unità cartografica individuata sulla base della Carta dei Suoli della Sardegna.

Inoltre in fase Ante-Operam, verrà definito l'indice QBS-ar tramite prelievo e analisi di una zolla superficiale di suolo della dimensione di 10x10x10 cm (dopo rimozione degli eventuali residui colturali), da campionarsi in due siti di prelievo dell'area interessata dall'installazione dei moduli.

- Corso d'Opera (fase di cantiere)

Tenuto conto delle tempistiche ristrette di cantiere, durante le attività di costruzione non sono state previste attività di monitoraggio (in quanto poco efficaci data la natura delle opere da realizzare) che, viceversa, verrebbero sostituite da azioni volte a prevenire incidenti e/o escludere possibili danni (verranno assicurate buone pratiche di cantiere, formazione specifica degli addetti ai lavori, presenza in cantiere di un "Emergency Spill kit" per far fronte a eventuali sversamenti puntuali accidentali di sostanze potenzialmente inquinanti quali, per esempio, limitati quantitativi di carburanti e lubrificanti connessi all'operatività dei mezzi di cantiere etc.).

- Post-Operam (fase di esercizio e fase di dismissione)

In fase di esercizio si prevede l'esecuzione di campionamenti, ad intervalli temporali prestabili, ossia dopo 1-3-5-10-15-20-25 anni dalla realizzazione dell'impianto, su 4 siti di monitoraggio ubicati nell'area interessata dalle installazioni dei moduli, rappresentative delle aree in esame e dell'estensione dell'impianto.

Ciascun sito si caratterizzerà da un doppio campionamento: uno localizzato in posizione ombreggiata dalla presenza dei pannelli fotovoltaici e uno nelle posizioni di interfila tra i pannelli. Ciascun campionamento sarà effettuato secondo la metodologia descritta al fine di avere risultati confrontabili nel tempo.

Contestualmente, infine, saranno anche prelevati i campioni per la determinazione dell'indice QBS-ar.

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

A seguito della conclusione della fase di dismissione verrà ripetuto il set analitico negli stessi punti di campionamento individuati in fase di Ante-Operam.

Di seguito si riporta un report analitico dell'indice QBS-ar che si intende realizzare.

CALCOLO INDICE QBS-ar MASSIMALE DALLE TRE REPLICHE CAMPIONE 9527/2022:

| | r 1 | r 2 | r 3 | QBS-ar massimale |
|---------------------|------------|------------|------------|------------------|
| Pseudoscorpioni | 10 | 10 | 20 | 20 |
| Palpigradi | | | | |
| Opilioni | | | | |
| Araneidi | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Acari | 20 | 10 | 20 | 20 |
| Isopodi | | | | |
| Diplopodi | 10 | | | 10 |
| Paupodi | 20 | | 20 | 20 |
| Sinfili | 10 | 20 | 20 | 20 |
| Chilopoda | 10 | 20 | 20 | 20 |
| Proturi | 20 | | 10 | 20 |
| Dipluri | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Collemboli | 10 | 20 | 8 | 20 |
| Psocotteri | 1 | | 1 | 1 |
| Emitteri | 1 | 1 | | 1 |
| Tisanotteri | | 1 | 1 | 1 |
| Coleotteri | 10 | 10 | 20 | 20 |
| Imenotteri | | | 5 | 5 |
| Ditteri (larve) | 5 | 10 | 10 | 10 |
| Coleotteri (larve) | 10 | 5 | 10 | 10 |
| Lapidotteri (larve) | | | | |
| QBS-ar | 162 | 132 | 190 | 223 |

CONFRONTO TRA LE TRE I DIFFERENTI CAMPIONAMENTI

| Parametro | 1Replica | 2Replica | 3Replica | Media |
|----------------------------|----------|----------|----------|-------|
| Umidità (%) | 17.76 | 17.75 | 17.60 | 17.70 |
| Densità apparente (gr/cm3) | 1.42 | 1.42 | 1.41 | 1.42 |
| QBS-ar max (EMI) | 162 | 132 | 190 | 161 |

Figura 19 – Esempio di report dell'indice QBS-ar

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

| | | | |
|--|--|--|---------------------|
| | | | Pag. 48 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

14 Conclusioni

A seguito di quanto esposto, in ragione delle condizioni agronomiche attuali dei terreni interessati dal progetto e delle operazioni di miglioramento agronomico, produttivo e ambientale dei terreni, si può affermare che sotto il profilo agronomico i terreni avranno nel breve volgere di 3 anni un miglioramento consistente. A partire dal 4° anno, l'incremento della fertilità del suolo per l'apporto della sostanza organica lasciata sul terreno dal prato permanente migliorato, unita a quella rilasciata dal pascolamento controllato degli ovini, sarà ogni anno incrementata. Questa condizione virtuosa contribuirà anche all'aumento della composizione floristica delle specie erbacee costituenti il prato permanente (che inevitabilmente ospiterà nel tempo specie pabulari anche spontanee) a vantaggio del ripristino e successivo mantenimento di un agro-ecosistema naturale, importante anche per garantire habitat privilegiati per la fauna selvatica e per l'entomofauna e la microfauna utile (inclusi gli insetti pronubi). Inoltre, si vuole sottolineare che lo studio progettuale dell'impianto agrivoltaico proposto è stato elaborato in totale ottemperanza alle "Linee guida in materia di impianti agrivoltaici" prodotte nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dall'ex Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia. In particolare, si vuole evidenziare che si ritiene di aver soddisfatto tutti i requisiti richiesti dalle prima citate linee guida, con particolare riferimento alla tipologia di impianto agrivoltaico del tipo agro-zootecnico o "pastorale". Nello specifico, sono stati rispettati tutti i requisiti di seguito elencati:

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

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

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

- REQUISITO D: *Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività*

| | | | |
|--|--|--|--------------|
| | | | Pag. 49 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

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

In virtù di una gestione agronomica attenta, razionale e sinergica con le opere in progetto, implementata con l'utilizzo delle tecnologie di monitoraggio continuo altamente innovative dell'agricoltura 4.0, si può pertanto concludere che l'investimento proposto non prevede interventi che possano compromettere in alcun modo il suolo agrario e in ragione delle operazioni di miglioramento unite alle tecnologie innovative sopra descritte, avrà ricadute oltremodo positive per il territorio in termini di miglioramento agronomico, faunistico ed ambientale.

Il tecnico

Dott. Agronomo Vincenzo Sechi

| | | | |
|--|--|--|---------------------|
| | | | Pag. 50 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |

| | | |
|------------------|---------------------------|--|
| Codice elaborato | Relazione Agro-pedologica | |
| Revisione 01 | | |

15 Bibliografia consultata

1. Aroca-Delgado, R., Pérez-Alonso, J., Callejón-Ferre, Á. J., & Velázquez-Martí, B. (2018). Compatibility between crops and solar panels: An overview from shading systems. In Sustainability (Switzerland) (Vol. 10, Issue 3). MDPI AG.
2. Dinesh, H., & Pearce, J. M. (2016). The potential of agrivoltaic systems. In Renewable and Sustainable Energy Reviews (Vol. 54, pp. 299–308). Elsevier Ltd
3. Horváth, G., Blahó, M., Egri, Á., Kriska, G., Seres, I., & Robertson, B. (2010). Reducing the maladaptive attractiveness of solar panels to polarotactic insects. Conservation Biology, 24(6), 1644–1653.
4. Horváth, Gábor, Miklós Blahó, Ádám Egri, György Kriska, István Seres, and Bruce Robertson. 2010. "Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects." Conservation Biology 24(6):1644–53. doi: 10.1111/j.1523-1739.2010.01518.x.
5. Lovich J.E., Ennen J.R., 2013. Wildlife conservation and solar energy development in the desert Southwest, United States BioScience, 61 (12), pp. 982-992.
6. Marrou, H., Wery, J., Dufour, L., & Dupraz, C. (2013). Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. European Journal of Agronomy, 44, 54–66.
7. Schindele, S., Trommsdorff, M., Schlaak, A., Obergfell, T., Bopp, G., Reise, C., Braun, C., Weselek, A., Bauerle, A., Högy, P., Goetzberger, A., & Weber, E. (2020). Implementation of agrophotovoltaics: Technoeconomic analysis of the price-performance ratio and its policy implications. Applied Energy, 265.
8. Obergfell T., 2013. Agrovoltaiik: Landwirtschaftunter Photovoltaik an lagen (German). Master thesis. University of Kassel
9. Proctor, K. W., Murthy, G. S., & Higgins, C. W. (2021). Agrivoltaics align with green new deal goals while supporting investment in the us' rural economy. Sustainability (Switzerland), 13(1), 1–11.
10. Andrea Colantoni^{1*}, Massimo Cecchini¹, Danilo Monarca¹, Roberto Ruggeri¹, Francesco Rossini¹, Umberto Bernabucci¹, Raffaele Cortignani¹, Riccardo Primi¹, Valerio Di Stefano¹, Leonardo Bianchini¹, Riccardo Alemanno¹, Stefano Speranza¹, Pier Paolo Danieli¹, Enrico M. Mosconi¹, Antonio Parenti², Ettore Guerriero⁶, Marco Berardo Di Stefano², Roberta Papili², Donato Rotundo², Miriam Di Blasi³, Lanfranco Di Campello³, Pierpaolo Ventura³, Andrea Riberti³, Francesco Gallucci⁴, Maurizio Manenti⁵, Michela Demofonti⁷, Laura Onnis⁷, Mariangela Lancellotta⁸, Gianluca Egidi⁹, Mauro Uniformi¹⁰, Corrado Falcetta¹¹; ¹ UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA - DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE E FORESTALI ² CONFAGRICOLTURA ³ ENEL GREEN POWER ⁴ CONSIGLIO PER LA RICERCA IN AGRICOLTURA E L'ANALISI DELL'ECONOMIA AGRARIA ⁵ SOLARFIELDS ⁶ CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE ⁷ EF SOLARE ITALIA ⁸ LE GREENHOUSE ⁹ S.E.A TUSCIA S.R.L. ¹⁰ CONSIGLIO ORDINE NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORESTALI ¹¹ FEDERAZIONE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI DEL LAZIO. Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia (2021).
11. Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici (Giugno, 2022)

Siti Internet consultati

ENEA www.enea.it

Piattaforma Nazionale per l'agrivoltaico sostenibile

<https://www.agrivoltaicosostenibile.com/>

| | | | |
|--|--|--|--------------|
| | | | Pag. 51 a 51 |
| | | | Luglio 2023 |