

REGIONE SICILIANA

Libero Consorzio Comunale di
Ragusa



COMUNE DI ACATE E VITTORIA



NOME PROGETTO

VICTORIA SOLAR FARM



TITOLO
PROGETTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE
E L'ESERCIZIO DI UN PARCO
AGROVOLTAICO DA 190 MWP NEI
COMUNI DI ACATE E VITTORIA E
DELLE OPERE DI CONNESSIONE
ALLA RETE DI TRASMISSIONE
NAZIONALE**

N. ELABORATO

N. REVISIONE

TITOLO ELABORATO

R31

Progetto compostaggio agro-fotovoltaico

N. GENERALE

GRADO PROG.

AMBITO

TIPO ELAB.

SCALA

IDENTIFICATORE

123

PD

UNI

R

-

VSF123UNIR31

VISTI E APPROVAZIONI

PROGETTAZIONE

METRAN srls

Via Gen. C. A. Dalla Chiesa n. 40
90143 Palermo
CF e P. IVA 06514460820
PEC: metran@pec.it



ING. F. TRENTACOSTI
Ordine Ingegneri Palermo
n. 8363

ING. G. DI MARTINO
Ordine Ingegneri Palermo
n.7391

SOGGETTO PROPONENTE

EDPR Sicilia PV s.r.l.

Via Lepetit n. 8-10
20124 Milano
CF e P. IVA 11064600965
pec: edprsiciliapvsrl@legalmail.it



COLLABORAZIONE SPERIMENTALE



data:

oggetto:

Eseguito:

Validato:

EMISSIONE

FEBBRAIO 2022

P.U.A. - art. 27 D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii.

ing. Di Martino - Trentacosti

ing. Di Martino - Trentacosti

REV. 1



ATTIVITA' RIVOLTE ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-FOTOVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI ACATE E VITTORIA (RG)

1. INTRODUZIONE

Il costante incremento demografico mondiale, ha determinato un aumento del fabbisogno energetico e delle produzioni alimentari, di conseguenza è necessario trovare delle soluzioni efficaci rivolte a soddisfare tali esigenze. In questo contesto, l'installazione di un impianto fotovoltaico su superfici di terreno destinate anche alla coltivazione di piante di interesse agrario rappresenta una ipotesi da non sottovalutare e permette un duplice sfruttamento del terreno sia in termini di generazione di "energia green" che di ottenimento di prodotti agricoli. L'agro-fotovoltaico rappresenta, quindi, una valida strategia per l'ottimizzazione dei rendimenti energetici.

La realizzazione di un impianto su terreni già destinati alla produzione agricola rappresenta un'alternativa eco-sostenibile in grado di soddisfare le attuali direttive rivolte alla produzione di energia green. I vantaggi sono dovuti alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla stabilizzazione della resa delle colture non irrigate nei suoli aridi in quanto i raggi solari, captati dai pannelli solari, riducono fortemente l'evapotraspirazione delle piante e la temperatura del suolo. La produzione di energia elettrica rinnovabile attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici sulle superficie dei terreni senza entrare in competizione con la produzione agricola, sono i benefici fondamentali del sistema agro-fotovoltaico. Di fatto, questo determina un incremento delle produzioni alimentari, un risparmio idrico per le colture e una migliore produzione di energie rinnovabili. In questo contesto la scelta oculata di piante di interesse agrario, tra gli interfilari delle installazioni fotovoltaiche oltre che rappresentare un reddito, può nel breve tempo indurre ad un miglioramento delle condizioni del suolo incrementandone ad esempio la dotazione in azoto. Inoltre, i residui colturali rappresentano una risorsa che potrebbe essere riutilizzata, insieme ai prodotti di scarto derivanti dalle colture arboree della fascia perimetrale e dalle aree di compensazione. In



**Università
degli Studi
di Palermo**

DIPARTIMENTO SCIENZE AGRARIE,
ALIMENTARI e FORESTALI

Prof. Nicola Francesca

SAAF
DIPARTIMENTO
SCIENZE
AGRARIE
ALIMENTARI
FORESTALI

questo contesto, la produzione di compost da impiegare come ammendante, o come substrato per la produzione di piante officinali e/o ornamentali da fiore risulterebbe una soluzione vincente.

Al fine di implementare l'impatto dell'impianto agro-fotovoltaico in termini di massimizzazione delle rese energetiche e agrarie sarebbe opportuno: (i) sfruttare gli spazi interfilari tra i pannelli con colture idonee al miglioramento degli elementi nutritivi del suolo che non ostacolino la captazione dei raggi solari dell'impianto fotovoltaico; (ii) determinare l'effetto di questa azione in termini di miglioramento delle condizioni del suolo; (iii) reimpiegare i prodotti di scarto delle colture annuali e poliennali per la produzione di un compost maturo e stabile da utilizzare come ammendante del suolo; (iv) uso alternativo del compost come substrato da impiegare per la produzione di piante officinali e/o ornamentali da fiore.



2. DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Gli aspetti da prendere in considerazione per l'occupazione degli spazi liberi lasciati dall'impianto fotovoltaico sono riconducibili a quelli riscontrati sulla fila e tra le file di un moderno arboreto. La distanza interfilare di 5,50 m è idonea a garantire tutte le lavorazioni meccaniche del suolo. Nelle fasce prossime alle strutture dei pannelli fotovoltaici verrà eseguita una falciatura delle erbe che rappresenteranno una risorsa da valorizzare per la produzione del compost.

Il fattore "ombreggiamento" è da considerare poiché potrebbe creare degli svantaggi alle colture, sebbene tale fenomeno indirettamente causa un beneficio in termini di riduzione dell'evapotraspirazione delle piante. La valutazione delle colture praticabili tra gli spazi interfilari deve tener conto necessariamente delle ore di esposizione diretta alla luce, del fabbisogno idrico, della gestione fitosanitaria e dell'impiego di manodopera specializzata.

Interessante rappresenta l'impiego di leguminose (Veccia, Favino e Sulla) nel periodo autunno-invernale, le quali per mezzo delle simbiosi radicali con i batteri azoto fissatori (rizobi), riescono a convertire l'azoto atmosferico in azoto organico, arricchendo, in forma stabile il terreno di questo elemento. La biomassa prodotta, dopo operazione di falciatura prima delle fenofase, è caratterizzata da basso rapporto C/N e potrebbe essere impiegata come prodotto di scarto per la realizzazione di compost.

Nei mesi successivi (periodo primaverile-estivo), la distanza interfilare sarà coltivata ad ortive a basse esigenze idriche quali il pomodoro e il melone. Dopo la raccolta, i residui colturali verranno anch'essi utilizzati come prodotti di scarto da sottoporre a processo di compostaggio.



3. VALUTAZIONE DELLA BIODIVERSITA' MICROBICA DEL SUOLO

I suoli, in particolare, sono caratterizzati da un'elevata biodiversità, rappresentata da una serie di microrganismi che instaurano delle complesse ed intime relazioni tra loro e con le piante. La microflora è rappresentata principalmente da eubatteri, archaea, funghi filamentosi e actinomiceti. La maggioranza dei microrganismi svolgono importanti funzioni, quali: (i) aumento della fertilità del suolo; (ii) promozione dello sviluppo delle piante migliorando l'assorbimento degli elementi nutritivi e stimolando meccanismi di difesa attraverso la biosintesi di metaboliti; (iii) riduzione dello stress delle piante dovuto a fattori biotici ed abiotici; (iv) effetto detossificante del suolo; (v) produzione di materiale di natura polisaccaridica e glicoproteica in grado di legare le componenti minerali del suolo.

I microrganismi definiti "*Beneficial Soil Microorganisms*" (BSM), oltre ai sopracitati ruoli svolgono anche l'importante compito della decomposizione e mineralizzazione della materia organica. Un'altra classe di microrganismi fondamentali nel sistema suolo sono i batteri e i funghi filamentosi noti come "*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*" (PGPR) che hanno la funzione di stimolare la crescita delle piante e colonizzare la rizosfera, il rizopiano e i tessuti radicali. La loro presenza nel suolo assicura una maggiore disponibilità dei nutrienti alla pianta e sono considerati come dei veri e propri "bio-fertilizzanti".

Lo studio della dinamica delle popolazioni dei batteri BSM e PGPR è un fattore da non sottovalutare nel suolo destinato all'agro-fotovoltaico poiché rappresenta una vera e propria fotografia della biodiversità microbica, la quale oltre che a definire la qualità in termini microbiologici del suolo agricolo, permette anche di individuare le più opportune strategie di nutrizione delle piante depauperanti (pomodoro e melone) che verranno coltivate tra gli spazi interfilari, cercando di limitare al massimo l'impiego di concimi di sintesi.

Durante i diversi cicli colturali verrà monitorata la presenza dei principali gruppi di microrganismi BSM e PGPR attraverso analisi microbiologiche al fine di valutarne la



**Università
degli Studi
di Palermo**

DIPARTIMENTO SCIENZE AGRARIE,
ALIMENTARI e FORESTALI

Prof. Nicola Francesca

SAAF
DIPARTIMENTO
SCIENZE
AGRARIE
ALIMENTARI
FORESTALI

presenza e la dinamica nel suolo. La valutazione dei batteri aerobi ed anaerobi, degli actinomiceti, dei funghi filamentosi e dei lieviti rappresenta un parametro che permetterà di delineare opportune scelte rivolte alla produzione di alimenti a basso o nullo impatto ambientale.

Un ulteriore studio sarà rivolto alla valutazione dell'aggiunta di compost come ammendante e la sua influenza in termini sia chimico-fisici che microbiologici sul suolo agricolo.



4. PRODUZIONE DI COMPOST

L'ottenimento di un compost di qualità prevede una miscelazione dei residui delle colture coltivate negli spazi interfilari, in prossimità delle aeree sottostanti il pannello, nella fascia perimetrale e presso le aree di compensazione della zona destinata all'impianto fotovoltaico. La miscela generalmente sarà preparata in un'area attigua all'impianto. Al fine di garantire una miscela di partenza idonea al processo di compostaggio aerobico è indispensabile raggiungere una ottimale % di umidità della massa. Solitamente questo processo ha un duplice scopo:

- ✓ miscelazione omogenea dei materiali contenuti carbonio (rifiuti verdi) e quelli contenenti azoto (frazione organica);
- ✓ eliminazione degli odori sgradevoli.

In questa fase sarebbe opportuno anche utilizzare prodotti di scarto derivanti da altre filiere agricole (letame, fanghi, ecc...) in modo da raggiungere una massa ottimale per avviare il processo di biossidazione che dovrebbe dare in questo caso un compost maturo in tempi più brevi.

Durante il processo di compostaggio, i residui di scarto sono sottoposti a decomposizione attraverso attività enzimatica da parte di microrganismi batterici e fungini. Questi microrganismi, esplicano le proprie attività metaboliche in condizioni di aereobiosi, utilizzando una parte della massa per la propria crescita, mentre la restante parte viene convertita in materiale inorganico residuo (cenere) attraverso l'ossigeno. La fase iniziale del processo di compostaggio, è estremamente importante poiché avviene la decomposizione delle sostanze facilmente degradabili presenti nella massa, questo processo determina un innalzamento della temperatura del materiale da compostare che può raggiungere anche i 60-70 °C. L'incremento termico determina una notevole perdita di acqua e se si raggiungono bassi valori di umidità si ha il rischio di rallentare il processo di compostaggio. Di conseguenza, è essenziale provvedere ad una aerazione adeguata del materiale da compostare per garantire una buona decomposizione nonché evitare la presenza di cattivi odori che si originano da processi di fermentazione anaerobica. In questa fase risulta essere indispensabile anche inumidire la massa se si



raggiungono basse % di umidità. In un secondo tempo avviene la decomposizione dei polimeri complessi (cellulosa e lignina). Questa fase è più lenta e avviene ad una temperatura costante di circa 50 °C. Infine, si svolge il processo di decomposizione della frazione organica che si trasforma in materiale inorganico residuo producendo una notevole energia rilasciata sotto forma di calore. Alcuni tipi di microrganismi sono coinvolti nel processo di compostaggio, quali batteri, lieviti, muffe, alghe e protozoi. Questi tipi di microrganismi hanno varie gamme di temperatura alle quali possono sopravvivere e varie temperature cui agiscono in maniera ottimale. Si possono identificare tre categorie:

- microrganismi psicrofili la cui gamma di temperature va da 0°C a 30°C, con una temperatura ottimale di 15°C - 20°C;
- microrganismi mesofili la cui gamma di temperature varia da 20°C a 40°C, con una temperatura ottimale di 37°C;
- microrganismi che preferiscono il caldo (termofili) la cui gamma va da 40°C a 90°C, con una temperatura ottimale di 50°C - 55°C.

Siccome la temperatura varia durante il processo di compostaggio, prevalgono a turni varie categorie di microrganismi; all'inizio gli organismi psicrofili e mesofili sono presenti nel materiale in decomposizione ma a causa dell'aumento di temperatura derivante dalla decomposizione del materiale organico, i microrganismi termofili prendono il sopravvento. Dopo qualche tempo, avviene la decomposizione del materiale facilmente degradabile, mentre il materiale più difficile da degradare viene usato come ambiente riproduttivo. La decomposizione di questo materiale è più lenta, quindi la temperatura diminuisce leggermente e i microrganismi mesofili ritornano. A causa dell'elevata temperatura (circa 56 °C) durante il processo di compostaggio, vengono uccisi i microrganismi patogeni, che sono generalmente mesofili. La quantità di organismi che vengono uccisi dipende dal tipo di organismo, dalla temperatura raggiunta durante il processo di compostaggio e dal tempo di mantenimento della temperatura in oggetto. Oltre ai microrganismi patogeni, sono resi inattivi o in gran parte uccisi anche semi di erbacce e insetti contenuti nel materiale da compostare. Al



fine di garantire un ottimale processo di compostaggio, è indispensabile anche l'utilizzo di bioattivatori, i quali promuovono e regolano l'attività metabolica dei microrganismi, in modo che il processo di trasformazione della massa avvenga nelle giuste tempistiche e ottenere un prodotto di elevata qualità.

I punti critici per l'ottenimento di un buon composto sono legati:

- ✓ impiego di prodotti di scarto ad elevato contenuto in azoto (letame, fanghi, ecc...);
- ✓ miscelazione dei prodotti di scarto al fine di favorire i processi degradativi aerobici;
- ✓ monitoraggio costante della fase attiva, sia in termini di temperatura, umidità attraverso sonde posizionate al centro della massa che devono rilevare durante tutto il processo di questa fase la dinamica dei parametri fisici;
- ✓ monitoraggio costante della popolazione microbica (batteri, funghi filamentosi e actinomiceti) durante la fase attiva e successivamente nella fase di maturazione al fine di ottenere un prodotto in cui siano assente i propaguli di microrganismi patogeni alle piante.

Inoltre, per determinare la stabilità biologica durante il processo di compostaggio, saranno misurati analiticamente:

- ✓ indice di respirazione;
- ✓ indice OMEI (Organic Matter Evolution Index);
- ✓ azoto ammoniacale;
- ✓ evoluzione della temperatura.

Durante la fase di maturazione inoltre è importante determinare:

- l'assenza di fitotossicità (test di germinazione di semi di *Lepidium sativum*);
- l'assenza di tossicità;
- formazione di humus;
- assenza di sostanze maleodoranti;
- monitoraggio della caduta di temperatura;
- valutazione dell'accrescimento e della fruttificazione di *Chaetomium gracile*;



- assenza di metalli pesanti;
- sottoporre il compost maturo a test di messa a dimora a 55°C in condizioni di anaerobiosi per 72 ore: l'assenza di sostanze maleodoranti è indispensabile per un compost di qualità.

Il compost ottenuto sarà sia utilizzato come ammendante che impiegato in sostituzione della torba, per la realizzazione di un substrato di crescita idoneo alla coltivazione di piante officinali e piante da fiore ornamentali. In tale contesto, il rinnovato interesse dei consumatori verso uno stile di vita sano ed equilibrato è un fattore da non sottovalutare e che giustifica l'orientamento alla produzione delle erbe officinali. Di fatto, numerosi studi sulle proprietà delle erbe officinali evidenziano il loro ruolo come preziose alleate della salute umana, nonché entrano come aromatizzanti in numerose ricette culinarie.

Di attuale interesse rappresenta anche la produzione di piante da fiori ornamentali con l'impiego di specie vegetali particolarmente resistenti alle elevate temperature estive, nonché alla carenza di acqua (*Callistemon* spp., *Hypericum* spp., *Dimorphotheca* spp., ecc...). Queste caratteristiche sono ritenute importanti al fine di delineare una linea sostenibile e naturale in sintonia con le attuali esigenze paesaggistiche.

5. PROSPETTIVE

La realizzazione dell'impianto agri-fotovoltaico permetterà di incentivare la produzione di "energia green" e nello stesso tempo rappresenterà un alleato ecologico delle colture coltivate nel terreno ospitante le installazioni fotovoltaiche. Le leguminose, così come le colture ortive (pomodoro e melone) sono vocate a questa integrazione. Inoltre, l'agro-fotovoltaico può risultare un investimento vincente e idoneo ad appagare i requisiti climatico-ambientali della programmazione 2020-2027. La collocazione dell'impianto in un territorio con clima temperato-caldo, le leguminose e le piante ortive rappresenteranno una soluzione ideale sia in termini di impatto a livello ambientale della struttura che come fonte di reddito secondario associato all'impianto stesso. In tal caso anche l'impiego di compost maturo e stabile, permetterà di ridurre notevolmente i



**Università
degli Studi
di Palermo**

DIPARTIMENTO SCIENZE AGRARIE,
ALIMENTARI e FORESTALI

Prof. Nicola Francesca

SAAF
DIPARTIMENTO
SCIENZE
AGRARIE
ALIMENTARI
FORESTALI

costi di produzioni rilegati a questa tipologie di colture e reintegrerà al suolo i componenti che vengono asportati dalle colture ortive.

La valorizzazione del compost come materiale alternativo alla torba, permetterebbe non solo di abbattere le spese di produzione delle piante officinali e delle piante da fiore ornamentali, ma anche di valorizzare i sottoprodotti derivanti dalla coltivazione delle piante all'interno dell'impianto agro-fotovoltaico. Ovviamente, la diffusione su larga scala di questi substrati identificati come "surrogati" della torba richiede un'oculata analisi di tutte le fasi che caratterizzano il processo di compostaggio, ottimizzandone i tempi al fine di ottenere un prodotto standard e di elevata qualità.

Palermo, 21/01/2021

FIRMA

Resp. Coordinatore Progetto

Prof. Nicola Francesca

1

FIRMA

Referente Scientifico Progetto

Dott. Antonio Alfonzo