

LOCALIZZAZIONE:

AGRO DI Minervino Murge (BT)

Loc. SCAPANIZZA

COMMITTENTE:

SOLAR ENERGY VENTUNO S.R.L.

Via Sebastian ALTMANN n. 9 – BOLZANO (BZ)

PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE ED INNOVAZIONE AGRICOLA (AGRICOLTURA 4.0)

"integrazione richiesta dal MASE prot. 0000407 del 16/01/2023 – punto 4.a Uso del Suolo e punto 7.a. Progetto di monitoraggio ambientale"

REV. 0



UNIVERSITÀ
DEL SALENTO



TERRANOSTRA

Servizi di consulenza Tecnico
Agro-Ambientale ed Ingegneria



a cura Prof. Marcello Salvatore Lenucci, Dott. For. Nicola Cristella e del Dr. Teodoro Semeraro






Dott. For.
CRISTELLA NICOLA
N° 269
ALBO

aprile 2023

Sommario

Premessa	2
Descrizione dell'area di progetto	4
Inquadramento geografico e catastale.....	4
Progetto di monitoraggio ambientale	8
1. Premessa.....	8
3. Matrice qualitativa degli impatti.....	21
5. Articolazione temporale del monitoraggio	24
7. Restituzione dei dati.....	29
8. Responsabile del MA	30
AGRICOLTURA 4.0 - Innovazione nella gestione agricola.....	31
<i>Premessa</i>	31
<i>Tipologia di gestione agronomica delle coltivazioni.</i>	32
<i>Interventi innovativi nella gestione agricola</i>	32
STAZIONE METEO.....	34
SENSORE PER IL RILIEVO DELL'UMIDITA' E TEMPERATURA DEL SUOLO.....	35

PREMESSA

I sottoscritti Dottore Forestale Nicola Cristella, iscritto al n. 269 dell'Albo dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Taranto, e Prof. Marcello Salvatore Lenucci, docente di Botanica Generale e Biotecnologie Agroalimentari presso il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali (Di.S.Te.B.A.) dell'università del Salento sono stati incaricati dalla SOLAR ENERGY VENTUNO S.r.l. con sede in Via Sebastian ALTMANN n. 9 – BOLZANO (BZ), P.Iva/C.F. 03084730211, di redigere un **Progetto di monitoraggio ambientale ed innovazione agricola** dove è prevista la realizzazione di impianto fotovoltaico di potenza di picco pari a 87.782,8 kWDC e potenza in immissione pari a 76.429,92 kWAC.

La presente relazione è appendice alla relazione **PROGETTO DI MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE AGRICOLA**.

DESCRIZIONE DELL'AREA DI PROGETTO

Inquadramento geografico e catastale

L'area di indagine è collocata in agro del Comune di MINERVINO MURGE (BT) a circa 8 Km in direzione nord-ovest del centro abitato e nelle immediate vicinanze del confine con la Regione Basilicata in prossimità dell'invaso artificiale *Locone*. L'area asservita al progetto dell'impianto fotovoltaico presenta una estensione complessiva di Ha 176.98.82¹ ed è suddivisa in due corpi principali distanti tra di loro circa 2 Km così come evidenziato nella Figura 1.

Il primo corpo di Ha 35.83.08 è raggiungibile dal centro abitato di Minervino Murge percorrendo per circa 6 Km la *strada vicinale Lamalunga*. Il secondo corpo di Ha 141.15.74 è raggiungibile dal centro abitato di Minervino Murge percorrendo complessivamente per circa 8 Km prima la Strada Comunale *Le Grotticelle* e successivamente la SP 44.

Figura 1 – Area di progetto dell'impianto fotovoltaico su ortofoto del 2019.

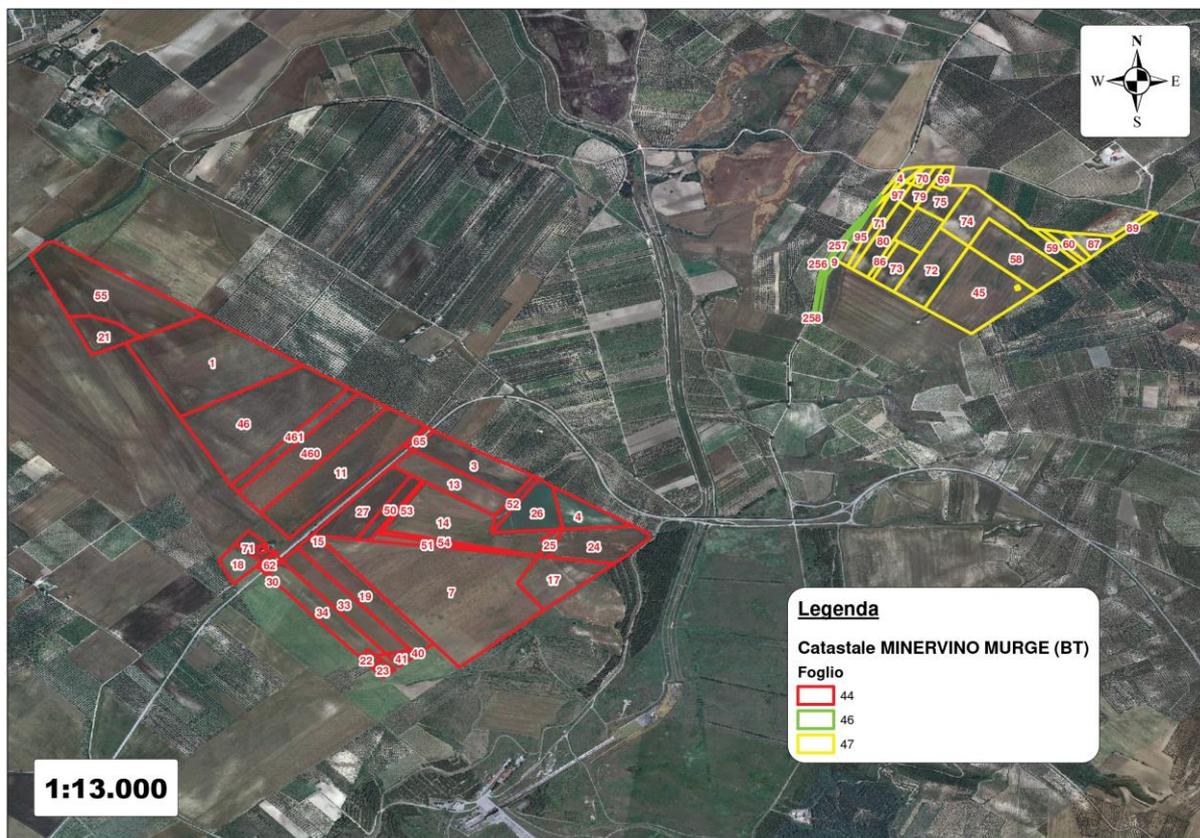


¹ La superficie catastale non corrisponde alla superficie grafica rilevata a causa delle pendenze riscontrabili sul territorio. La superficie grafica è di Ha 177.01.43 che viene presa in considerazione.

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

L'area è identificata al catasto terreni del comune di MINERVINO MURGE (BT) al foglio 44 p.lle 1-3-4-7-11-13-14-15-17-18-19-21-22-23-24-25-26-27-30-33-34-40-41-42-46-50-51-52-53-54-55-62-65-71-460 e 461, foglio 46 p.lle 9-256-257 e 258, foglio 47 p.lle 4-45-58-59-60-69-70-71-72-73-74-75-79-80-86-87-89-93-95 e 97.

Figura 2 – Catastale dell'area di progetto dell'impianto fotovoltaico su ortofoto

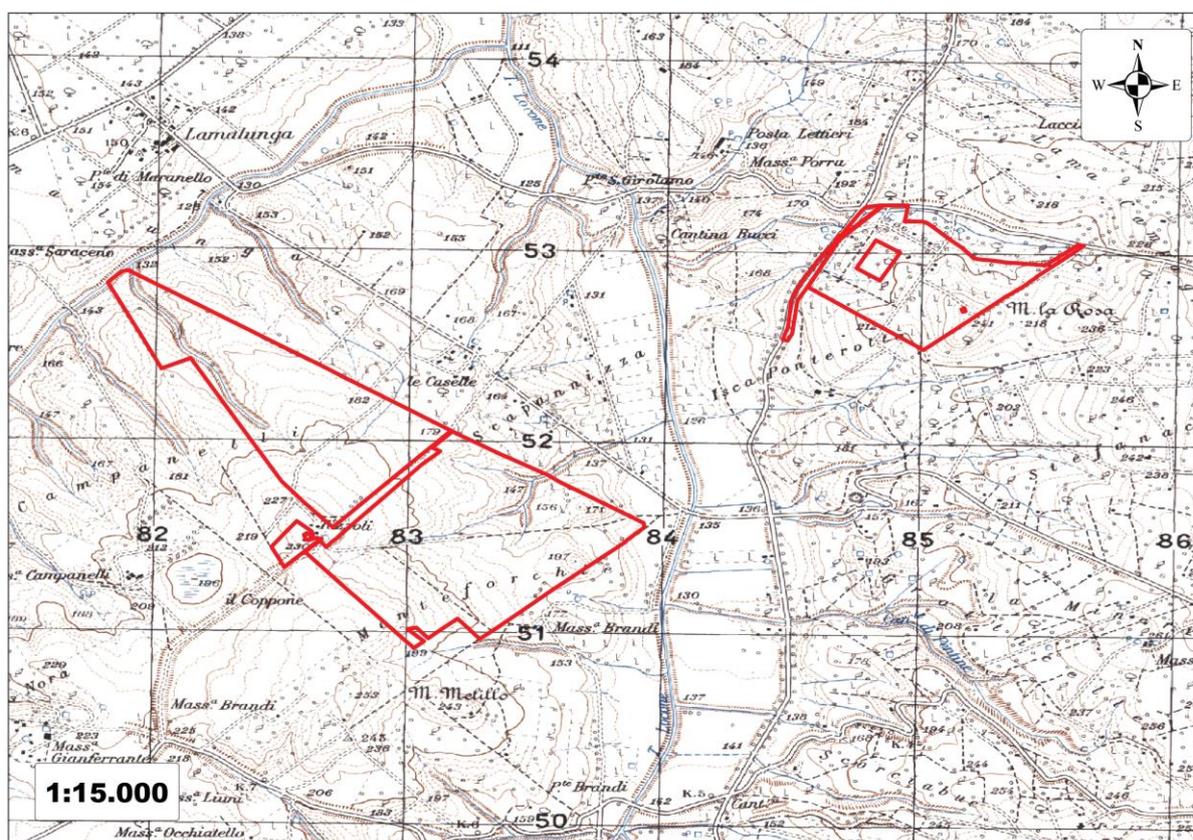


L'area geograficamente si colloca nella "fossa bradanica" in prossimità dell'alveo del "Torrente Locone" affluente del fiume Ofanto. E' costituita da due corpi irregolari di complessivi Ha 176.98.82, ed è identificato toponomasticamente sull'IGM e CTR come loc. *Scapanizza, Campanelli, Monteforchie e Isca Ponterotto* (delimitata nel

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

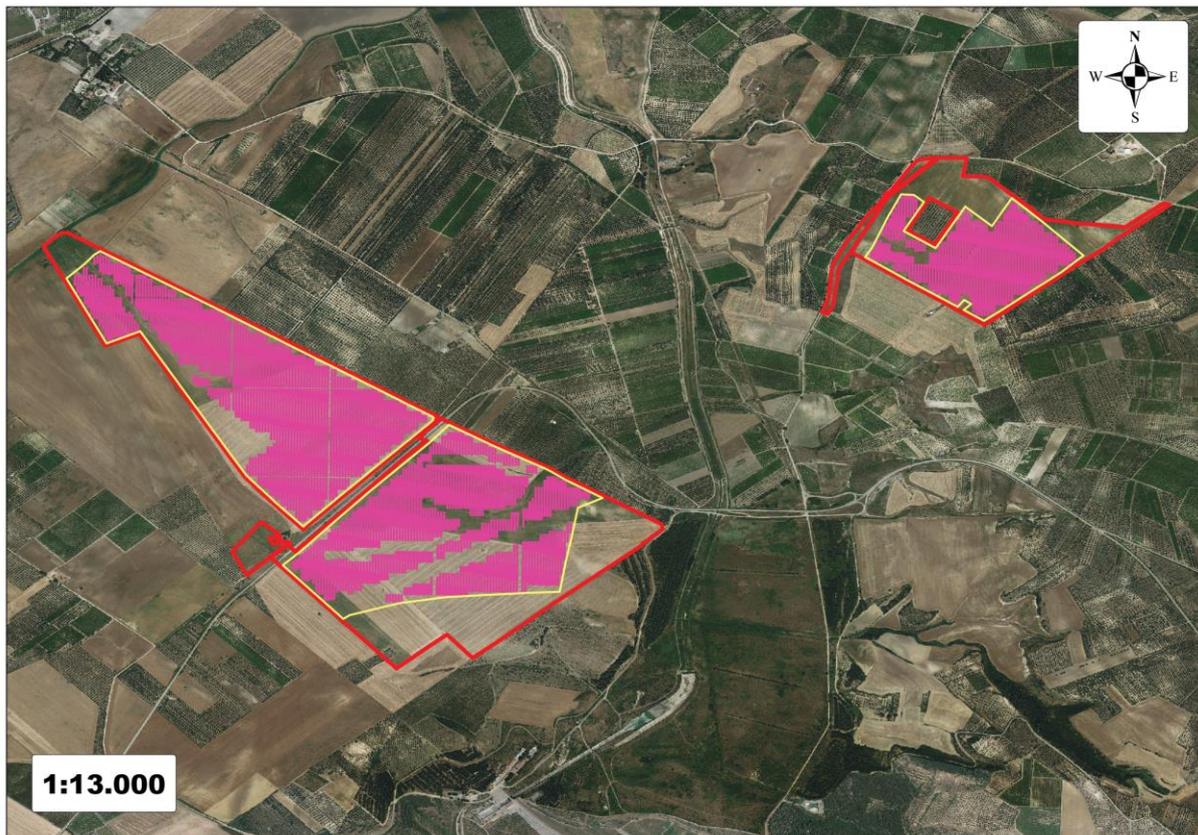
complesso ad ovest da *Masseria Campanelli*, a sud da *Masseria Brandi* e *Monte Melillo*, a est da *Monte la Rosa* ed a nord da *Masseria Porra* e *Loc. Lamalunga*). L'area rappresenta la parte d'impluvio della Fossa Bradanica e si colloca tra un'altitudine compresa tra i 241 e 132 m s.l.m. con esposizione variabile ed inclinazione variabile con massima pendenza del 9%. Nella Figura 3 si riporta stralcio della carta IGM.

Figura 3 – Stralcio carta dell'I.G.M. con indicazione dell'area d'intervento



Di seguito (Fig. 4) si riporta lo sviluppo progettuale dell'impianto. Per visualizzare le opere nel suo complesso previste nell'area di pertinenza dell'impianto si rimanda agli elaborati grafici (Tav. 5UET – 6UET – 7UET – 8UET – 9UET e 10UET).

Figura 4 – Area di pertinenza del progetto (in rosso) con indicazione dell’ubicazione dei pannelli fotovoltaici (in viola) e della recinzione perimetrale (in giallo).



PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

1. Premessa

Al fine di verificare gli effetti sull'ecosistema delle azioni di valorizzazione agricola e miglioramento ambientale illustrati nell'elaborato tecnico PROGETTO DI MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE AGRICOLA e le relative tavole, si prevede l'attuazione di un PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE nonostante l'impianto non sia stato presentato come "agrivoltaico", ma come fotovoltaico con *integrata* attività agricola. Infatti, il progetto è stato presentato prima che uscissero le "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" emanate dal Ministero della Transizione Ecologica.

In accordo con le "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" emanate dal Ministero della Transizione Ecologica e con le "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA" emanate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la presente proposta prevede il monitoraggio di specifici parametri indicativi, selezionati in base ai contenuti del Progetto, al fine di fornire una "misura" reale dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi (ante, corso e post operam) di attuazione del progetto e di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali devino dalle previsioni.

È utile sottolineare che il presente PMA è coerente con i contenuti del Progetto e della Relazione pedo-agronomica, del paesaggio naturale ed agrario, relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario ante operam e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione.

2. Identificazione delle azioni di progetto che generano, per ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post operam), impatti ambientali significativi sulle singole componenti ambientali

Per la corretta identificazione delle azioni di progetto che generano impatti significativi sull'ambiente, c'è da considerare che, in base ad analisi tecniche ed economiche, gli impianti fotovoltaici hanno una vita utile superiore ai 25 anni e necessitano di moderata manutenzione limitata al funzionamento degli organi in movimento necessari per l'orientamento dei pannelli. La produttività dei moduli viene garantita per legge per 20 anni. L'unico componente che richiede una sostituzione nell'arco della vita dell'impianto è l'inverter, che molte case producono in una ottica di durata ventennale offrendo una garanzia fino a 10/15 anni. Anche tutti gli altri componenti, dalle strutture di sostegno ai cavi, sono pensati per una lunga durata che corrisponda alla vita dell'impianto. Le attività di manutenzione consistono essenzialmente nella pulizia dei pannelli e nel mantenimento del terreno circostante in condizioni ottimali. La pulizia dei pannelli viene effettuata occasionalmente come manutenzione straordinaria e spesso a seguito di piogge contenenti sabbia poiché il loro posizionamento e inclinazione ne consente l'auto pulitura. Nel caso specifico essendo prevista una superficie di complessivi Ha 114.51.36 coltivata a prato monofita e prato polifita, interni all'impianto tra i tracker ed esterni nel limite delle aree contrattualizzate, è necessario considerare le operazioni colturali meccanizzate che potrebbero determinare danni accidentali all'impianto fotovoltaico e/o la necessità di operazioni di pulitura straordinarie dei pannelli. Tuttavia, in se per se, l'impatto dell'impianto fotovoltaico in termini di qualità dell'aria, dell'acqua, e dell'ambiente fisico in termini di rumore e radiazioni non-ionizzanti può essere considerato trascurabile in fase d'esercizio e limitato esclusivamente al periodo di cantiere o a necessità di ripristino di eventuali moduli danneggiati. Si fa presente che l'impatto dell'opera in progetto sugli aspetti meteorologici dell'area vasta non è stato preso in considerazione nel presente PMA in quanto reputato scarsamente significativo, gli effetti dell'impatto del sistema agrivoltaico sul microclima e sulle rese

produttive delle colture sarà invece costantemente monitorato, anche con l'obiettivo di contribuire a colmare il *gap* di conoscenze su questi aspetti che sino ad ora sono stati scarsamente investigati, soprattutto nelle regioni del Sud Italia. Inoltre, vista la lunga durata dell'operatività dell'impianto, non si ritiene opportuno includere azioni da intraprendere in fase di dismissione e post-dismissione, che si presume utilizzino le più evolute tecniche per il recupero dei materiali disponibili al momento della dismissione.

Nel seguito vengono dettagliati i potenziali effetti derivanti dalla realizzazione dell'opera, sia in fase di cantiere che di esercizio relativamente alle componenti ambientali **Atmosfera, Ambiente idrico, Ambiente fisico e Microclima.**

2.1. Atmosfera

In fase di cantiere, si potrà verificare un temporaneo peggioramento della qualità dell'aria a livello strettamente locale (area prospiciente il sito di realizzazione delle opere), dovuto ad un aumento nel livello delle polveri causato dalla movimentazione del terreno durante le operazioni di scotico necessarie per la posa dei pannelli e dei loro sostegni a terra. L'attività è limitata nel tempo oltre che circoscritta spazialmente, per cui il disturbo effettivo dovrebbe essere sostanzialmente contenuto.

In fase di esercizio l'impianto agrivoltaico non dà luogo ad alcun tipo di interferenza negativa sulla qualità dell'aria, ma anzi ha un effetto positivo riducendo le emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e che contribuiscono all'effetto serra. La gestione dell'attività produttiva in regime biologico del prato permanente monofita e polifita (erba medica, sulla, trifoglio sotterraneo e loiutto), prevedendo metodi di controllo delle fitopatologie meno impattanti possibili, ha incidenza limitata sull'ambiente già destinato ad uso agricolo. Inoltre, gli interventi di rinaturazione già in essere nel progetto per un'estensione pari a 4.69.91 Ha con piantumazione di una ampia fascia di vegetazione arborea/arbustiva stabile a macchia mediterranea (siepe arbustiva/arborea perimetrale all'impianto) utilizzando

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

ecotipi autoctoni nelle zone perimetrali dell'impianto, di un prato stabile a trifoglio sotterraneo (*Trifolium subterraneum* L.) sotto i pannelli contribuiscono all'assorbimento e fissazione della CO₂ attraverso la creazione un *carbon sink* verde.

2.2. Ambiente idrico

Il progetto in esame comporterà limitati consumi idrici sia in **fase di cantiere** che nella **fase di esercizio** e non produrrà alcuna alterazione negativa a carico della rete idrica superficiale, né dal punto di vista idraulico, né tantomeno da quello della qualità delle acque. Inoltre, la copertura permanente del suolo con vegetazione erbacea, si prevede abbia effetti positivi sull'ambiente idrico riducendo il ruscellamento in caso di eventi meteorologici estremi (es. bombe d'acqua), consentendo una regimazione delle acque meteoriche efficiente. L'irrigazione delle piante arbustive/arboree della fascia di mitigazione perimetrale sarà garantita con l'ausilio di carrobotti sia al momento dell'impianto che nei successivi due anni per garantire l'attecchimento. Infatti, è prevista una irrigazione di *soccorso* solo nei periodi siccitosi estivi. Si precisa che le piante erbacee del prato permanente mono e polifita e le piante della siepe arborea/arbustiva sono da considerarsi autoctone e pertanto non necessitano di apporti irrigui accessori rispetto al normale andamento pluviometrico dell'area vasta considerata.

Infine, l'attività agricola condotta in regime biologico, si suppone abbia un impatto estremamente limitato sulla qualità delle acque. Complessivamente l'impatto sulla componente è da ritenersi trascurabile o positivo.

2.2.1 Monitoraggio del risparmio idrico

Il monitoraggio del risparmio idrico, a carico delle sole superfici coltivate a prato polifita e monofita, verrà condotto in fase di esercizio raccogliendo i dati relativi alle misurazioni dei volumi di acqua prelevati dalle autobotti utilizzate o comunque seguendo "Linee Guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo" emanate con Decreto Ministeriale del 31/07/2015 dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. I dati raccolti verranno confrontati con quelli relativi alla situazione ex ante di aree limitrofe coltivate con le medesime colture in condizioni ordinarie, nel medesimo periodo, estrapolati tramite l'utilizzo congiunto delle banche dati SIGRIAN e del database RICA. Il monitoraggio, svolto annualmente, sarà seguito da una relazione dettagliata redatta da parte del proponente con cadenza triennale.

2.3. Ambiente fisico (Rumore e Radiazioni non-ionizzanti)

Nell'area di inserimento dell'opera, caratterizzata da una forte vocazione agricola, non sono presenti recettori potenzialmente interessati dal rumore prodotto e da eventuali radiazioni elettromagnetiche.

In fase di cantiere le attività legate alla realizzazione dell'impianto e al suo esercizio comporteranno ridottissime emissioni acustiche nessuna emissione di radiazioni non-ionizzanti. Inoltre, la durata limitata delle operazioni e la tipologia non impattante delle stesse (assimilabile alle normali lavorazioni agricole) non suggeriscono la necessità di uno specifico monitoraggio di tali componenti ambientali.

In fase di esercizio, l'impianto nel suo funzionamento non prevede nessun tipo di emissione, né fisica né chimica e gli interventi di manutenzione sono limitati e circoscritti. Relativamente all'emissione di radiazioni non-ionizzanti, la disposizione di pannelli solari non dà luogo alla produzione di campi elettromagnetici, mentre l'inverter contenuto nella cabina di trasformazione, pur generando campi elettromagnetici di piccola entità, non arreca motivi di preoccupazione per la salute pubblica sia perché deve rispondere alle norme Europee per l'emissione di campi elettromagnetici che per la mancanza di potenziali recettori.

2.4. Microclima

Quando si valuta l'idoneità dell'applicazione di impianti fotovoltaici nei sistemi agricoli, il loro impatto sulle condizioni microclimatiche e sulla produttività delle colture rappresentano le principali preoccupazioni. Finora, la maggior parte degli studi sull'effetto dei sistemi agrivoltaici sul microclima e sulla produzione agricola si sono concentrati su simulazioni e sulla modellistica, mentre i dati ottenuti da esperimenti in campo sono estremamente scarsi. In uno dei pochi studi effettuati in campo è stata confermata un'alterazione delle condizioni microclimatiche e della produzione colturale in agrivoltaico con riduzione di circa il 30% della radiazione attiva fotosintetica, variazioni nella temperatura e umidità di suolo e aria, nonché nella distribuzione della pioggia sotto i pannelli. Questi effetti che solitamente sono associati ad una riduzione della produzione agricola, in condizioni climatiche calde e secche come quelle riguardanti l'area interessata dal progetto, potrebbero determinare effetti positivi sulle rese. Infatti, l'**ombra dei pannelli solari** non solo permette un **uso più efficiente dell'acqua**, ma contribuisce a proteggere le piante dagli agenti atmosferici estremi che rischiano di diventare più frequenti con i cambiamenti climatici, e dal sole nelle ore più calde, riducendo l'evapotraspirazione. 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.

2.4.1 Monitoraggio del microclima

L'impatto dell'impianto sul microclima verrà monitorato tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio riguarderà:

- la temperatura ambiente esterna (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore PT100 con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore PT100 con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

Per quanto riguarda l'**impatto dell'opera su suolo, paesaggio, biodiversità animale e vegetale, struttura degli ecosistemi e continuità dell'attività agricola**, è da sottolineare che l'area interessata dal progetto di impianto non rientra tra quelle di particolare pregio naturalistico, ambientale e paesaggistico, bensì è situata in corrispondenza di un'area a spiccata vocazione agricola. Le colture che interessano l'area sono promiscue e costituite prevalentemente da cereali, legumi e foraggio per l'alimentazione del bestiame. Per tale ragione, la flora spontanea è estremamente limitata a piante nitrofile ruderali prevalentemente localizzate al margine delle aree coltivate, nelle zone incolte e lungo le strade e le capezzagne, e non include specie di particolare pregio naturalistico. Inoltre, a causa della forte espansione areale della monocoltura di cereali e foraggere la zona soggetta all'intervento è caratterizzata da una forte perdita delle microeterogeneità del paesaggio agricolo. Anche la struttura della comunità animale risente della semplificazione della variabilità e della diversità ambientale dell'agrosistema e presenta un numero ridotto di specie selvatiche, per la quasi totalità di piccola taglia (insetti ed invertebrati, piccoli uccelli e micromammiferi).

È indiscutibile che la realizzazione di impianti agrivoltaici, pur non presupponendo un cambio di tipologia d'uso del suolo agricolo, potrebbe influenzare le

caratteristiche di suolo, paesaggio, biodiversità e interazioni ecosistemiche a seguito dello scotico degli strati superficiali e lo spianamento del terreno per posizionamento delle strutture di fondazione e all'interramento di tubazioni portacavo, il reindirizzamento dei flussi idrici, la presenza di recinzioni, la creazione di strade di accesso e basamenti in calcestruzzo per il montaggio di apparecchiature elettriche.

Nel seguito vengono dettagliati i potenziali effetti derivanti dalla realizzazione dell'opera, sia in fase di cantiere che di esercizio relativamente alle suddette componenti ambientali.

2.4. Suolo

Solitamente, con la costruzione dell'impianto, il suolo è impiegato come un semplice substrato inerte per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo meramente "meccanico" non fa tuttavia venir meno le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza dell'opera e dalle sue caratteristiche progettuali.

Nel caso specifico, dopo una iniziale perturbazione in **fase di cantiere** dovuta alle operazioni di posa in opera dell'impianto stesso, le aree saranno seminate con un prato permanente stabile costituito da una coltura di Trifoglio sotterraneo (*Trifolium subterraneum* L.), sia nella superficie interessata dalla copertura dei pannelli che in quella non interessata assieme ad erba medica (*Medicago sativa* L.) e sulla (*Hedysarum coronarium* L.). *Le leguminose grazie all'interazione con batteri rizobi potrebbero nel lungo periodo di esercizio dell'impianto, contribuire al miglioramento della fertilità del suolo arricchendolo progressivamente in azoto e sostanza organica oltre che concorrere alla mitigazione degli effetti erosivi dovuti agli eventi meteorici. Inoltre, riducendo l'evaporazione dell'umidità, i pannelli solari alleviano anche l'erosione del suolo. E' importante l'apporto al suolo di sostanza organica che il pascolo ovino vagante effettua con la sua attività, contribuendo anche a migliorare l'attività della microfauna del suolo.* Risulta pertanto di particolare interesse

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

monitorare quei parametri che restituiscono una indicazione immediata del grado di biodiversità del suolo, quali l'Indice di Qualità Biologica del Suolo (IQBS) e l'Indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF). Indagini precedenti (Relazione I.P.I.A., 2016) hanno invece evidenziato che gli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche del suolo determinati dalla copertura operata dai pannelli fotovoltaici in relazione alla durata dell'impianto (> 25 anni) sono poco significativi, pertanto un loro monitoraggio risulterebbe superfluo.

I risultati di tale monitoraggio saranno registrati tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

2.5. Paesaggio

In fase di cantiere i potenziali effetti sul paesaggio sono di carattere temporaneo e reversibile in quanto non sono previste operazioni di sgombrò di terreni e/o sbancamenti tali da alterare la morfologia dei luoghi e la fruizione dei luoghi circostanti all'area di cantiere. Si adotteranno in ogni caso in questa fase tutti gli accorgimenti per minimizzare gli impatti sul paesaggio, ad esempio si provvederà al mascheramento delle aree di cantiere, alla localizzazione ottimale di tali aree, in modo da ottimizzare i tempi di esecuzione dell'opera e contemporaneamente ridurre al minimo indispensabile l'occupazione del suolo.

In fase di esercizio la nuova opera va a modificare l'uso dei luoghi, introducendo elementi estranei al paesaggio tipicamente agricolo del territorio, per cui si riscontra la presenza di impatti di tipo paesaggistico. C'è però da considerare il fatto che il progetto è teso al miglioramento ambientale e alla valorizzazione di un'area agricola attraverso la realizzazione di un "FOTOVOLTAICO" integrato in modo discreto e coerente nel paesaggio agricolo circostante che rappresenti una infrastruttura verde in grado di fornire molteplici servizi ecosistemici. In termini di impatto visivo e percettivo, è necessario evidenziare innanzitutto che l'altezza dei pannelli fotovoltaici, con orientazione variabile, è di 2,66 m circa da terra quando l'orientamento del

tracker è parallelo al terreno e raggiungere al massimo i 3,96 m con orientamento del tracker a 60°. I moduli inoltre sono opachi, non riflettono dunque la luce e possono essere ben mimetizzati dal posizionamento di una siepe perimetrale all'impianto.

È previsto nell'area contermina all'impianto la realizzazione opere di mitigazione ambientale previste nell'iter progettuale, consistenti in una siepe arbustiva/arborea perimetrale attraverso l'impianto di una fascia a macchia mediterranea costituita da specie autoctone adatte agli ambienti di riferimento che costituisce una barriera visiva efficace al sito. Pertanto, considerata la media naturalità dei luoghi, la scarsa rilevanza ed integrità degli stessi in termini paesaggistici, il livello di impatto sul paesaggio non può ritenersi del tutto trascurabile, ma comunque è definibile con ragionevole certezza come contenuto, localizzato, mitigabile e totalmente reversibile, data la natura ed il tempo di vita dell'opera (superiore a 25 anni).

2.6. Biodiversità

Sebbene le crescenti pressioni antropogeniche stiano impoverendo la biodiversità attraverso la perdita, la modifica e la frammentazione degli habitat, una progettazione degli impianti fotovoltaici inclusiva, non solo degli aspetti legati all'efficienza energetica complessiva ma anche di quelli paesaggistici ed ecologici, rappresenta una strategia per creare **infrastrutture verdi** sponsorizzate alla UE per supportare la biodiversità. Le infrastrutture verdi, secondo la definizione comunitaria, sono *“una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di servizi ecosistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu, nel caso di ecosistemi acquatici) ed altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Sulla terraferma, le infrastrutture verdi sono presenti in un contesto rurale ed urbano”* (Commissione Europea, 2013). Le infrastrutture verdi si basano sul principio che l'esigenza di proteggere la natura deve essere integrata nella pianificazione territoriale con riferimenti ai concetti di connettività ecologica, conservazione e

multifunzionalità degli ecosistemi (Mubareka et al., 2013). Ne sono un esempio parchi naturali, terreni agricoli periurbani, foreste e giardini urbani.

In particolare, l'idea di "FOTOVOLTAICO" integrato con la gestione agricola proposta nel presente progetto propone un uso multifunzionale del suolo attraverso una riorganizzazione del processo aziendale che passa da una "gestione negativa del verde" nei tradizionali impianti fotovoltaici, volta principalmente all'eliminazione delle piante infestanti, ad una "**gestione attiva del verde**", cioè coltivazione di essenze a valore economico ed ecologico. Quindi, oltre a garantire la produzione di energia, l'uso del suolo può supportare funzioni primarie (produzione di cibo, fibre o altro), fornire servizi secondari alla comunità (miglioramento della qualità dell'aria e dell'acqua, mitigazione del clima, risparmio idrico, conservazione della biodiversità animale e vegetale) e sostenere le attività socioeconomiche delle aree rurali creando spazi. Tali beni e servizi, utili al benessere della popolazione, in termini ecologici sono definiti **servizi ecosistemici**.

Il fotovoltaico *integrato* proposto nel presente progetto risulta compatibile con il contesto territoriale nel quale si colloca, in quanto non indurrà modificazioni tali da interferire negativamente con la struttura, la dinamica ed il funzionamento degli ecosistemi naturali e seminaturali; anzi, potrebbe contribuire ad aumentarne la biodiversità e la probabilità di frequentazione da parte della fauna ed avifauna sia stanziale che migratoria, cercando altresì di agevolare il raggiungimento degli obiettivi posti dall'attuale governo regionale e nazionale, sull'uso e la diffusione delle energie rinnovabili, che stanno alla base delle politiche di controllo e di attenuazione dei cambiamenti climatici tutt'ora in corso. In particolare, a livello paesaggistico, tale intervento si potrebbe inserire all'interno della Rete Ecologica Regionale (un sistema interconnesso di habitat, di cui salvaguardare la biodiversità, ponendo quindi attenzione alle specie animali e vegetali potenzialmente minacciate) in quanto, in un contesto fortemente antropizzato e caratterizzato da monoculture, andrebbe a costituire un'isola di vegetazione a prato permanente monofita/polifita e da una fascia

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

perimetrale a macchia mediterranea che può supportare sia gli insetti pronubi che la fauna selvatica stanziale e migratoria. Importante è l'attività zootecnica legata all'apicoltura ed al pascolo ovino vagante. Tale intervento si può configurare nel contesto della Rete Ecologica Regionale come una *stepping zone* ovvero "habitat attestati su aree di piccola superficie che, per la loro posizione strategica o per la loro composizione, rappresentano siti importanti per la sosta delle specie in transito in un territorio non idoneo alla loro vita. Sono piccoli habitat in cui le specie possono trovare temporaneamente ricovero e cibo".

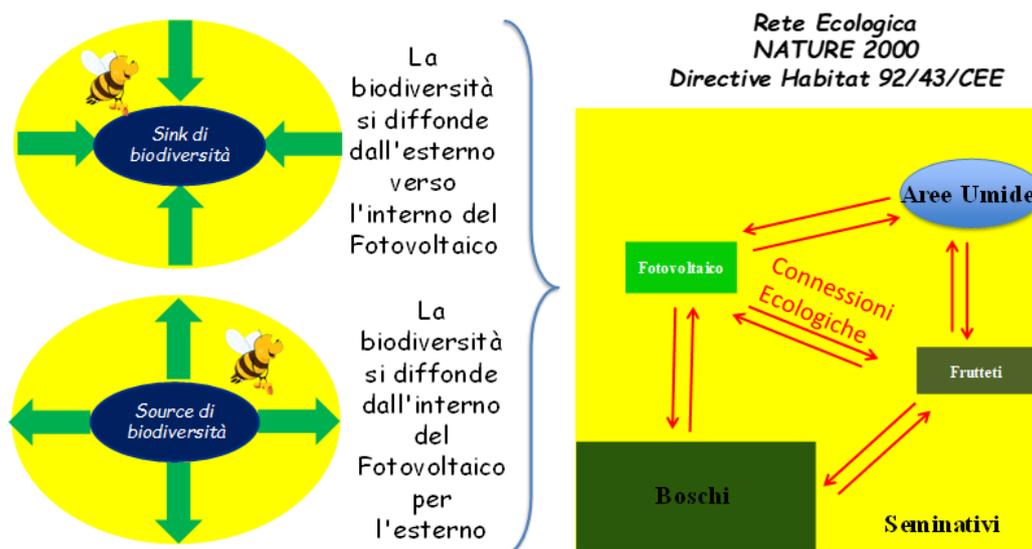


Figura 1. Inquadramento concettuale dell' "AGRIVOLTAICO" come stepping zone a supporto della Rete Ecologica Regionale.

In particolare, le interconnessioni ecologiche riguardano sia la possibilità della fauna di utilizzare tale area, ma anche la possibilità di supportare un servizio ecosistemico molto importante come l'**impollinazione** non solo nell'area d'intervento, ma anche nel contesto paesaggistico in cui si inserisce. Le popolazioni di impollinatori, garantendo la fecondazione di circa l'80% delle specie vegetali dotate di fiori, si dimostrano indispensabili per la salute dell'intero sistema ecologico ed agricolo; un servizio che Lautenbach (2009) ha stimato globalmente tra 235 e 577

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

miliardi di dollari all'anno. Il calo della produzione di miele registrato in Italia nel 2016, legato alla moria delle api, si è aggravato con una perdita del 50-60% e punte fino all'80% in alcuni areali. Il cambiamento di uso del suolo è tra le potenziali cause della riduzione degli impollinatori, insieme a cambiamenti climatici, uso di pesticidi ed erbicidi, frazionamento degli habitat ed invasione di specie aliene (Potts et al., 2016). Il divieto di utilizzo di pesticidi imposto nei campi fotovoltaici li rende idonei per coltivazioni a bassissimo impatto ambientale, favorendo la colonizzazione da parte di api, farfalle ed altri insetti pronubi che avrebbero un impatto positivo anche per le aree agricole limitrofe l'impianto grazie alla mobilità degli insetti impollinatori che spesso supera 1,5 km. L'AGRIVOLTAICO mira, quindi, ad armonizzare la produzione energetica, quella agricola e la salvaguardia dei processi ecologici che sostengono il benessere umano, creando una forte sinergia tra operatori economici ed istituzionali nel territorio regionale.

Per la **fase di realizzazione**, l'impatto su flora, fauna e, più genericamente, biodiversità è legato al disturbo causato dal rumore, al sollevamento polveri, al movimento del terreno e alla temporanea perdita di habitat. Tale impatto può essere considerato temporaneo e reversibile e quindi poco significativo.

In fase operativa, considerando gli interventi di mitigazione dell'impatto ambientale finalizzati anche al miglioramento ecosistemico dell'area previsti in progetto, gli impatti sulla componente faunistica legati all'inserimento ambientale dell'impianto *fotovoltaico integrato con attività agricole* possono considerarsi positivi; è notorio, infatti, che la fascia arbustiva/arborea di mitigazione perimetrale e la valorizzazione del prato erboso creano un "habitat" più attrattivo per la fauna ed avifauna. Inoltre, la presenza di specie mellifere autoctone contribuisce a formare chiazze caratterizzate da habitat eterogenei in grado di attrarre insetti impollinatori. I risultati del monitoraggio saranno registrati tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

2.7 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Relativamente al monitoraggio della continuità dell'attività agricola nel corso della vita dell'impianto verranno valutati i seguenti elementi:

1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza annuale a cui verranno allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

3. Matrice qualitativa degli impatti

Al fine di dare una valutazione sinottica ed esaustiva di tutti i potenziali impatti provocati dalla "presenza" dell'opera, nonché dalle sue condizioni in esercizio, le valutazioni sin qui riportate sono composte e riassunte nella seguente matrice qualitativa degli impatti.

4. Identificazione delle componenti/fattori ambientali da monitorare

Per quanto descritto in precedenza, mentre non si ritiene opportuno pianificare un monitoraggio sulle componenti ambientali Atmosfera, Ambiente idrico ed Ambiente fisico, poiché il progetto mira a realizzare una infrastruttura verde multifunzionale, sembra fondamentale prevedere un piano di monitoraggio sui potenziali impatti positivi sulle componenti vegetazionali, faunistiche ed ecosistemiche, al fine di validare sperimentalmente la bontà di un approccio progettuale di tipo paesaggistico. In particolare, l'obiettivo del piano di monitoraggio è quello di dimostrare che il fotovoltaico integrato da attività agricole e zootecniche (*Agrivoltaico*) può rappresentare una infrastruttura verde. Tale progetto, se verificate le previsioni, potrebbe rappresentare un caso di studio da utilizzare come modello da seguire a livello regionale e nazionale per una nuova *view* di impianto come una infrastruttura verde capace di fornire molteplici servizi ecosistemici e opportunità per la creazione di valore condiviso nei sistemi fotovoltaici a terra. **Inoltre, come previsto dall'Articolo 31 comma 5 del Decreto legge n° 77 del 31 maggio 2021, specifiche azioni saranno finalizzate a monitorare l'impatto dell'impianto agrivoltaico sulla produttività delle colture insistenti su di esso.** Per quanto riguarda le colture foraggere sarà necessario monitorare la produttività sia in termini di biomassa che di "indice di utilizzazione del pascolo", ossia la quota di biomassa utilizzata dagli animali rispetto alla disponibile, confrontando i valori ottenuti nell'area di insistenza dei moduli fotovoltaici con quelli di aree della superficie di pertinenza dell'impianto coltivate a prato stabile non coperte dai pannelli. Inoltre, nelle stesse aree verrà valutato l'impatto dell'impianto e dell'attività di pascolo sulle comunità vegetative attraverso rilievi periodici della copertura erbacea anche attraverso l'uso di indici di vegetazione da telerilevamento (o *remote sensing*), come l'NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

5. Articolazione temporale del monitoraggio

Il Piano di monitoraggio si articolerà in tre fasi distinte:

a) Monitoraggio ante-operam: si conclude prima dell'inizio delle attività legate alla realizzazione dell'opera ed ha lo scopo di verificare lo stato di fatto descritto nel SIA nonché di rappresentare la situazione di partenza da confrontare con i successivi rilevamenti per valutare gli effetti indotti dagli interventi. Il monitoraggio dovrà riguardare i parametri caratterizzanti l'attività ed avere una durata che dipende sia dalla componente indagata che dalla tipologia dell'opera.

b) Monitoraggio in corso d'opera: comprende il periodo di realizzazione, ovvero dall'apertura del cantiere fino allo smantellamento dello stesso ed al ripristino dei luoghi. Data la particolarità delle azioni che contraddistinguono la fase di cantiere rispetto al post operam, le attività previste nel piano di monitoraggio per il corso d'opera possono svolgersi indipendentemente da quanto previsto per le fasi successive.

c) Monitoraggio post-operam: si riferisce al periodo di esercizio, con una durata che dipende sia dalla componente indagata che dalla tipologia dell'opera. Il fine è quello di controllare i livelli di ammissibilità, di confrontare i valori degli indicatori misurati in fase post-operam con quelli rilevati nella fase ante-operam e di verificare l'efficacia delle misure di mitigazione e compensazione adottate.

6. Piano esecutivo del monitoraggio ambientale dei parametri identificati

Prerogativa fondamentale del PMA è quella di configurarsi come strumento flessibile in grado di adattarsi, durante le diverse fasi di ante, corso e post opera, ad una eventuale riprogrammazione delle attività di monitoraggio (frequenze di campionamento, parametri da misurare, siti da monitorare, ecc.) a seconda delle specifiche esigenze e necessità che si potranno determinare nel corso del tempo.

Per ciascuna componente/fattore ambientale individuata nel paragrafo 4 saranno definiti:

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

- a) le aree di indagine nell'ambito delle quali programmare le attività di monitoraggio e, nell'ambito di queste, le stazioni/punti di monitoraggio in corrispondenza dei quali effettuare i campionamenti (rilevazioni, misure, ecc.);
- b) i parametri analitici descrittivi dello stato quali-quantitativo della componente/fattore ambientale attraverso i quali controllare l'evoluzione nello spazio e nel tempo delle sue caratteristiche, la coerenza con le previsioni effettuate nel SIA e l'efficacia delle misure di mitigazione adottate;
- c) le tecniche di campionamento, misura ed analisi e la relativa strumentazione;
- d) la frequenza dei campionamenti e la durata complessiva dei monitoraggi nelle diverse fasi temporali;
- e) le eventuali azioni da intraprendere (comunicazione alle autorità competenti, verifica e controllo efficacia azioni correttive, indagini integrative sulle dinamiche territoriali e ambientali in atto, aggiornamento del programma lavori, aggiornamento del PMA) in relazione all'insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti.

Di seguito si schematizzano le tempistiche degli interventi previsti e i relativi costi su base complessiva (fase ante operam ed in corso d'opera) o annua (fase post operam).

6.1. Ante-Opera

Analisi dello stato di fatto del **suolo** (IQBS e IBF) e della **biodiversità** dell'area di impianto e del contesto di riferimento al fine di evidenziare gli effetti delle opere di mitigazione nel tempo. Il costo complessivo è di € 8.970,00 + IVA.

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

Tabella 1. Costo per un anno di monitoraggio prima della realizzazione dell'opera. Il costo si intende IVA esclusa

Componente	Periodo	Numero uomini	Numero Giorni	Numero ore totali	Costo lordo unitario ora per uomo (€)	Costo Sopralluogo (€)	Costo relazione (€)
Suolo (IQBS e IBF)	Almeno 1 mese prima dell'avvio dei lavori.	1	3	15	70	1.050	500
Flora	Marzo-Aprile	2	1	10	70	700	1.000
	Settembre-Novembre	2	1	10	70	700	
Fauna (Insetti impollinatori e Avifauna)	novembre-gennaio (Svernamento, analisi quantitativa)	1	2	12	70	840	2.500
	marzo-maggio (riproduzione-migrazione, analisi quantitativo)	1	2	12	70	840	
	Agosto-ottobre (migrazione autunnale, analisi qualitativa)	1	2	12	70	840	

6.2. Fase di Costruzione

Analisi dell'impatto delle opere di cantiere sulla fauna e sugli insetti rispetto lo stato dell'arte. Il costo complessivo del monitoraggio è di € 5.020,00 + IVA..

Tabella 2. Costo per monitoraggio in fase di realizzazione. Il costo si intende IVA esclusa

Componente	Periodo	Numero uomini	Numero Giorni	Numero ore totali	Costo lordo unitario ora per uomo (€)	Costo Sopralluogo (€)	Costo relazione (€)
Fauna (Insetti impollinatori e Avifauna)	novembre-gennaio (Svernamento, analisi quantitativa)	1	2	12	70	840	2.500
	marzo-maggio (riproduzione-migrazione, analisi quantitativo)	1	2	12	70	840	
	Agosto-ottobre (migrazione autunnale, analisi qualitativa)	1	2	12	70	840	

6.3. Post Opera

Monitoraggio degli effetti delle azioni di mitigazione ecologica rispetto allo stato ante-opera. Tre anni di monitoraggio, il primo anno realizzato dopo la chiusura del cantiere, il secondo dopo tre anni dalla chiusura del cantiere e il terzo dopo 6 anni. Il costo complessivo per singolo anno è di € 11.220,00 + IVA per singolo anno.

Tabella 3. Costo per singolo anno di monitoraggio. Il costo si intende IVA esclusa

Componente	Periodo	Numero uomini	Numero Giorni	Numero ore totali	Costo lordo unitario ora per uomo (€)	Costo Sopralluogo (€)	Costo relazione (€)
Suolo (IQBS e IBF)	Marzo-Aprile	1	2	10	70	700	1.000
	Settembre-Novembre	1	2	10	70	700	
Flora	Settembre-Novembre	2	2	20	70	1.400	1.000
	Settembre-Novembre	2	2	20	70	1.400	
Fauna (Insetti impollinatori e Avifauna)	novembre-gennaio (Svernamento, analisi quantitativa)	1	2	12	70	840	2.500
	marzo-maggio (riproduzione-migrazione, analisi quantitativa)	1	2	12	70	840	
	Agosto-ottobre (migrazione autunnale, analisi qualitativa)	1	2	12	70	840	

Monitoraggio delle attività agricole e verifica del rispetto dei disciplinari di produzione adottati e dell'applicazione delle Buone Pratiche Agricole. Consulenza tecnica di campo. Analisi delle produzioni agricole e zootecniche e valutazione comparativa delle stesse con le produzioni ordinarie della zona non condotte in agrivoltaico. Analisi del consumo idrico reale e rilievo e valutazione dei dati relativi al microclima dell'impianto agrivoltaico.

I valori riportati nella Tab. 4 sono rapportati all'estensione delle colture ed alla tipologia. Il monitoraggio viene effettuato in modo periodico durante l'annata agraria. Le relazioni avranno cadenza annuale tranne che per il monitoraggio dello stato

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

idrico dove si prevede la relazione triennale. Si stima che il costo complessivo annuale sia pari a circa € 12.500,00 + Iva ed oneri fiscali e che ogni tre anni ci sia il costo aggiuntivo per la relazione del monitoraggio dello stato idrico di € 5.000,00 + Iva ed oneri fiscali.

Tabella 4. Costo per singolo anno di monitoraggio dell'attività agricola e mantenimento dei parametri produttivi. Il costo si intende IVA esclusa

Voce	Numero	Costo unitario (€)	Costo totale (€)
Verifica dell'applicazione dei disciplinari di coltivazione/produzione adottati e consulenza tecnica di campo	Almeno 3 sopralluoghi anno	500	1.500
Rilievo ed elaborazione dati climatici e del microclima dell'impianto agrivoltaico	da remoto	4.000	4.000
Relazione tecnica agronomica di monitoraggio delle produzioni agricole e zootecniche e valutazione dei parametri di produzione	1 (fine annata agraria)	7.000	7.000
<i>Relazione triennale</i>			
Relazione tecnica per il monitoraggio dello stato idrico	1 (ogni tre anni)	5.000	5.000

6.4. Costi per la supervisione del lavoro e stesura relazioni e report finali

Il costo per la supervisione del lavoro, la stesura delle relazioni e dei report finali per ciascuna fase di monitoraggio (escluso il Monitoraggio delle colture agrarie e del relativo monitoraggio idrico già definiti nella Tab. 4 del par. 6.3) sono di seguito elencati:

- Ante operam € 3.000,00 + IVA;
- In corso d'opera € 1.500,00 + IVA;
- Post operam € 5.000,00 + IVA

7. Restituzione dei dati

I dati ottenuti nel corso del MA saranno strutturati secondo formati idonei alle attività di analisi e valutazione da parte dell'Autorità Competente.

Il database del monitoraggio ambientale dovrà avere i seguenti contenuti minimi:

- a) Metadati relativi alle misure effettuate in campo nelle varie fasi esecutive delle attività di monitoraggio, quali ad esempio:
 - coordinate geo-riferite dei punti di campionamento;
 - dati di contorno (ad esempio dati meteo);
 - data, ora e durata della misura;
 - dati di riferimento della strumentazione utilizzata;
 - dati di riferimento del tecnico misuratore.
- b) Immagini relative ai momenti di misura e ai luoghi di misura;
- c) Eventuali cartografie utili per la localizzazione di punti di misura, di sorgenti d'impatto impreviste e di interventi di mitigazione o compensazione;
- d) File shp (*shape file*) dei materiali di rilievo.

Il database, compilato dal Responsabile del MA, verrà inviato al soggetto proponente sulla base delle cadenze che verranno definite in fase di assegnazione della

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

proposta progettuale, accompagnato da una breve relazione tecnica illustrante i dati raccolti, le eventuali incongruenze tra quanto previsto dal SIA e dal PMA stesso in relazione ai possibili impatti sulle componenti ambientali, ai provvedimenti da prendere in merito alla compensazione o mitigazione degli impatti effettivi misurati. A conclusione delle varie fasi di monitoraggio, il soggetto proponente provvederà ad inviare all'Autorità Competente il report di fine fase contenente gli elementi sopra menzionati.

8. Responsabile del MA

La figura del Responsabile del MA rappresenta il soggetto tecnico e l'interfaccia con gli organi di controllo che svolgerà il coordinamento per lo svolgimento e la gestione delle attività di monitoraggio, eventualmente coadiuvato da specialisti settoriali, per l'intera durata di tali attività. Le funzioni attribuibili a tale ruolo possono essere come di seguito individuato:

- coordinamento tecnico-operativo delle attività relative al monitoraggio delle diverse componenti previste nel PMA;
- verifica della conformità della documentazione tecnica risultante dal monitoraggio con quanto previsto nel PMA medesimo;
- predisposizione e trasmissione della documentazione da trasmettere all'Autorità Competente ed eventualmente agli enti di controllo;
- comunicazione tempestiva all'Autorità Competente ed agli enti di controllo di eventuali anomalie riscontrate durante l'attività di monitoraggio, dalle quali possano risultare impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore, rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di VIA, e conseguente coordinamento delle azioni da svolgere in caso di tali impatti imprevisi;
- definizione, in caso di necessità, di opportuni interventi correttivi alle attività di monitoraggio da porre in atto previa comunicazione all'Autorità Competente.

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

Il Responsabile del Monitoraggio Ambientale costituisce, dunque, una figura integrata ai soggetti professionali che hanno responsabilità tecnica nel cantiere, interfacciandosi e coordinandosi con il Direttore Lavori e il Coordinatore per la Sicurezza nella fase di Esecuzione lavori.

Il responsabile della procedura è stato individuato nella figura del Prof. Marcello Salvatore Lenucci (Università del Salento) che si avvarrà della collaborazione del Dr. Teodoro Semeraro (Università del Salento) e di esperti qualificati all'interno della Società Ofride S.R.L, contrattualizzati direttamente dal committente.

AGRICOLTURA 4.0 - INNOVAZIONE NELLA GESTIONE AGRICOLA

Premessa

L'impianto *agrovoltico* prevede come attività di “*valorizzazione agricola*” (vedi PROGETTO DI MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E VALORIZZAZIONE AGRICOLA) la realizzazione di un prato stabile permanente con il Trifoglio sotterraneo (*Trifolium subterraneum* L.) sia nella superficie interessata dalla copertura dei pannelli che in quella non interessata assieme ad erba medica (*Medicago sativa* L.), sulla (*Hedysarum coronarium* L.) e loietto (*Lolium perenne* L.). Il prato permanente monofita/polifita sarà gestito in *asciutta*.

Tipologia di gestione agronomica delle coltivazioni.

Obiettivo del campo **agrovoltaico** è quello di ottenere produzioni agricole economicamente vantaggiose, ma soprattutto sostenibili a livello ambientale.

Perfettamente in linea con le direttive programmatiche de “*Il Green Deal europeo*” la gestione agricola sarà fatta secondo i dettami del Reg. 848/18 e s.m.i. “agricoltura biologica”. Pertanto, non saranno utilizzati prodotti chimici di sintesi per effettuare la lotta contro le erbe infestanti, contro fitofagi e parassiti vari del mondo vegetale e animale.

Nella scelta delle colture di interesse agrario da utilizzare nel campo agrovoltaico si è tenuto conto delle seguenti considerazioni:

- utilizzo di piante resistenti alle avversità biotiche ed abiotiche;
- gestione agronomica “minimale”;
- bassa incidenza delle spese di gestione;
- effetto protettivo e migliorativo della componente suolo;
- effetto protettivo e migliorativo dell'idrologia superficiale (diminuzione dell'erosione superficiale e regimazione del deflusso delle acque meteoriche);
- implementazione e sviluppo della biodiversità;
- supporto alla diffusione e sostentamento degli insetti pronubi (*Apis mellifera* in modo particolare);
- remunerazione economica adeguata agli indirizzi gestionali superiore alla situazione ante agrovoltaico.

Interventi innovativi nella gestione agricola

In previsione della gestione “*biologica*” delle culture agrarie, risulta essere necessario un monitoraggio attento e puntuale dei fattori che influenzano la

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

produzione. Così facendo si consentirebbe una gestione agronomica “essenziale” ed “efficace”. E’ ormai acclarato che i fattori che condizionano le produzioni agrarie (oltre al tipo di pianta/vegetazione) sono legati al *clima* (Temperatura, Umidità, Pioggia, Vento, e Luminosità), al *suolo* (caratteristiche chimico fisiche del terreno, capacità di ritenzione idrica – CSC) e all’*acqua* (salinità, durezza, temperatura, ecc...). Conoscere in modo sistematico ed in tempo reale i dati relativi ai fattori della produzione consentirebbe di ottimizzare le cure colturali (soprattutto gli interventi fitosanitari con agrofarmaci) con un notevole risparmio dei costi di gestione e soprattutto ottimizzando le produzioni.

Pertanto, il campo agrovoltico sarà oggetto di **monitoraggio continuo** grazie all’utilizzo di opportune centraline e sensori (vedi Tav. 11UET) che forniranno dati in tempo reale da remoto (attraverso rete cellulare) al tecnico agronomo, supportandolo nella tempistica operativa grazie all’ausilio di apposito software gestionale gestito da PC, tablet o telefono.

I dati raccolti dai sensori possono essere analizzati all’interno della piattaforma gestionale (software applicativo) in maniera semplice e intuitiva ed essere esportati in diversi formati per essere analizzati tramite tools esterni.

Uno strumento dalle potenzialità illimitate che permette di utilizzare i dati per creare avvisi e notifiche personalizzate, basta scegliere i valori da considerare, le regole di allerta e la modalità di invio degli avvisi. Inoltre, sarà possibile predisporre una libreria di allerte già precompilate e pronte all’uso.

Le informazioni raccolte dai sensori e dalle stazioni meteo possono essere utilizzate per ottenere un consiglio irriguo nei giorni futuri.

Il sistema incrocerà le misurazioni con le previsioni meteo e, grazie a calcoli specifici in base alla coltura, consiglierà quando e quanto irrigare.

I dati dei sensori posizionati nel campo agrovoltico saranno utilizzati per ottenere avvisi di difesa effettivamente basati su dati locali. In questo modo sarà possibile individuare i momenti ottimali di entrata in campo, prevenendo l’insorgenza delle

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

malattie con trattamenti precisi, risparmiando risorse e proteggendo al meglio la produzione.

Nell'elaborato 11UET è riportata la tipologia e la disposizione dei sensori nel campo agrivoltaico.

Di seguito si riporta la specifica dei dispositivi di monitoraggio previsti.

STAZIONE METEO

Stazione meteo conforme agli standard internazionali basata su meccanica e gruppo sensori che comunica autonomamente verso la piattaforma del gestionale tramite rete cellulare a copertura globale o altro sistema.

La stazione meteo sarà alimentata da batteria ricaricabile grazie all'ausilio di pannello solare.

La stazione meteo sarà dotata di sensoristica base (eventualmente implementabile) per il rilievo di: *Umidità e temperatura ambiente, pluviometro, velocità e direzione vento*. La stazione meteo sarà dotata di adeguata centralina di aggregazione dati.



Esempio di stazione meteo completa alimentata da energia solare

Il posizionamento nel campo agrivoltaico della stazione meteo sarà definito in funzione della connessione di rete e in luogo facilmente accessibile.

SENSORE PER IL RILIEVO DELL'UMIDITA' E TEMPERATURA DEL SUOLO

Si prevede l'utilizzo di sensori per dell'umidità e temperatura del terreno. Il sensore permette di rilevare lo stato idrico e la temperatura del terreno con un'elevata precisione. Le informazioni che fornisce possono essere utili per il monitoraggio di situazioni di stress nelle piante (asfissia e aridità), per le attività di fertilizzazione e per definire i turni d'irrigazione (in questo caso solo per la fascia di

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

mitigazione arbustiva/arborea perimetrale. Saranno posizionati all'interno della fascia di mitigazione arbustiva/arborea perimetrale e nel prato permanente dei tre comparti dell'impianto fotovoltaico.



Esempio di sensore di rilievo dato temperatura e umidità del suolo (parte infissa nel terreno)



Esempio di installazione di sensore per il rilievo temperatura e umidità del suolo

Dott. For. Nicola Cristella
Prof. Marcello S. Lenucci

Martina Franca (TA), 30 aprile 2023



Prof. Marcello Salvatore Lenucci



Dott. For. Nicola CRISTELLA