

PROPONENTE
SIG PROJECT ITALY 1 S.r.l.

Via Porlezza 12,
20123 Milano
p.iva e cod. fiscale 11503980960
email: info@suninvestmentgroup.com
pec: sigproject@legalmail.it

ELABORAZIONI
BLE ENGINEERING S.r.l.

Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta
P.IVA 04659450615



**Sun
Investment
Group**

COD. ELABORATO

CV.RE.INT.04

SCALA

PROGETTO DEFINITIVO

**IMPIANTO AGROVOLTAICO DENOMINATO "CASTEL
VOLTURNO 2",
LOCALIZZATO NEL COMUNE DI CASTEL
VOLTURNO (CE) IN VIA PIETRO PAGLIUCA
DELLA POTENZA DI 55,26 MW**

OGGETTO

**CAMPO FOTOVOLTAICO ED
OPERE DI CONNESSIONE**

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' AGROVOLTAICO

BLE ENGINEERING S.r.l.

ING. GIOVANNI CAROZZA
Sede legale: Viale Cappiello 50, 81100 - Caserta
P.IVA 04659450615

PROGETTAZIONE

SIG PROJECT ITALY 1 SRL
Largo degli Opizzi 19/15
35020 Albignasego (PD)
P.I. 11503980960

S.T.E. Studio Tecnico ing. Esposito
Progettazione e Consulenza

Viale Kennedy, 11 - 81040 CURTI (CE)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ing. Giuseppe Esposito
dott. Antonella Pellegrino
ing. Giuseppe Nasto
ing. Antonio Cotena
ing. Salvatore d'Aiello
ing. Giovanni Scarciglia



BLE Engineering srl
Viale Cappiello 50
81100 CASERTA (CE)
P. IVA 04659450615

Nome documento

Revisione nr.

Del

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' AGROVOLTAICO

0

APRILE 2024

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della BLE S.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di specifica autorizzazione

INTERVENTO DI COSTRUZIONE ED
ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DA REALIZZARSI SU UN LOTTO DI TERRENO
NEL COMUNE DI CASTELVOLTURNO

PROVINCIA DI
Caserta

COMUNE DI
Castelvolturmo

RELAZIONE AGRONOMICA E PIANO DI UTILIZZAZIONE
AZIENDALE

PROPONENTE
SIG PROJECT ITALY 1 srl



IL TECNICO
Dott. Agr.
Lorenzo Fusco

Napoli
24/01/2023



Sommario

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROPOSTO	2
2.1	introduzione	2
2.2	Inquadramento catastale.....	3
2.3	Descrizione dettagliata dell'intervento proposto	5
3	AGRIVOLTAICO: ESPERIENZE E PROSPETTIVE	8
3.1	Compatibilità delle macchine ed attrezzature agricole con la struttura fotovoltaica	11
4	IL PROGETTO RISPETTO ALLE LINEE GUIDA DEL MITE SUGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI	11
4.1	Riepilogo e sintesi della verifica dei requisiti riportati nelle linee guida ministeriali.....	18
5	CONCLUSIONI.....	20



1 PREMESSA

Con il presente elaborato il sottoscritto dott. Agr. Lorenzo Fusco libero professionista, iscritto all'Ordine professionale dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Caserta al n°321, con studio in Sessa A. (CE) alla via A. Moro n. 1, in seguito all'affidamento dell'incarico da parte Ing. Giuseppe Esposito, con studio in Viale Kennedy n. 11 - 81040 Curti (CE) relativo alla redazione di uno studio agronomico per la verifica della corrispondenza del progetto presentato con i requisiti e le caratteristiche richiamati al paragrafo 2.2 delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" del giugno 2022 elaborate dal MASE, presenta la seguente relazione tecnica.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO PROPOSTO

2.1 introduzione

Il progetto proposto prevede la realizzazione di una centrale Agrivoltaica, da realizzarsi con moduli in silicio monocristallino installati su inseguitori solari monoassiali. La centrale, insistente su una superficie di circa 88 ettari, è ubicata nel Comune di Castel Volturno (CE) via Domitiana, snc. L'intervento è proposto dalla SIG PROJECT ITALY 1 S.R.L., con Sede Legale in Via Porlezza 12, 20123, Milano (MI), rappresentata dal dott. D'Elia Giuseppe, nato a Padova (PD) il 20/01/1970, c.f. DLEGPP70A20G224Q, domiciliato a Padova (PD), via P. P. Vergerio, n. 26 I 7, CAP 35126, nella qualità di Amministratore Unico.

L'impianto in progetto avrà una potenza complessiva nominale di 55,26 MW ed accumulo da 5000 kWp, data dalla somma delle potenze nominali dei singoli Moduli fotovoltaici, e sarà costituito da n. 1588 inseguitori monoassiali con orientazione nord-sud (tracker da 1299 x 58 e 289 x 29 pannelli FV). L'impianto sarà suddiviso in 9 blocchi di potenza (sottocampi), ciascuno dei quali invierà l'energia prodotta a delle power station dotate di trasformatore MT/BT. All'interno della power station si eleverà la tensione BT a 400 V fornita in uscita dagli inverter alla tensione MT di 30.000 V per il successivo vettoriamento dell'energia alla Cabina MT Utente posta al confine dell'area utile dell'impianto. La soluzione impiantistica dell'Impianto di Rete per la Connessione prevede che l'allaccio dell'impianto FV alla rete tramite la realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna a 150 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione a 380/150 kV in località



Cancello ed Arnone. Tale soluzione prevede la realizzazione dei seguenti impianti, per i quali ha facoltà di realizzazione in proprio: cavidotto interrato per la lunghezza di circa 11 Km.

La produzione di energia annua dell'impianto è stimata in circa 108.920 MWh /anno.

2.2 Inquadramento catastale

L'area di progetto, estesa circa 88 ettari, è ubicata nell'area nord dei limiti amministrativi comunali.

Si riporta di seguito uno schematico inquadramento dei catastali interessati dal progetto:

Comune	Foglio	p.IIIa	qualità/Classe	Superficie Catastale in ha
Castelvoturno	3	5061	Seminativo / 3	8,45
Castelvoturno	3	55	Seminativo / 2	15,2048
Castelvoturno	3	24	Seminativo / 3	5,8556
Castelvoturno	3	5085	Seminativo / 1	5,8335
Castelvoturno	3	53	Seminativo irriguo / U	8,3383
			Seminativo / 2	
Castelvoturno	3	23	Seminativo irriguo / U	12,886
			Seminativo / 3	
Castelvoturno	3	52	Seminativo / 3	9,05
Castelvoturno	3	51	Seminativo / 2	9,475
Castelvoturno	3	22	Seminativo / 3	12,467
TOTALE				87,5602

Il Cavidotto MT sarà realizzato su un percorso che attraversa Via Pagliuca, nel comune di Castel Voltorno (CE), prosegue attraversando il comune di Cancello ed Arnone (CE), attraversando il fiume Voltorno a livello del ponte ubicato a via Consolare, prosegue per la medesima via e, successivamente, passerà per via A. Diaz, fino alla sottostazione Terna, ubicata sulla stessa via al foglio 39, p.IIIa 52 e confinanti.

Il cavidotto ha una lunghezza di circa 11 km. L'impianto di Utenza per la connessione sarà ubicato presso la sottostazione Terna, su territorio comunale di Cancello ed Arnone (CE), foglio 39, p.IIIa 52 e confinanti.

La Stazione Elettrica di Utenza sarà ubicata all'interno del campo FV.

TAVOLA DI INQUADRAMENTO GENERALE



LEGENDA

- TRACKER PV
- AREA DI IMPIANTO
- CONFINI SITO
- ELEMENTI NATURALI LINEARI
- RECINZIONE ESTERNA
- CABINA AUX
- POWER STATION SMA
- STRADE INTERNE
- OdR
- DISTANZA DAI SITI CONTAMINATI DGR 988/2020
- LIMITI AMM CASTELVOLTURNO
- LIMITI AMM CASTELVOLTURNO
- LIMITI AMMINISTRATIVI COMUNALI

MAPPA DI INQUADRAMENTO



SISTEMA DI RIFERIMENTO GEOGRAFICO EPSG: 32633



2.3 Descrizione dettagliata dell'intervento proposto

I componenti principali delle opere elettromeccaniche sono i seguenti:

- Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno;
- Inverter;
- Interruttori, trasformatori e componenti per la protezione elettrica per la sezione MT e BT;
- Cavi elettrici per le varie sezioni in corrente alternata e continua.

Di seguito sono descritte le principali caratteristiche tecniche ed i componenti degli inseguitori solari (tracker) monoassiali che verranno installati presso l'impianto FV in progetto.

I moduli FV verranno installati su inseguitori monoassiali con caratteristiche tecniche assimilabili a quelle sviluppate dalla tecnologia Nextracker o similare. La tecnologia dell'inseguimento solare lungo la direttrice Est-Ovest è stata sviluppata al fine di conseguire l'obiettivo di massimizzazione della produzione energetica e le prestazioni tecnico economiche degli impianti FV sul terreno che impiegano pannelli in silicio cristallino. Il tracker monoassiale, utilizzando particolari dispositivi elettromeccanici, orienta i pannelli FV in direzione del sole lungo l'arco del giorno, nel suo percorso da Est a Ovest, ruotando attorno ad un asse (mozzo) allineato in direzione nord-sud.

Nel caso dell'impianto in progetto si prevede l'impiego delle seguenti strutture:

- Struttura 1299 x 58 moduli fotovoltaici da 660 W disposti in portrait;
- Struttura 289 x 29 moduli fotovoltaici da 660 W disposti in portrait;

Ciascun inseguitore sarà composto dei seguenti elementi:

Componenti meccanici della struttura in acciaio: pali di sostegno (altezza circa 3 m compresa la porzione interrata) e profili tubolari (le specifiche dimensionali variano in base alle caratteristiche geologico-geotecniche terreno e al vento e sono incluse nelle specifiche tecniche stabilite durante la progettazione esecutiva del progetto).

Supporto del profilo Omega e ancoraggio del pannello.

Componenti asserviti al movimento: teste di palo (per montanti finali e intermedi di cui una supportante il motore). Una scheda di controllo elettronica per il movimento (una scheda può servire 10 strutture).

Motore (attuatore elettrico lineare (mandrino) AC).

L'interdistanza Est-Ovest tra gli assi di rotazione dei tracker è pari a 6 metri.



Pali di sostegno: non richiedono fondazione in calcestruzzo. Il palo è rappresentato da un profilato ad omega in acciaio per massimizzare la superficie di contatto con il terreno; la profondità dipende dal tipo di terreno interessato. Una flangia, tipicamente da 5 cm, viene utilizzata per guidare il palo con un infissore al fine di mantenere la direzione di inserimento entro tolleranze minime.

Moduli fotovoltaici: Tenuto conto della tipologia di impianto fotovoltaico in oggetto, ai fini della definizione delle scelte progettuali sono stati assunti come riferimento i moduli FV commercializzati dalla Trina Solar, società leader nel settore del fotovoltaico.

Ciascun modulo, realizzato con n. 132 celle.

Relativamente agli aspetti concernenti la scelta dei moduli e degli inseguitori monoassiali, atteso che il settore degli impianti fotovoltaici è attualmente caratterizzato da un'elevata e continua innovazione tecnologica, in grado di creare nuovi sistemi con efficienze e potenze nominali sempre crescenti; considerato altresì che la durata complessiva delle procedure autorizzative è, di regola, superiore ai sei mesi, nella fase di progettazione esecutiva dell'impianto è possibile che la scelta ricada su moduli differenti.

È da escludere, peraltro, che dette eventuali varianti determinino sostanziali modifiche al progetto.

la struttura della distribuzione elettrica è realizzata a partire dal nodo della rete MT di Terna alla tensione di 30kV (Cabina Primaria di "Garigliano"), collegata mediante cavo MT alla cabina di Media Tensione utente ubicata nell'area utile dell'impianto, a cui sono collegate le cabine inverter.

Per maggiori dettagli si rimanda alle planimetrie riportate ed allo schema unifilare di impianto.

Connessione alla rete di distribuzione: La soluzione impiantistica del Distributore ha previsto che l'allaccio dell'impianto FV alla rete di Distribuzione avvenga tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT in località Canello ed Arnone.

Il progetto prevede l'installazione di n. 1 quadro MT denominato "QMT-Utente", posizionato ai confini del lotto di intervento, che raccoglie le linee in arrivo a 30kV dalle cabine di conversione e trasformazione dei sottocampi oltre a fornire i Servizi Ausiliari della cabina.

Il quadro MT e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore.

Il quadro elettrico MT sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinato alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.



Il quadro sarà realizzato in esecuzione protetta e sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e aventi ciascuno un involucro isolante, di tipo "sistema a pressione sigillato" (secondo definizione CEI 17.1, allegato EE), che realizza un insieme a tenuta riempito con esafluoruro di zolfo (SF6) a bassa pressione relativa, delle parti attive contenute nell'involucro e di un comando manuale ad accumulo di energia tipo RI per versione SF1, (tipo GMH elettrico per SF2). Gli interruttori avranno una piastra anteriore equipaggiata con gli organi di comando e di segnalazione dell'apparecchio. Ogni interruttore potrà ricevere un comando elettrico.

Gli interruttori MT saranno ad interruzione in SF6 con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar. Il gas impiegato sarà conforme alle norme IEC 376 e norme CEI 10-7. Il potere di corto circuito non dovrà essere inferiore a 16 kA.

I cavi sono isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC, con le seguenti caratteristiche:

Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.

Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2 Strato semiconduttore: estruso (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV) Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 18/36$ kV) Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz Colore: rosso.

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio con cavi direttamente interrati in trincea.

Power station: La realizzazione dell'impianto fotovoltaico prevede l'impiego di n. 9 power station per la trasformazione BT/MT, ovvero Stazioni di Potenza al cui interno è presente un inverter, un trasformatore di media e una cabina di media. Il dispositivo di conversione scelto per questo impianto è una MV Power Station 5000 marcato SMA Solar Technology AG. Alla cabina MT confluiranno le linee elettriche provenienti dal campo agro-fotovoltaico.

Cavi per la distribuzione in Bassa Tensione: Per la distribuzione in BT saranno utilizzati cavi aventi le seguenti caratteristiche: cavo unipolare/ multipolare FG16R16 per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 k, sotto guaina di PVC, ovvero cavi del tipo FG7OR Tensione nominale U_0/U : 0.6/1kV con conduttore in rame, isolamento in gomma EPR e guaina in PVC, conforme a norma CEI 20-22 e CEI 20-34.



I circuiti di sicurezza saranno realizzati mediante cavi FTG10(O)M1 0,6/1 KV - CEI 20-45 CEI 2022 III / 20-35 (EN50265) / 20-37 resistenti al fuoco secondo IEC 331 / CEI 20-36 EN 50200, direttiva BT 73/23 CEE e 93/68 non propaganti l'incendio senza alogeni a basso sviluppo di fumi opachi con conduttori flessibili in rame rosso con barriera antifuoco. Per collegamenti in c.c. verranno impiegati cavo unipolari adatti al collegamento dei vari elementi degli impianti fotovoltaici e solari, sigla H1Z2Z2-K con tensione nominale di esercizio: 1.0kV C.A. - 1.5kV C.C. (anche verso terra), colore guaina esterna Nero o Rosso (basato su RAL 9005 o 3000).

Quadri di campo e di parallelo stringhe lato c.c.: I quadri di campo assicureranno il collegamento elettrico fra le stringhe provenienti dal generatore fotovoltaico ed il gruppo di conversione c.c./a.c. ed includeranno protezioni di stringa e per le sovratensioni atmosferiche. Verranno utilizzati degli string box SMA modello DC-CMB-U15-16; in particolare ai primi 6 gruppi di conversione afferiranno 22 String Box, ai gruppi di conversione n. 7 ed 8 afferiranno 20 String Box, mentre all'ultimo gruppo di conversione saranno collegati 9 String Box.

Per ulteriori dettagli progettuali si rimanda all'elaborato "R01-RG – Relazione Generale".

3 AGRIVOLTAICO: ESPERIENZE E PROSPETTIVE

L'agrivoltaico, ovvero l'integrazione sinergica tra produzione primaria e di energia da fonte solare, mira ad inserirsi tra l'esigenza di produrre energia da "fonti pulite" nel rispetto dell'ambiente, in particolare nella componente "suolo". La letteratura scientifica sul tema, ad oggi ampiamente indagato ed analizzato, consente oggi di sviluppare progetti in cui esercizio agricolo e generazione elettrica da pannelli fotovoltaici sono totalmente integrati. La specifica soluzione permette di conseguire vantaggi che sono superiori alla semplice somma dei vantaggi ascrivibili alle due utilizzazioni del suolo singolarmente considerate, ed è per questo che si parla di dinamica sinergica.

L'agrivoltaico ha infatti diversi pregi:

- i pannelli sollevati a 2,4 metri da terra permettono di continuare l'attuale attività agricola che, nel caso specifico, trattasi di allevamento zootecnico bufalino;
- La realizzazione del sistema Agrivoltaico non produce impatti significativi sull'ambiente e gli ecosistemi agrari rilevati nell'area di progetto. Le aree marginali quali canali di scolo ed elementi della Bonifica Agraria, non sono infatti interessati da strutture o altri elementi



dell'impianto, né l'attuale uso del suolo subirà modifiche permettendo l'evoluzione naturale delle dinamiche fitosociologiche in condizioni di pressione antropica invariate rispetto all'attualità.

- Lo specifico ordinamento colturale attualmente in essere in azienda e che verrà preservato ad impianto funzionante, trarrà giovamento dalla presenza dei pannelli fotovoltaici con altezza sufficiente alla continuazione dell'attività zootecnica. È noto infatti che le bufale cercano riparo all'ombra nelle stagioni maggiormente soleggiate con impatti positivi sulla produzione di latte.

Inoltre, negli ambienti o nelle stagioni sub-aride, la presenza dei pannelli ad un'altezza compatibile con la movimentazione dei mezzi meccanici ed il loro effetto di parziale ombreggiamento del suolo, determinano una significativa contrazione dei flussi traspirativi a carico delle colture, una maggiore efficienza d'uso dell'acqua, un accrescimento vegetale meno condizionato dalla carenza idrica, un bilancio radiativo che attenua le temperature massime e minime registrate al suolo e sulla vegetazione con la conseguenza di un incremento di efficienza del funzionamento dei pannelli fotovoltaici.

Le scelte colturali e varietali sono sostanzialmente legate ad aspetti di natura progettuale, principalmente altezza ed interasse dei pannelli oltre che a fattori intrinseci delle colture in termini di vocazione del territorio per le differenti colture che, nel caso specifico, si limitano al prato-pascolo permanente.

Un altro parametro fondamentale per le scelte progettuali e colturali, è la quantità di radiazione elettromagnetica in quanto i due sistemi sono in competizione rispetto a questo fattore e, trovandosi la coltura sotto i pannelli, a questa giunge una minor quantità di radiazione luminosa per la fotosintesi. In ambienti con forte disponibilità di radiazione luminosa un parziale ombreggiamento potrebbe anche favorire la crescita, come nel caso specifico (*cf. elenco puntato in epigrafe*) che si avvantaggiano di un ombreggiamento parziale. La minor disponibilità di radiazione elettromagnetica si riflette anche sull'evapotraspirazione con risparmio di acqua nell'approvvigionamento idrico. La copertura con pannelli, determinando una minore bagnatura fogliare sulle colture stesse, comporta inoltre una minore incidenza di alcune malattie legate a climi caldo umidi o freddo umidi.

Sulla base di tali considerazioni si può pertanto sintetizzare il seguente approccio razionale:

- messa in coltura di varietà precoci per la possibilità di coltivare anche in inverno
- semina o trapianto anticipati per le colture compatibili con questa pratica
- possibilità di coltivare specie che non sopravviverebbero in un clima caldo-arido, vista la diminuzione delle temperature fino a 5 °C sotto i pannelli rispetto alle superfici in pieno campo;



- Mettere in coltura le specie che gli studi riportati anche nelle linee guida ministeriali vengono individuate come colture che sono favorite dalla presenza di pannelli fotovoltaici rialzati e conseguente ombreggiamento parziale quali segale, orzo, avena, cavolo verde, colza, piselli, asparago, carota, ravanello, porro, sedano, finocchio e tabacco.

In definitiva la *Core Idea* attorno cui si sviluppano tecnologia e tecnica agrivoltaiche è rappresentata dalla possibilità di continuare a svolgere attività agricole caratteristiche del territorio anche nel rispetto del contesto paesaggistico-ambientale

Gli studi maggiormente noti, di cui alcuni riportati anche nelle linee guida ufficiali, come durante la sperimentazione presso il Fraunhofer Institute, riportano che sia la resa agricola che quella solare sono risultate pari all'80-85% rispetto alle condizioni di un suolo senza solare così come di un terreno destinato al solo fotovoltaico. Ciò significa che è stato raggiunto un valore di LER ("land equivalent ratio") pari a 1,6-1,65 (ovvero di gran lunga superiore al valore unitario che indica un semplice effetto additivo fra le due tipologie d'uso interagenti), evidenziando la rilevante convenienza ad esplicitare i due processi produttivi in parallelo.

Concludendo, tra i vantaggi dell'approccio agrivoltaico si elencano:

- un significativo risparmio emissivo di gas serra;
- la possibilità di incamerare sostanza organica nel suolo e pertanto sequestrare carbonio atmosferico;
- adottare metodi "integrati" di controllo dei patogeni, degli insetti dannosi e delle infestanti,
- valorizzare al massimo le possibilità di inserire aree d'interesse ecologico ("ecological focus areas") così come previste dal "greening";
- favorire la biodiversità e la connettività ecosistemica a scala di campo e territoriale;
- integrare la produzione di energia rinnovabile con la pratica di un'agricoltura innovativa, integrata o biologica, conservativa delle risorse del suolo, rispettosa della qualità delle acque e dell'aria;
- realizzare come efficace strumento d'integrazione del reddito agricolo capace di esercitare un'azione "volano" nello sviluppo del settore agricolo.



- Miglioramento, nel lungo periodo della fertilità dell'area, applicando una gestione sostenibile delle colture effettuate.

3.1 Compatibilità delle macchine ed attrezzature agricole con la struttura fotovoltaica

La tipologia di impianto fotovoltaico in progetto, inteso nel caso specifico come *“insieme di componenti che producono e forniscono elettricità ottenuta per mezzo dell'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici e dagli altri componenti, tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche in corrente alternata e/o di immetterla nella rete distribuzione o di trasmissione”*, classificabile come impianto agrivoltaico avanzato di tipo uno, prevede l'installazione dei moduli fotovoltaici su pali portanti con altezza alla cerniera di di 2,2 metri, luce massima di 3,76 metri, interasse di 6,15 metri e larghezza dei pannelli di 2,38 m.

Assumendo che l'angolo di sterzata della trattrice non varia in funzione delle attrezzature portate o trainate, tra quelle elencate ai paragrafi precedenti, che l'angolo di sterzata riportato nella scheda tecnica della macchina presa come riferimento è di 55% che corrisponde a un raggio di sterzata di 4,3 metri, data la distanza tra l'interasse dei pannelli di 6,15 metri, si ravvisa l'impossibilità di effettuare una inversione di marcia a fine campo in unica sterzata e la necessità di eseguire almeno una manovra. La larghezza della viabilità di servizio perimetrale all'impianto fotovoltaico deve essere pertanto almeno di 6 metri.

4 IL PROGETTO RISPETTO ALLE LINEE GUIDA DEL MITE SUGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

In merito a quanto riportato nelle linee guida Ministeriali del Giugno 2022 si fa presente che il presente progetto si configura come un sistema agrivoltaico in cui la coltivazione/allevamento zootecnico avviene tra le file dei moduli fotovoltaici e sotto di essi, determinando un consumo di suolo nullo. Gli unici ingombri sono rappresentati dai pali di sostegno dei pannelli fotovoltaici, le cui dimensioni sono sicuramente trascurabili rispetto all'estensione dell'area di progetto, né incidono sulla SAU e dalle cabine elettriche di campo che hanno anche esse dimensioni trascurabili sia rispetto alla SAU che all'area di progetto. In relazione ai requisiti specifici per impianti di questo tipo, si gli specifici elementi



tecnico progettuali in relazione ai requisiti dei criteri A; B; C; D ed E delle Linee Guida Ministeriali e la dimostrazione di come il progetto rientri nella definizione delle linee guida menzionate soddisfacendo tutti i requisiti.

Facendo riferimento alle definizioni riportate nelle linee guida ministeriali, per il corretto calcolo di vari indici, si è tenuto conto dei seguenti valori:

- Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv): 26 ha
- Calcolata moltiplicando il numero di moduli (1.588 di cui 1299 da 58 moduli e 289 da 29 moduli) per un totale di 83.723 moduli singoli con le seguenti dimensioni (1,303 m x 2,384 m):

Tipo struttura	N.	Totale moduli singoli	Aree singolo modulo	Area TOT (Spv) in mq	Area TOT (Spv) in ha
58 moduli	1.299	75.342	3,11	234.038,77	23,4
29 moduli	289	8.381	3,11	26.034,34	2,6
TOTALE	1.588	83.723		260.073,11	26,0

- Superficie del Sistema Agrivoltaico (S tot): 87,56 ha
- Superficie Agricola Utilizzata (SAU): 62,03 ha
- Producibilità totale annua 108.920 MWh /anno
- Producibilità totale annua per ettaro 1.244 MWh/ha*anno

Requisito A: L'impianto rientra nella definizione di "Agrivoltaico" se vengono verificate le seguenti condizioni:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione ($S_{agricola} \geq 0,7 S_{tot}$);

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola LAOR $< 40\%$.

- A.1) Il piano di coltivazione prevede la messa a coltura di una SAU (Superficie Agricola Utile) di 62,03 ha circa su una SAT di circa 87,56 ha, la Superficie agricola risulta pertanto maggiore del settanta per cento della superficie totale

$$62,03 \text{ ha} / 87,56 \text{ ha} = 70,8\%$$



- A.2) Partendo dalla definizione di LAOR (*Land Area Occupation Ratio*) ovvero del rapporto, espresso in percentuale, tra la superficie di ingombro dell'impianto agrivoltaico (S_{pv}) e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S_{tot}) si ottiene:

$$26 \text{ ha } (S_{pv}) / 87,56 \text{ ha } (S_{tot}) = 29,7\%$$

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. Devono essere verificati entrambi i seguenti requisiti

B.1 la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento;

B.2 la producibilità elettrica dell'impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto standard e il mantenimento in efficienza della stessa:

- B.1 a) esistenza e resa della coltivazione tramite accertamento della destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione del sistema APV / B.1 b) mantenimento dell'indirizzo produttivo. Le verifiche degli investimenti colturali ante miglioramento configurano la struttura aziendale come azienda zootecnica bufalina, coltura che storicamente fa riferimento ad un tipo di agricoltura tradizionale vocata alla monocoltura e, in particolare, alla coltivazione di graminacee foraggere e di ampie estensioni a prato – pascolo permanente. Il piano proposto prevede la continuità dell'attuale ordinamento colturale con la destinazione agricola dei terreni coperti dai pannelli fotovoltaici che rimarrà invariata. L'intera SAU verrà infatti gestita a prato – pascolo permanente coerentemente con l'attuale uso agricolo del suolo in cui le bufale potranno pascolare liberamente sull'intera SAU coperta dai pannelli. L'assetto produttivo proposto rappresenta quindi un'impostazione coerente con i valori della coltura agraria locale e un'evidente continuazione dell'attuale gestione agronomica dei fondi oggetto di intervento. Oltre ad assicurare una redditività certa e stabile, di fatto, rappresenta anche una continuità del settore agricolo così come previsto dalle delle Linee Guida.

B.2 Producibilità elettrica minima

La produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV_{agri}) non deve essere inferiore al 60% della producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard.

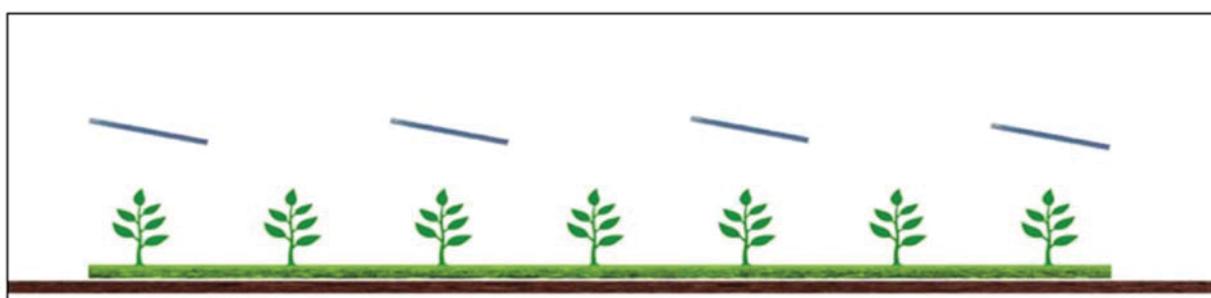


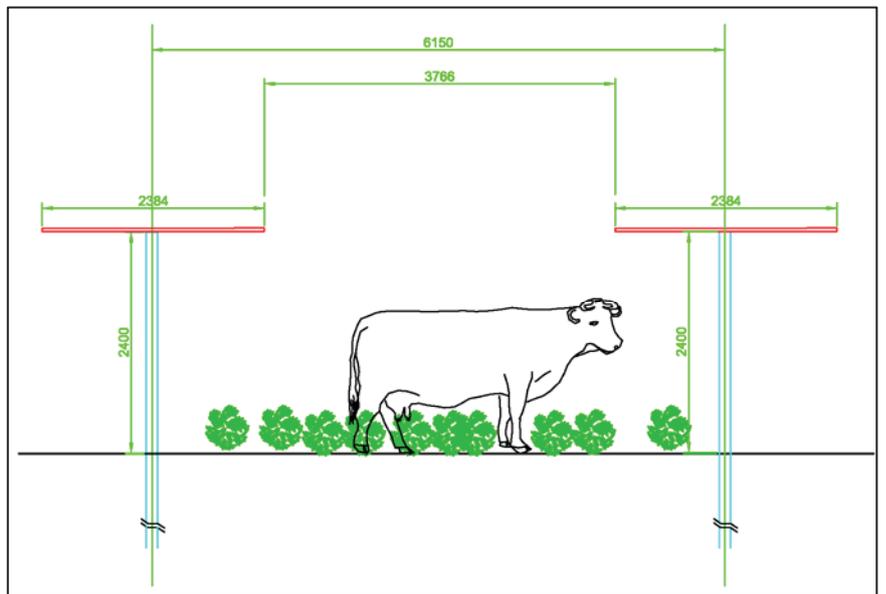
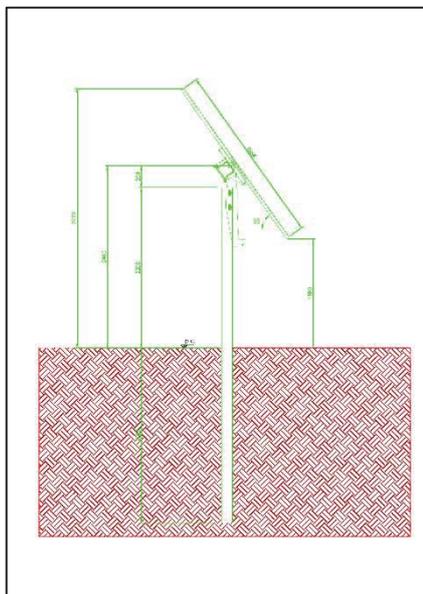
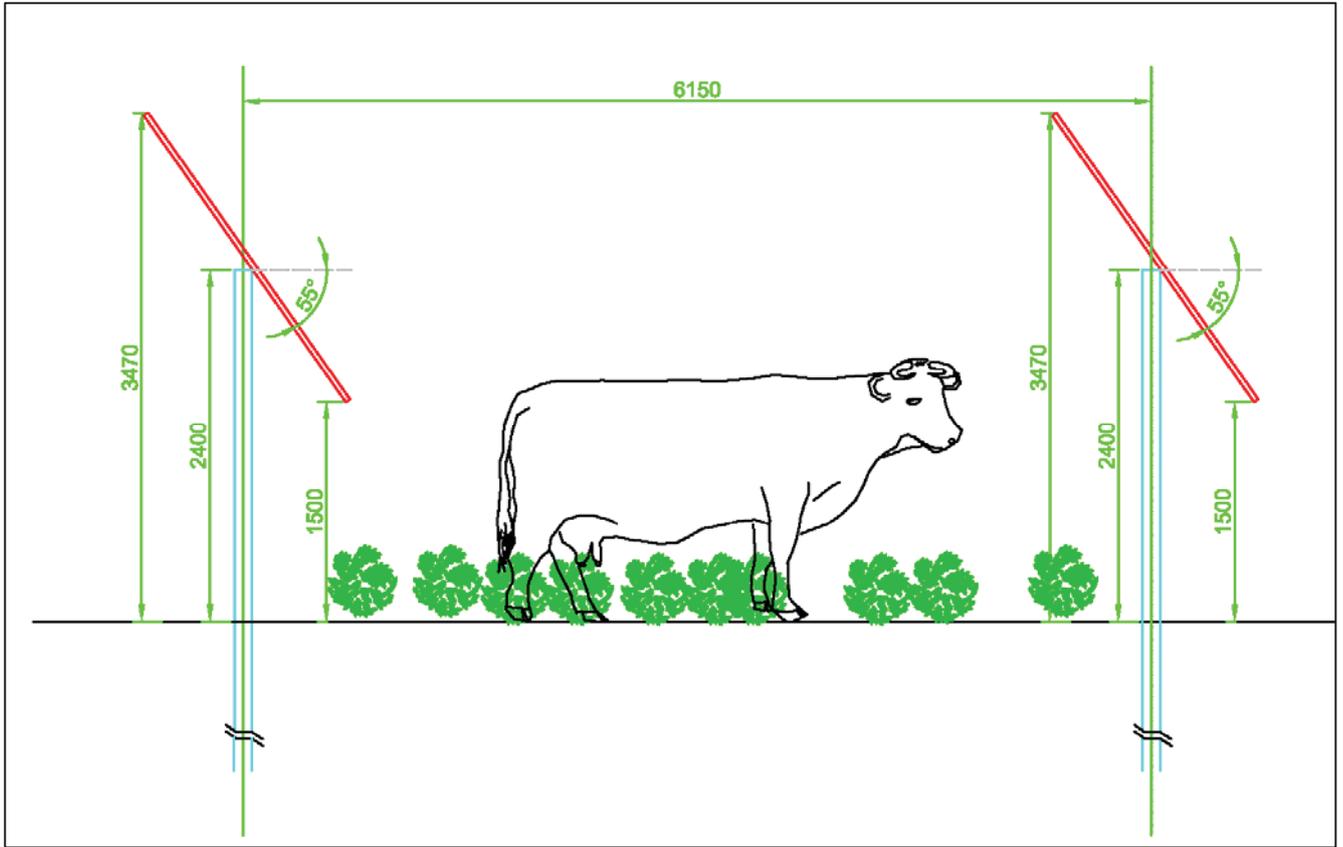
- B.2: il requisito è verificato in quanto, rispetto alla potenza dell'impianto agrivoltaico pari 55,26 MWp corrispondono a 108.920 MWh/anno che, rapportati alla superficie di progetto di 87,56 ha danno 1.244 MWh/ha/ettaro. Considerando una potenza media standard di 1.000 KW/ha (fonte GSE), cui corrispondono circa 1.420 MWh/ha/anno si ottiene un valore pari all'87,5%, superiore quindi al 60% richiesto per il rispetto del requisito:

$$(1.244 \text{ MWh/ha*anno} / 1.420,46 \text{ MWh/ha/anno}) * 100 = 87,5 \%$$

Requisito C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra

- C: il requisito è soddisfatto in quanto il progetto proposto è classificabile nel TIPO 1): l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole e zootecniche anche sotto ai moduli fotovoltaici ed è pari a 2,40 metri (intesa come altezza tra l'asse di rotazione dei pannelli ed il suolo) ed altezza minima al suolo con pannello alla massima inclinazione di 1,5 metri. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico e la coltura. I moduli fotovoltaici infatti svolgono una funzione sinergica alla produzione agricola, che si può esplicitare nella prestazione di protezione della coltura (da eccessivo soleggiamento, grandine, etc.) compiuta dai moduli fotovoltaici. In questa condizione la superficie occupata dalle colture e quella del sistema agrivoltaico coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell'impianto che poggiano a terra e che inibiscono l'attività in zone circoscritte del suolo.







Requisito D: I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto

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 e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

- D: Al fine di soddisfare tale requisito per l'impianto in progetto è previsto un sistema di monitoraggio idoneo alla verifica delle prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

La proposta in esame tiene conto dell'associazione tra la tecnologia fotovoltaica e coltivazione del terreno agrario della zona recintata con una piano colturale che prevede la continuazione dell'attuale ordinamento colturale con i terreni coltivati con graminacee foraggere in regime di prato pascolo permanente. L'ordinamento colturale proposto non necessita di irrigazione se non come interventi di soccorso in periodi particolarmente siccitosi e maggiormente per mitigare le eventuali elevate temperature per gli animali più che per le colture erbacee. Per la soddisfazione del requisito D.1, nel caso specifico il fondo è servito da canaline in pressione del Consorzio di Bonifica, pertanto il piano di monitoraggio prevede la misurazione tramite contatore per la quantificazione dei volumi irrigui impiegati per le colture.

Per la caratterizzazione dei volumi irrigui utilizzati per la situazione ex ante, si è fatto riferimento ai volumi aziendali stimati dall'utilizzo storico aziendale che ammontano a circa 800 mq/ha per annata agraria.

In merito al requisito D2- Monitoraggio della continuità dell'attività agricola, è prevista la redazione di una relazione tecnica asseverata a firma di un agronomo che, rifacendosi al quaderno di campagna (registro delle operazioni colturali obbligatorio ai sensi del comma 3 dell'art. 42 del DPR n. 290/01) attesti l'aderenza delle attività agricole al Piano di utilizzazione Agronomica proposto.

Concludendo, il sistema agrivoltaico verrà gestito esattamente come un'azienda agricola e, pertanto, si attizzerà adattando tecnologie innovative e tracciabilità di prodotto alle colture aziendali. Tutto ciò al fine di:

1. controllare i costi di produzione;
2. aumentare la produttività;
3. acquisire, elaborare e interpretare i dati relativi all'attività di campagna.



Requisito E

In aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri:

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

- E.1: in relazione al monitoraggio del recupero della fertilità del suolo, il protocollo che si intende seguire prevede analisi del terreno ogni 5 anni per monitorare l'evoluzione di alcuni dei parametri fisico chimici che definiscono la fertilità del suolo quali capacità di scambio cationico, ph, carbonio organico e sostanza organica.
- Le analisi verranno effettuate su cinque punti random della SAU solo su top soil avendo cura di indagare i seguenti valori:
 - Ph (DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met III.1)
 - Carbonio organico (DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met VII.3 + Met XIV.2 + Met XIV.3 DM 25/03/2002 GU n 84 10/04/2002)
 - Sostanza Organica (DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3);
 - Capacità di Scambio Cationico (DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XIII.2);
- E.2) Il monitoraggio del microclima verrà effettuato mediante installazione di due stazioni meteo, da posizionare una nell'area coltivata e l'altra in una zona esterna alla superficie coperta dai pannelli in modo da poter caratterizzare e confrontare i valori di umidità e di temperatura.
- I dati registrati verranno poi periodicamente raccolti in una relazione periodica a firma di un agronomo in modo che sia possibile verificare che le condizioni microclimatiche del sistema agrivoltaico siano compatibili con le colture scelte. A tal fine la relazione agronomica dovrà prevedere la valutazione dei valori registrati rispetto a diversi fattori produttivi quali la suscettibilità ad attacchi fitopatologici; l'evapotraspirazione potenziale, le performance in termini di produttività unitaria in relazione ai dati di umidità e temperatura registrati e velocità dell'aria registrati.



- E.3) Il monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici verrà analizzato e declinato appena il ministero fornirà i parametri e le metodologie per la valutazione della resistenza e resilienza del sistema ai cambiamenti climatici.

Il piano di monitoraggio proposto verrà attuato inoltre per la verifica del raggiungimento degli obiettivi produttivi sia in termini di resa delle colture praticate, mediante verifica quantitativa della PLV, che in termini di performance economica mediante verifica del superamento della redditività unitaria riferita all'ordinarietà del territorio di riferimento che, come citato al punto precedente, ammonta a circa 800 euro / ettaro.

In definitiva il Piano di monitoraggio prevede il controllo dei seguenti parametri secondo le scadenze definite in tabella:

VALORE DI CONTROLLO	U. M.	VALORE SOGLIA	PERIODICITÀ
PLV	Litri di latte per capo/annui Valori qualitativi del latte (percentuali di grassi, proteine e zuccheri)	Valori minimi riportati nel piano colturale	Annuale
Redditività aziendale	€/ha	> 70% rispetto all'attualità	Annuale
Valori di fertilità del suolo	pH - DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met III.1	Migliorativi rispetto ai valori ex ante	Quinquennale
	Carbonio Organico - DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3		
	Sostanza organica - DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met VII.3		
	Capacità di scambio cationico - DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XIII.2		
Risparmio idrico	m ³ /ettaro	800 m ³ /ha per ciclo colturale	Semestrale
Microclima	Valori di temperatura	Inferiori rispetto ai valori di controllo al di fuori del campo agrivoltaico	Media semestrale dei valori rilevati giornalmente
	Valori di umidità dell'aria		

4.1 Riepilogo e sintesi della verifica dei requisiti riportati nelle linee guida ministeriali



Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei requisiti richiesti per rientrare nella classificazione di Sistema Agrivoltaico Avanzato, dei relativi parametri e valori soglia e dei valori di progetto.

Requisito	Valore soglia	Valore di progetto	Status
A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione ($S_{\text{agricola}} > 0,7 S_{\text{tot.}}$;	$S_{\text{agricola}} > 0,7 S_{\text{tot.}}$	70,8%	✓
A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola $LAOR < 40\%$.	$LAOR < 40\%$	29,7%	✓
B.1 la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento	Verifica della continuità	Il piano di utilizzazione agronomica propone un piano di avvicendamento colturale la cui attuazione verrà verificata tramite relazione agronomica asseverata e quaderno di campagna	✓
B.2 la producibilità elettrica minima La produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico (FV agri) non deve essere inferiore al 60% della producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard	60% della producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard	Il requisito è verificato in quanto, relativamente alla potenza dell'impianto agrivoltaico pari 55,26 MWp corrispondono a 1.243,9 MWh/ettaro*anno. Considerando una potenza media standard di 1.000 KW/ha (fonte GSE), cui corrispondono circa 1.420 MWh/ha/anno si ottiene un valore pari all'87,57%, superiore quindi al 60% richiesto per il rispetto del requisito	✓
Requisito C: l'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra	Possibilità di coltivare anche sotto i pannelli fotovoltaici	il progetto proposto è classificabile nel TIPO 1): l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole/di allevamento anche sotto ai moduli fotovoltaici ed è pari a 2,4 metri (intesa come altezza tra l'asse di rotazione dei pannelli ed il suolo) con altezza minima di 1,5 metri dal suolo alla massima inclinazione dei pannelli voltaici	✓
D.1) il risparmio idrico	Riduzione dei consumi rispetto ai valori storici	Piano di monitoraggio con misurazione dei consumi idrici mediante installazione di un contatore e redazione di relazione agronomica con	✓



Requisito	Valore soglia	Valore di progetto	Status
		quantificazione dei consumi idrici	
D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate	Produttività agricola	La verifica del requisito avverrà tramite rilievi periodici sull'esistenza della coltivazione e sulla resa unitaria dell'allevamento zootecnico colture da confrontare con l'ordinarietà dell'areale di riferimento.	✓
E.1) il recupero della fertilità del suolo	Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo	il protocollo che si intende seguire prevede analisi del terreno ogni 5 anni per monitorare l'evoluzione di alcuni dei parametri fisico chimici che definiscono la fertilità del suolo quali capacità di scambio cationico, ph, carbonio organico e sostanza organica	✓
E.2) il microclima	Monitoraggio del microclima	installazione di due stazioni meteo, da installare una nell'area coltivata e l'altra in una zona esterna alla superficie coperta dai pannelli in modo da poter caratterizzare e confrontare i valori di umidità e di temperatura	✓
E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici	Valutazione del rispetto dei principi DNSH	Redazione di Studio di Impatto ambientale ed altre relazioni per la valutazione degli impatti specifici	✓

5 CONCLUSIONI

Il progetto proposto si inserisce nel filone del virtuoso connubio tra produzione fotovoltaica di energia e produzione primaria al massimo livello di integrazione anche secondo le definizioni delle linee guida ministeriali. Seguendo gli studi scientifici ed adattando queste informazioni alle condizioni climatiche, pedologiche e storico culturali del territorio di pertinenza, ci si pone l'obiettivo di massimizzare entrambi gli ambiti produttivi.

Da un lato infatti la tecnologica fotovoltaica adottata, con pannelli ad elevata efficienza, montati su inseguitori ad un grado di libertà, con un'altezza dal suolo compatibile con la meccanizzazione delle



operazioni agronomiche ordinarie permette di raggiungere produzioni unitarie che rispettano i valori minimi definiti dal MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA. Dall'altro il piano di coltivazione proposto, prevedendo il pascolo delle bufale nell'intera SAU gestita a prato pascolo permanente, tende ad ottimizzare tutti i fattori di input relativi alla produzione agricola grazie alla ponderata scelta di attuare uno degli ordinamenti colturali maggiormente praticati nell'areale di riferimento che, al contempo, permette di non depauperare la risorsa suolo come potrebbero fare altri tipi di ordinamenti colturali.

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta e/o incrementata la fertilità dei suoli utilizzati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. Le superfici proposte per il progetto si presentano, ad oggi, investite a seminativo irriguo. Con mirati accorgimenti ed una corretta gestione del suolo si possono ottenere buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo valorizzare ed implementare le capacità di produttività agronomica.

L'intervento proposto porterà ad una piena utilizzazione agricola dell'area principalmente in ragione di tutte le lavorazioni agricole proposte che consentiranno di mantenere e incrementare le capacità produttive sito oggetto di analisi. Gli appezzamenti scelti, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potranno essere utilizzati senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole corrette che porteranno un miglioramento di alcune caratteristiche del suolo del sito.

Nella scelta del piano colturale si è avuto cura di considerare anche l'ombreggiamento che i pannelli proiettano al suolo con benefici effetti rinfrescanti sui capi bufalini che potranno avvantaggiarsi di temperature estive mitigate con noto effetto positivo sulla produzione di latte, feedback positivo particolarmente vantaggioso visto che il periodo estivo è quello in cui la domanda di latte di bufala è maggiore rispetto agli altri periodi dell'anno.

In definitiva l'intervento proposto rispettando tutti i requisiti definiti nelle linee guida del MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA - DIPARTIMENTO PER L'ENERGIA ed attuando le migliori pratiche agronomiche per il sito proposto garantiranno il pieno raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Produttività e redditività agricola pari o superiore a quella attualmente realizzata;
- Compatibilità storico culturale delle colture proposte;



- Efficienza della capacità produttiva del fattore energia elettrica compatibile con gli standard richiesti nelle definizioni di impianto agrivoltaico;
- Miglioramento delle condizioni ambientali rispetto all'attualità;
- Piena integrazione tra produzione fotovoltaica e agricola.

Tanto dovevasi ad espletamento dell'incarico ricevuto.

Napoli 24/01/2024

Il tecnico

Agronomo Lorenzo Fusco

