
 iCube Development 16 s.r.l.		CODE: VOG-PV001-R01_01
		PROJECT: VOGHIERA PV001
		PAGE 1 di/of 77

TITLE. Relazione Tecnica Descrittiva

AVAILABLE LANGUAGE: IT

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Impianto agrivoltaico avanzato denominato “Voghiera PV 001” di potenza pari a 24,54 MW_p e relative opere di connessione alla RTN nel Comune di Voghiera (FE) e Ferrara (FE)

“VOGHIERA PV 001”

Comune di Voghiera (FE) e Ferrara (FE)



File: VOG-PV001-R01_01_Relazione tecnica descrittiva

01	31/01/2025	Rev.01	R.De Luca	F.Trovati	L.Spaccino
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
CLIENT CODE					
VOG-PV001-R01					
PROJECT		TYPE	PROGR.	REV	
VOG-PV001		R	01	01	
CLASSIFICATION Company		UTILIZATION SCOPE Emissione per procedura di PAUR ai sensi dell'art. 27bis D.Lgs. 152/2006			
Questo documento è di proprietà di iCube Development 16. È severamente vietato riprodurre questo documento, in tutto o in parte, e fornire ad altri qualsiasi informazione correlata senza il previo consenso scritto di iCube Development 16.					



INDICE

1. PREMESSA	4
2. DATI GENERALI	13
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	13
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO.....	24
4.1. Impianto agrivoltaico avanzato	24
5. VERIFICA DEI REQUISITI RICHIESTI PER GLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI DALLE LINEE GUIDA DEL GIÀ MITE 25	
5.1. Verifica del requisito A	27
5.2. Verifica del requisito B	30
5.3. Verifica del Requisito C	36
5.4. Verifica del requisito D.1	38
5.5. Verifica del requisito D.2	39
5.6. Requisito E.1 – Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo.	40
5.7. Requisito E.2 – Monitoraggio del microclima.	40
5.8. Requisito E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.....	40
6. DATI METEOROLOGICI DEL SITO.....	41
7. ANALISI DI PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO	42
8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	43
8.1. Fase di Cantiere	43
8.1.1. Accantieramento	43
8.1.2. Preparazione dei suoli	43
8.1.3. Consolidamento e piste di servizio	43
8.1.4. Adattamento della viabilità esistente e realizzazione della viabilità interna e di accesso	44
8.1.5. Opere di regimazione idraulica superficiale.....	44
8.1.6. Realizzazione della recinzione dell'area, del sistema di illuminazione, della rete di videosorveglianza e sorveglianza tecnologica	46
8.1.7. Mitigazione a verde produttiva	47
8.1.8. Posizionamento delle strutture di supporto e montaggi.....	52
8.1.9. Installazione e posa in opera dell'impianto fotovoltaico.....	53
8.1.10. Realizzazione / posizionamento opere civili	54
8.1.11. Realizzazione dei cavidotti interrati	55
8.1.12. Opere di demolizione	58
8.1.13. Dismissione del cantiere e ripristini ambientali	59
8.1.14. Verifiche, collaudi e messa in esercizio	59
8.2. Fase di Esercizio.....	60
8.3. Dismissione dell'impianto a fine vita, operazioni di messa in sicurezza del sito e ripristino ambientale.....	61
9. GESTIONE DEI RESIDUI DI CANTIERE	61
10. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO	63
10.1. Moduli fotovoltaici	63
10.2. Strutture di sostegno.....	63
10.3. Inverter di stringa	64



iCube Development I6 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
3 di/of 77

10.4.	Quadri Elettrici in Alternata	64
10.5.	Trasformatori BT/MT.....	65
10.6.	Cabinati Elettrici.....	65
10.7.	Interfaccia di Rete.....	67
10.8.	Contatore Energia Prodotta	67
10.9.	Cavi Elettrici	68
10.10.	Sovraccarichi	68
10.11.	Corto Circuito	69
10.12.	Protezione contro contatti indiretti.....	70
10.13.	Sistema di supervisione e controllo.....	71
10.14.	Modalità di connessione alla rete.....	72
11.	DOCUMENTAZIONE.....	72
12.	ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE	73
12.1.	Ricadute Sociali	73
12.2.	Ricadute occupazionali.....	73
12.3.	Ricadute economiche.....	74
13.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	75



1. PREMESSA

Il presente documento è parte integrante del progetto definitivo, proposto da iCube Development 16, che prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato denominato “Voghiera PV-001”. Complessivamente, la potenza in immissione dell'impianto sarà pari a 23,10 MVA e sarà caratterizzato da una potenza nominale di 24,54 MWp.

Le opere in progetto saranno site nei Comuni di Voghiera e Ferrara in Provincia di Ferrara in Emilia-Romagna.

Coerentemente alla STMG ottenuta con codice di rintracciabilità impianto n. 202400190 l'impianto verrà connesso in antenna a 36 kV su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata “Ferrara Focomorto”.

Si evidenzia che, alla data di emissione del presente elaborato, la posizione dell'ampliamento della Stazione Elettrica di Terna risulta essere indicativo e non definitivo, essendo, alla data di emissione del presente elaborato, non conclusi i diversi tavoli tecnici.

I criteri generali adottati per lo sviluppo del presente progetto sono in linea con le prescrizioni contenute nel quadro normativo di riferimento per tali interventi.

L'agrivoltaico prevede l'integrazione della tecnologia fotovoltaica nell'attività agricola permettendo di produrre energia e al contempo di continuare la coltivazione delle colture agricole o l'allevamento di animali sui terreni interessati.

In particolare, si definisce sistema agrivoltaico avanzato un sistema complesso composto dalle opere necessarie per lo svolgimento di attività agricole in una data area e da un impianto agrivoltaico installato su quest'ultima che, attraverso una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, integri attività agricola e produzione elettrica, e che ha lo scopo di valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi, garantendo comunque la continuità delle attività agricole proprie dell'area.

Un impianto agrivoltaico avanzato per cui, è un impianto agrivoltaico che, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinqües, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm.:

- adotta soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche eventualmente consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione;
- prevede la contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto dell'installazione fotovoltaica sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture, la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici



L'idea di combinare la produzione di energia con l'agricoltura fu concepita inizialmente da Adolf Goetzberger e Armin Zastrow, due fisici tedeschi, nel 1981. Lo sviluppo della tecnologia agrivoltaica¹ negli ultimi anni è stato molto dinamico. Oggi consiste nell'applicazione fotovoltaica prevalente in quasi tutte le regioni del mondo. La capacità installata ha aumentato esponenzialmente, da circa 5 megawatt di picco (MWp) nel 2012 ad almeno 2,8 gigawatt di picco (GWp) nel 2020. Ciò è stato possibile grazie ai programmi di finanziamento del governo in Giappone (dal 2013), Cina (circa 2014), Francia (dal 2017), gli Stati Uniti (dal 2018) e, più recentemente, la Corea.

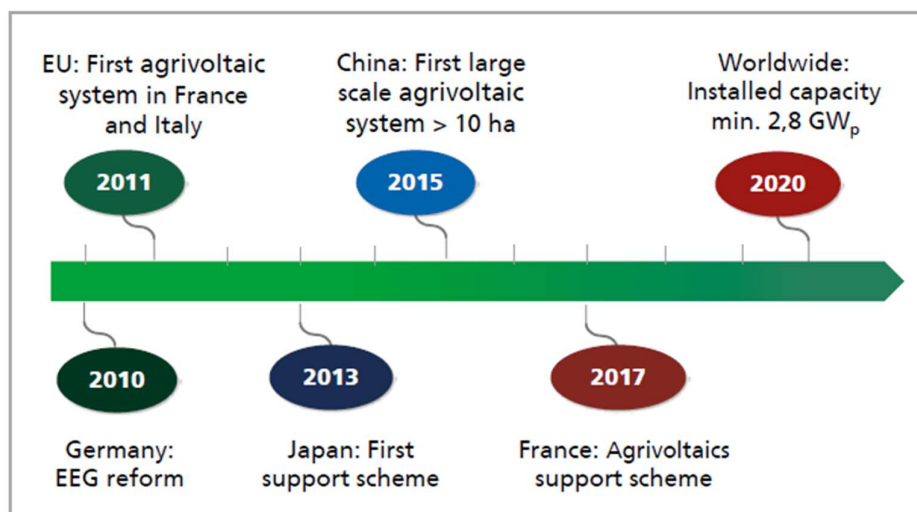


Figura 1 - Sviluppo di progetti agrivoltaici dal 2010 ad oggi

In Italia, come riportato dal Rapporto Statistico GSE – Settore Fotovoltaico 2023², risultano installati 45.560 impianti fotovoltaici inseriti nell'ambito di aziende agricole e di allevamento per una potenza complessiva di 2.877 MW ed una produzione di lorda di 2.984 GWh (di cui 508 GWh di autoconsumo).

Gli impianti appartenenti al settore agricolo sono presenti principalmente nelle regioni settentrionali, in particolare Emilia-Romagna, Veneto, Lombardia e Piemonte.

¹ Tratto dalla Guida redatta da Fraunhofer Institute For Solar Energy Systems ISE - *Agrovoltai: opportunità per l'agricoltura e la transizione energetica*

² Fonte: Rapporto Statistico GSE – Solare Fotovoltaico 2021, in:
https://www.gse.it/documenti_site/Documenti%20GSE/Rapporti%20statistici/Solare%20Fotovoltaico%20-%20Rapporto%20Statistico%202021.pdf



Settore di Attività	Numero Impianti	Potenza (MW)	Produzione Lorda (GWh)	Autoconsumi (GWh)
Residenziale	1.355.687	7.031	6.552	2.610
Agricoltura	45.560	2.877	2.984	508
Industria	82.488	14.533	15.608	2.586

Figura 2 - Numero e potenza degli impianti per settore di attività - Rapporto GSE 2023

Agricoltura	Numero Impianti	Potenza (MW)	Produzione Lorda (GWh)
Abruzzo	816	50	55
Basilicata	674	57	71
Calabria	1.221	70	76
Campania	1.843	66	61
Emilia Romagna	5.661	423	446
Friuli Venezia Giulia	1.629	76	64
Lazio	1.584	91	96
Liguria	379	17	19
Lombardia	5.009	424	387
Marche	1.677	157	180
Molise	308	14	15
Piemonte	4.849	285	284
Puglia	2.258	135	155
Sardegna	1.391	170	207
Sicilia	2.862	170	205
Toscana	3.226	139	150
Prov. Autonoma Bolzano	2.566	90	88
Prov. Autonoma Trento	583	26	24
Umbria	1.396	70	71
Valle D'aosta	198	4	4
Veneto	5.430	343	325
Italia	45.560	2.877	2.984

Figura 3 - Impianti fotovoltaici nel settore agricolo - Distribuzioni regionale - Rapporto GSE 2023

La necessità di sviluppo di questi sistemi ibridi sia nel mondo che in Italia ha condotto alla diffusione in letteratura di valutazioni scientifiche. Nel seguito si riportano le analisi più significative e alcuni protocolli di settore.

È stato realizzato uno studio dedicato a cura di Alessandro Agostini, ricercatore ENEA, con il supporto del Department of Sustainable Crop Production dell'Università Cattolica di Piacenza, dove operano gli altri due autori, Stefano Amaducci e Michele Colauzzi. Il lavoro dal titolo "*Innovative agrivoltaic systems to produce sustainable energy: An economic and environmental assessment*" fornisce una valutazione completa delle prestazioni ambientali, economiche e di redditività, confrontandole con altre fonti di energia convenzionali e rinnovabili. Lo studio è stato pubblicato sulla rivista scientifica Applied Energy.

Preoccupate del peggioramento della crisi climatica e unite dall'esigenza di trovare misure in grado che di ridurre le emissioni di CO₂, molte associazioni del settore energetico italiano stanno portando avanti



proposte, soluzioni, pratiche e studi per favorire lo sviluppo di impianti fotovoltaici nei contesti agricoli. Importante da citare è il Protocollo d'Intesa siglato nel dicembre del 2020 tra Elettricità Futura (Associazione italiana che unisce produttori di energia elettrica da fonti rinnovabili e da fonti convenzionali, distributori, venditori e fornitori di servizi) e Confagricoltura (un'organizzazione di rappresentanza delle imprese agricole) allo scopo di lavorare sinergicamente per favorire la transizione energetica e il raggiungimento degli obiettivi al 2030 stabiliti dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima e quelli di decarbonizzazione dell'Unione Europea al 2050 previsti dal Green Deal, attraverso diverse iniziative tra cui:

- efficientamento energetico delle aziende agricole attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici su coperture di edifici e fabbricati rurali nella disponibilità dell'azienda;
- promozione di progetti che valorizzino le sinergie tra rinnovabili ed agricoltura - quali quelli di "Agrivoltaico" - e garantiscano un'ottimale integrazione tra l'attività di generazione di energia, l'attività agricola, con ricadute positive sul territorio e benefici per il settore elettrico e per quello agricolo;
- realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su aree agricole incolte, marginali o non idonee alla coltivazione, garantendo un beneficio diretto ai relativi proprietari agricoli e al sistema Paese nel suo complesso, grazie all'incremento di produzione rinnovabile;
- promozione di azioni informative/divulgative volte a favorire lo sviluppo delle rinnovabili sul territorio, evidenziando i benefici di uno sviluppo equilibrato su aree agricole, le ricadute economiche, le sinergie, le potenzialità di recupero anche a fini agricoli di aree abbandonate o attualmente incolte;
- sviluppo delle altre fonti rinnovabili, con particolare riferimento alle biomasse ed al biogas per la produzione di energia elettrica, termica e combustibili.

La realizzazione di impianti agrivoltaici è una forma di convivenza particolarmente interessante per la decarbonizzazione del sistema energetico e necessaria per il raggiungimento degli obiettivi sul fotovoltaico al 2030 e rappresenta anche una opportunità per la sostenibilità del sistema agricolo e la redditività a lungo termine di piccole e medie aziende del settore.

È stato stimato che per raggiungere i nuovi obiettivi al 2030 occorrerà prevedere un utilizzo di superficie agricola tra 30.000-40.000 ettari, un valore inferiore allo 0,5% della Superficie Agricola Totale.

Dunque, per ottenere questi risultati, è necessario costruire connessioni tra le diverse filiere della green economy, ridisegnando gli attuali modelli produttivi, in coerenza con gli obiettivi economici, ambientali e sociali del Green Deal: l'integrazione fra produzione di energia rinnovabile e produzione agricola è un elemento qualificante per la decarbonizzazione del settore agricolo, energetico e dei territori.

In primo luogo, il futuro sviluppo del fotovoltaico nel contesto agricolo dovrà basarsi sul pieno coinvolgimento degli imprenditori agricoli che dovranno svolgere un ruolo da protagonisti integrando, quanto più possibile, la capacità di produrre prodotti di qualità con la generazione di energia rinnovabile.

Un nuovo sviluppo del fotovoltaico in agricoltura, con l'integrazione di reddito che ne deriva, potrà quindi essere lo strumento con cui le aziende agricole potranno mantenere o migliorare la produttività e la sostenibilità delle produzioni e la gestione del suolo, riportando, ove ne ricorrano le condizioni, ad attività agro pastorale anche terreni marginali.

Potr  inoltre essere un'occasione di valorizzazione energetica dei terreni abbandonati, marginali o non idonei alla produzione agricola che, in assenza di specifici interventi, sono destinati al totale abbandono oppure, come nel caso in esame, essere una reale opportunit  di mantenere produttivi i terreni idonei alla coltivazione o, meglio, incrementarne la fertilit , comunque di garantire il proseguo o l'avvio di un'attivit  agricola/di allevamento o di miglioramento della biodiversit . L'agrivoltaico pu  essere sviluppato prioritariamente nelle aree marginali agricole, o a rischio di abbandono, a causa di scarsa redditivit , ma pu  essere una occasione di sviluppo e integrazione dell'attivit  agricola con l'attivit  energetica anche nelle aree produttive, tenendo conto delle caratteristiche del territorio, sociali, industriali, urbanistiche, paesaggistiche e morfologiche, con particolare riferimento all'assetto idrogeologico ed alle vigenti pianificazioni.

Va aggiunto che la tipologia di impianto agrivoltaico comporta in alcuni casi un miglioramento del microclima del suolo attraverso un aumento dell'umidit  del suolo e delle grandezze micrometeorologiche, favorendo una maggiore produzione di colture, come riporta una ricerca scientifica, intitolata "Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency" a cura di Elnaz Hassanpour AbehID, John S. Selker, Chad W. Higgins del Dipartimento di Ingegneria Biologica ed Ecologica, Oregon State University, Corvallis, Oregon, Stati Uniti d'America. Le immagini seguenti illustrano i possibili utilizzi del terreno in seguito alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico (coltivazione dei suoli o allevamento) oltre ad una buona integrazione dello stesso con le differenti tecnologie fotovoltaiche (fisse o tracker), meglio approfondite nel paragrafo seguente.



a)



b)



c)



d)

Figura 4 - Impianti agrivoltaici



Il termine agrivoltaico richiamato nella documentazione progettuale trova oggi pieno riscontro nella normativa nazionale e regionale: il Legislatore nazionale ha contribuito a darne una definizione, addirittura introducendo incentivi pubblici per la realizzazione di impianti agro-voltaici (caratterizzati da determinati presupposti), così riconoscendo su un piano generale le peculiarità di tale nuova tipologia di impianti (cfr. art.65 del D.L. n.1/2012).

Entrando nello specifico, la rilevanza dell'agrivoltaico (anche nelle altre diciture esistenti di agrivoltaico o agri-fotovoltaico) è evidenziata dall'importante stanziamento previsto dal PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza) - Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", che ammonta a 1,1 miliardi di euro, con l'obiettivo di installare 1,04 GWp di particolari e innovativi impianti fotovoltaici, che comporterebbero una riduzione di 0,8 milioni di tonnellate di CO₂. La misura di investimento richiamata prevede:

- l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte, anche potenzialmente valorizzando i bacini idrici tramite soluzioni galleggianti;
- il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione e attività agricola sottostante, al fine di valutare il microclima, il risparmio idrico, il recupero della fertilità del suolo, la resilienza ai cambiamenti climatici e la produttività agricola per i diversi tipi di colture.

A conforto di questo primo approdo, si riportano i più recenti interventi del Legislatore nazionale che ne permettono un'accezione più puntuale e significativa.

In primo luogo, si fa riferimento alla modifica alla previsione contenuta all'art.65 rubricato "Impianti fotovoltaici" in ambito agricolo del D.L. "Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività convertito dalla Legge n. 27/2012, introdotta dal D. L. n. 77/2021 convertito dalla Legge n.108/2021", che ha inserito:

- il comma 1-quater a tenore del quale è consentito l'accesso agli incentivi statali previsti dal D.Lgs. n.28/201 emanato in attuazione della Direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili "agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi, comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione";
- il comma 1-quinquies secondo cui "l'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1-quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate".

A queste due previsioni, che hanno anche l'evidente pregio di definire nel complesso i benefici di un sistema agrivoltaico per l'imprenditore agricolo, per i terreni e per la produzione energetica, si aggiunge anche quella contenuta all'art.14, lett. c) del D.Lgs. n.199/2021 che, in attuazione della ricordata Missione 2 del PNRR, ha fornito una definizione più compiuta di agrivoltaico quale modalità di realizzazione di impianti che, attraverso



l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione energetica, non compromettono l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura.

Dal combinato delle formulazioni delle norme richiamate, si può ricavare dunque una prima definizione di agrivoltaico che prende atto dall'intervenuta trasformazione del fotovoltaico tradizionale al preciso scopo di conciliare produzione di energia solare/produzione agricola/tutela del territorio, delineandosi così quel sistema integrato tra fotovoltaico e agricoltura caratterizzato dal doppio uso del suolo, che presenta sinergie tra la fotosintesi e l'effetto fotovoltaico, segna la distanza dai classici impianti FV a terra, da ritenere superati quando sottraggono terreno alle colture agricole, agli allevamenti e per l'impatto paesaggistico che ne consegue.

Il progetto in esame sarà eseguito in regime agrivoltaico mediante la produzione di energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato con l'attività agricola, garantendo un modello eco-sostenibile che produce contemporaneamente energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

L'energia elettrica necessaria dovrà essere parte dell'energia prodotta dal fotovoltaico installato sullo stesso terreno: perché ciò sia possibile, è necessario che siano adottati nuovi criteri di progettazione degli impianti, nuovi rapporti tra proprietari terrieri/agricoltori, nuovi rapporti economici e nuove tecnologie emergenti nel settore agricolo e fotovoltaico.

In riferimento a quanto previsto dalle **Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici pubblicate dal MITE il 27 Giugno 2022**, il presente progetto è definito come impianto agrivoltaico in quanto rispondente ai seguenti requisiti:

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

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;

A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola;

- **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;

Nello specifico risultano soddisfatti i seguenti parametri:

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.

- **REQUISITO C:** La configurazione spaziale del sistema agrivoltaico, e segnatamente l'altezza minima di moduli da terra, influenza lo svolgimento delle attività agricole su tutta l'area occupata dall'impianto agrivoltaico o solo sulla porzione che risulti libera dai moduli fotovoltaici. Nel caso delle colture agricole,

l'altezza minima dei moduli da terra condiziona la dimensione delle colture che possono essere impiegate (in termini di altezza), la scelta della tipologia di coltura in funzione del grado di compatibilità con l'ombreggiamento generato dai moduli, la possibilità di compiere tutte le attività legate alla coltivazione ed al raccolto. Le stesse considerazioni restano valide nel caso di attività zootecniche, considerato che il passaggio degli animali al di sotto dei moduli è condizionato dall'altezza dei moduli da terra. In sintesi, l'area destinata a coltura oppure ad attività zootecniche può coincidere con l'intera area del sistema agrivoltaico oppure essere ridotta ad una parte di essa, per effetto delle scelte di configurazione spaziale dell'impianto agrivoltaico.

Le linee guida individuano n.3 tipologie di impianti:

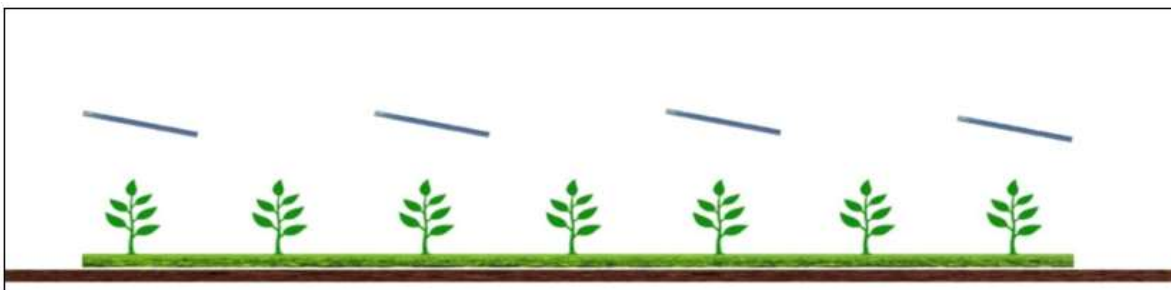


Figura 5: Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e sotto a essi (TIPO 1).

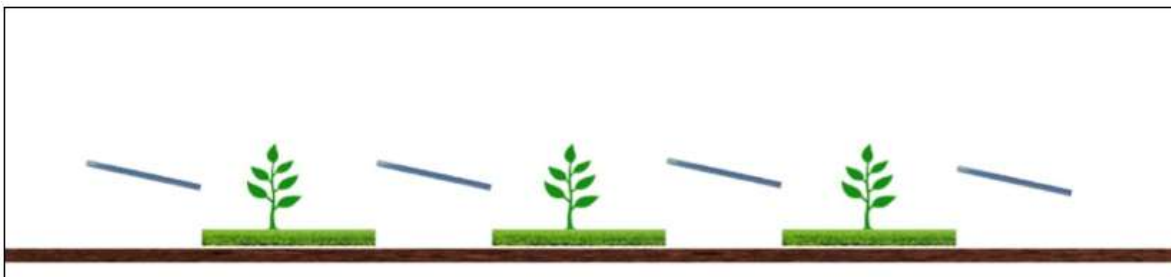


Figura 6: Sistema agrivoltaico in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e non al di sotto di essi (TIPO 2).

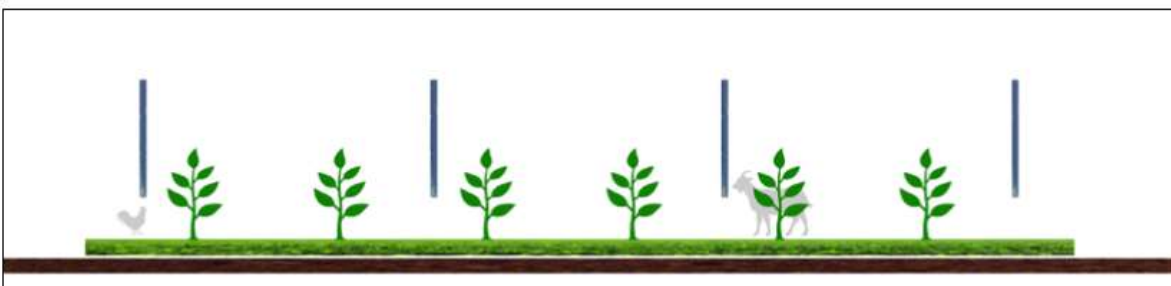


Figura 7: Sistema agrivoltaico in cui i moduli fotovoltaici sono disposti verticalmente. La coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, l'altezza minima dei moduli da terra influenza il possibile passaggio di animali (TIPO 3).

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su strutture mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel tipo 1) e 3):

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità



dei capi di bestiame);

- 2,1 metri nel caso di attività colturale (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

Si può concludere che:

- Gli impianti di tipo 1) e 3) sono identificabili come impianti agrivoltaici avanzati che rispondo al REQUISITO C.
 - Gli impianti agrivoltaici di tipo 2), invece, non comportano alcuna integrazione fra la produzione energetica ed agricola, ma esclusivamente un uso combinato della porzione di suolo interessata.
- **REQUISITO D ed E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

Nello specifico nel corso della vita dell'impianto agrivoltaico saranno monitorati i seguenti parametri:

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

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

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, è importante la misurazione della produzione di energia elettrica.

In sintesi, il progetto consente il proseguo delle attività di coltivazione agricola in sinergia ad una produzione energetica da fonti rinnovabili, valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato".

Nel caso di studio, le strutture sono posizionate in modo tale da consentire lo sfruttamento agricolo ottimale del terreno. I pali di sostegno sono distanziati tra loro in modo da permettere il mantenimento e il miglioramento dell'attuale destinazione agricola, opportunamente integrata con la coltivazione di specie foraggiere da pascolo. Di fatti, il posizionamento dei moduli fotovoltaici e la giusta alternanza tra le strutture tracker, nel rispetto della geomorfologia dei luoghi coinvolti, garantisce la giusta illuminazione al terreno, mentre i pannelli sono distribuiti in maniera da limitare al massimo l'ombreggiamento, così da assicurare una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell'impianto in oggetto e la massimizzazione dell'uso agronomico del suolo coinvolto.



L'area di progetto ha un'estensione di circa 41 ha; qui, la scelta operata da parte della Società proponente, di sfruttare l'energia solare per la produzione di energia elettrica optando per il regime agrivoltaico avanzato, consente di coniugare le esigenze energetiche da fonte rinnovabile con quelle di minimizzazione la copertura e la trasformazione del suolo.

Il dettaglio del piano agronomico è fornito dalla Relazione Agronomica, di cui all'elaborato di progetto "VOG-PV001-R26_Relazione Agronomica" a cui si rimanda.

2. DATI GENERALI

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

NOME IMPIANTO	Impianto Agrivoltaico "Voghiera PV 001"
COMUNE	Voghiera e Ferrara
PROVINCIA	Ferrara
REGIONE	Emilia Romagna
COMMITTENTE	iCube Development 16 srl

DATI GENERALI DELLA COMMITTENTE

COMMITTENTE	iCube Development 16 srl
SEDE LEGALE	piazza Lina Bo Bardi, 3 – Milano, 20124 - 13337960960
OGGETTO DEI LAVORI	Realizzazione di un impianto agrivoltaico da 24,54 MWp

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico, di potenza di picco pari a 24,54 MW_p, come riportato nella figura seguente:



iCube Development I6 s.r.l.



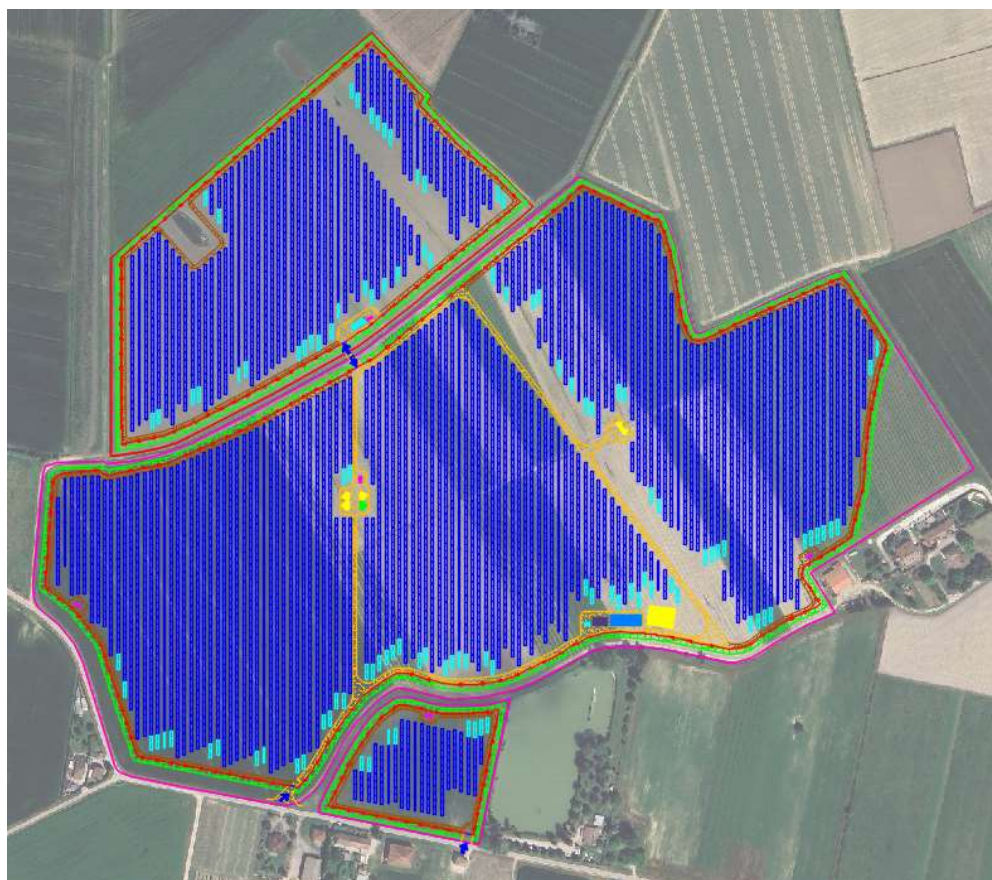
CODE: VOG-PV001-R01_01

PROJECT: VOGHIERA PV001

PAGINA - PAGE
14 di/of 77



Figura 8 - Inquadramento su base ortofoto dell'area di impianto (in rosso) e dell'area di progetto (in ciano). In blu il cavidotto di connessione



-  Area lorda di impianto
-  Recinzione
-  Accesso
-  Fascia di mitigazione (5 m)
-  Strutture 1x24
-  Strutture 1x12
-  T.U. 3300 kVA
-  T.U. 3000 kVA
-  T.U. 2400 kVA
-  Cabina SCADA
-  Cabina di Consegna
-  Area O&M
-  Viabilità interna
-  Viabilità interna di servizio
-  Area di sezionamento
-  Container ISO 20' per deposito materiale

Figura 9 - Inquadramento su base ortofoto del layout di impianto



iCube Development 16 s.r.l.



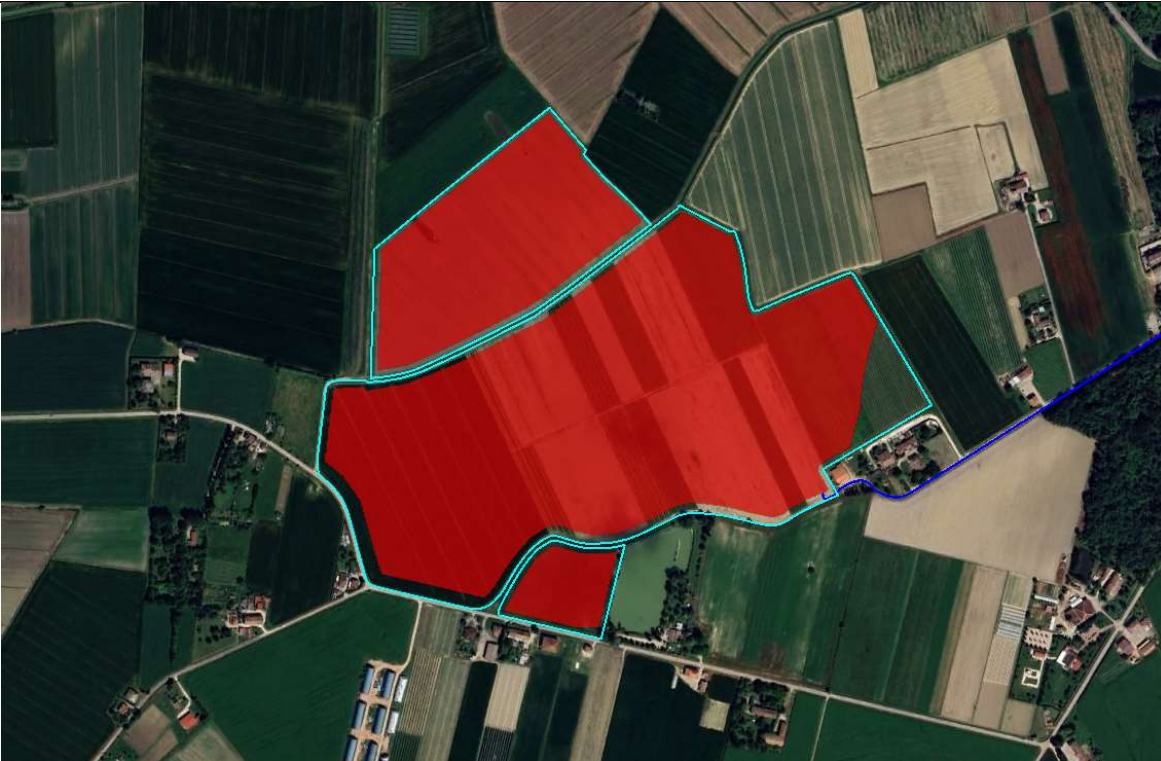
CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
16 di/of 77

Di seguito vengono riportati i dati relativi all'ubicazione e alle caratteristiche climatiche dell'area interessata dall'impianto in oggetto:

Tabella 1 – Descrizione sito

COORDINATE	
COMUNE	Voghiera e Ferrara (opere di connessione)
PROVINCIA	Ferrara
LATITUDINE	44°46'50.44"N
LONGITUDINE	11°43'20.35"E
CLASSIFICAZIONE SISMICA	3
ZONA CLIMATICA	C
AREA DI PROGETTO (IN CIANO)	~41 ha
AREA DI IMPIANTO (IN ROSSO)	~35,85 ha
INDICAZIONE AREA DI PROGETTO	
	



Le opere in progetto saranno site nel Comune di Voghiera, con le opere di connessione che interesseranno anche il Comune di Ferrara.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati “VOG-PV001-T14_ *Planimetria generale, quotata e descrittiva dell'intervento*” e “VOG-PV001-T23_ *Planimetria dei cavidotti di connessione alla rete*”.

I centri abitati più vicini all'area di impianto risultano essere:

- a c.ca 500 m a nord-est è presente il centro abitato di Gualdo;
- a c.ca 3 km a sud-est è presente il centro abitato di Cisterna di Voghiera;
- a c.ca 2 km a nord è presente il centro abitato di Cona;

L'area di intervento è raggiungibile grazie a Via Cesare Battisti raggiungibile a sua volta dalla SP29 posta a nord est dell'area di impianto.

Coerentemente alla STMG ottenuta con codice di rintracciabilità impianto n. 202400190 l'impianto verrà connesso in antenna a 36 kV su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata “Ferrara Focomorto”.

Si evidenzia che, alla data di emissione del presente elaborato, la posizione dell'ampliamento della Stazione Elettrica di Terna risulta essere indicativo e non definitivo, essendo, alla data di emissione del presente elaborato, non conclusi i diversi tavoli tecnici. Eventuali variazioni della posizione della futura SE potrebbero influire sul percorso del cavidotto di connessione. Eventuali variazioni saranno oggetto di integrazioni al presente pacchetto progettuale.

Si sottolinea inoltre, che verranno previste due cabine da posizionare side-by-side interne all'area di impianto. Tali cabine conterranno tutte le protezioni e i sezionatori necessari per potersi connettere alla SE Terna. Si prevede di realizzare tali cabinati all'interno della porzione “area di sezionamento” 25 x 18,5 m interna all'area di impianto:



Figura 10 - Inquadramento su base ortofoto del layout di impianto con evidenza dell'area di sezionamento.

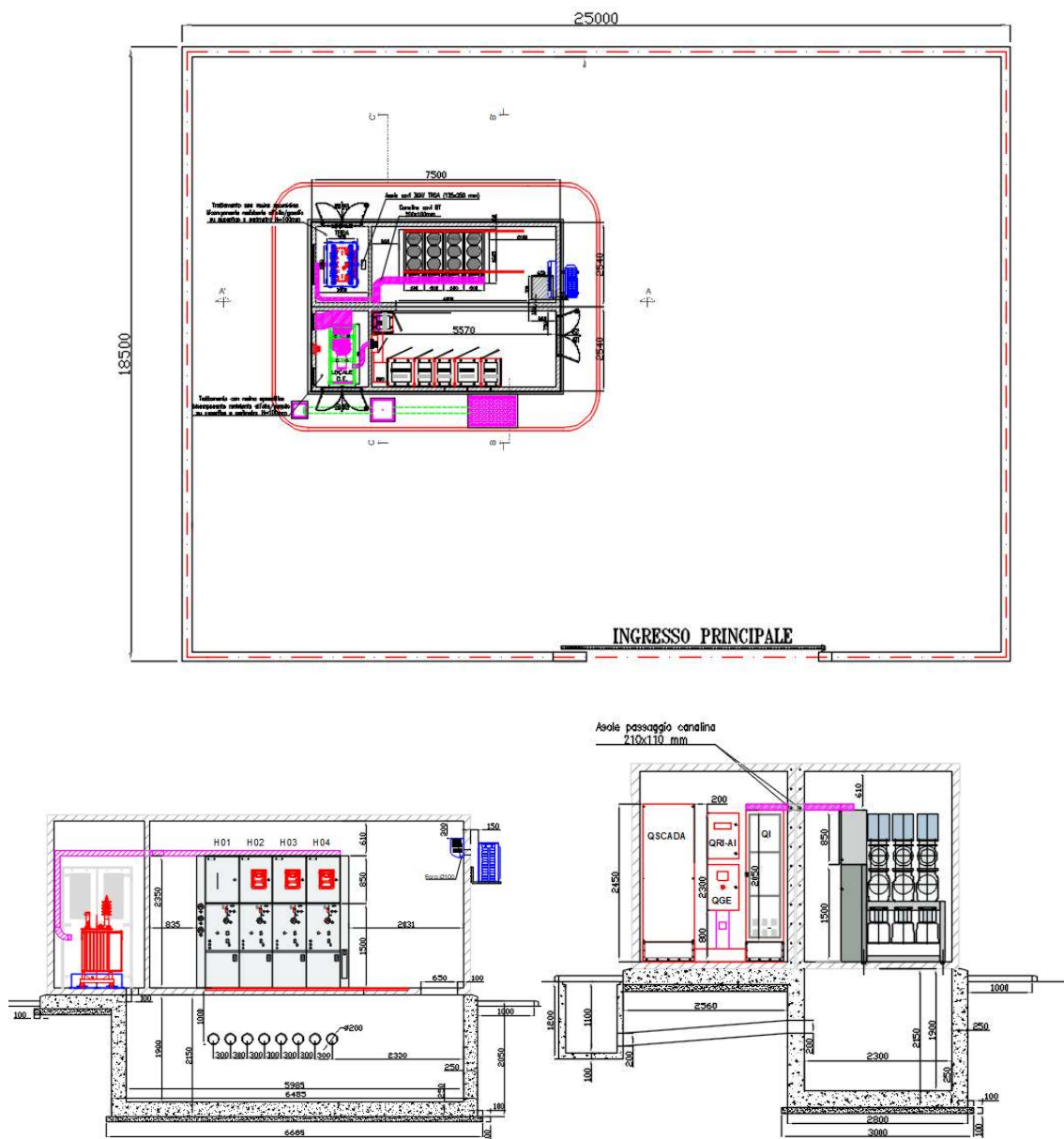


Figura 11 - Inquadramento su base ortofoto del layout di impianto con evidenza dell'area di sezionamento.

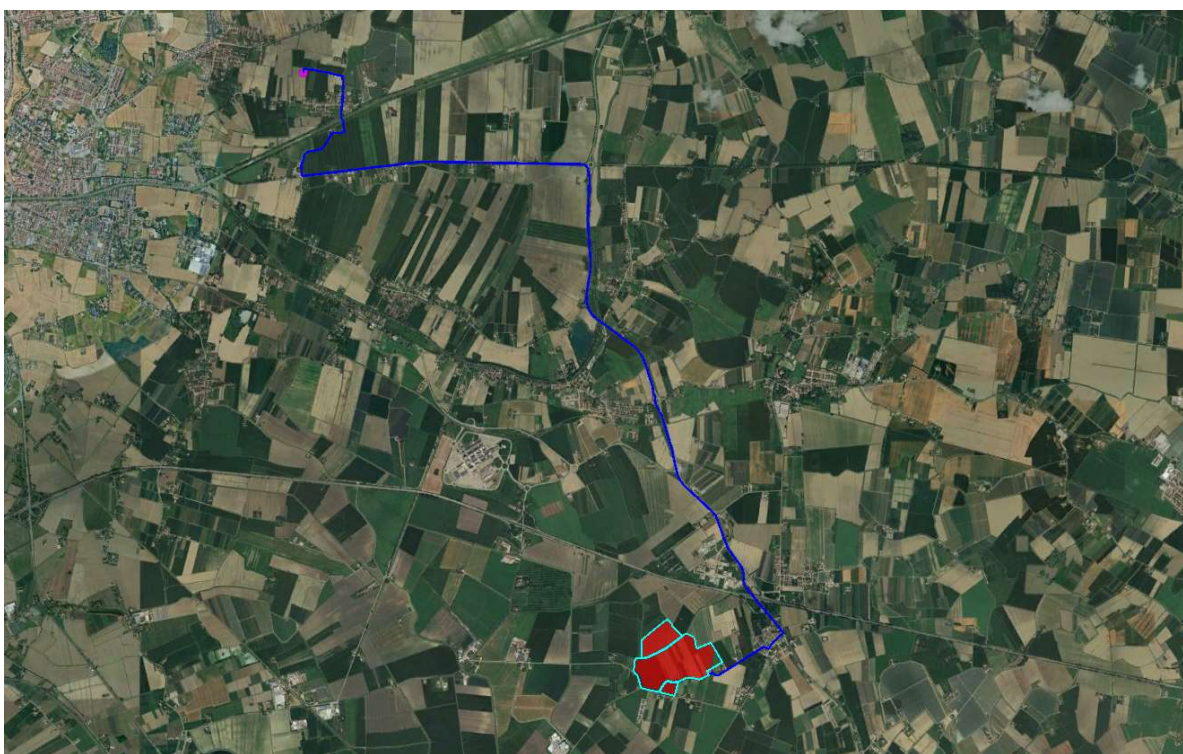


Figura 12 - Inquadramento su base ortofoto delle opere in progetto. In rosso l'area di impianto; in ciano l'area di progetto; in blu il cavidotto 36 kV; in magenta la futura SE Terna.

L'area valorizzabile con la realizzazione dell'impianto in progetto interessa, anche solo parzialmente, le seguenti particelle catastali del Comune di Voghiera:

- Comune di Voghiera (FE): Foglio 4, p.lle 37, 38, 39, 65, 66.
- Comune di Voghiera (FE): Foglio 8, p.lle 70, 71, 72, 127, 128, 164, 165.

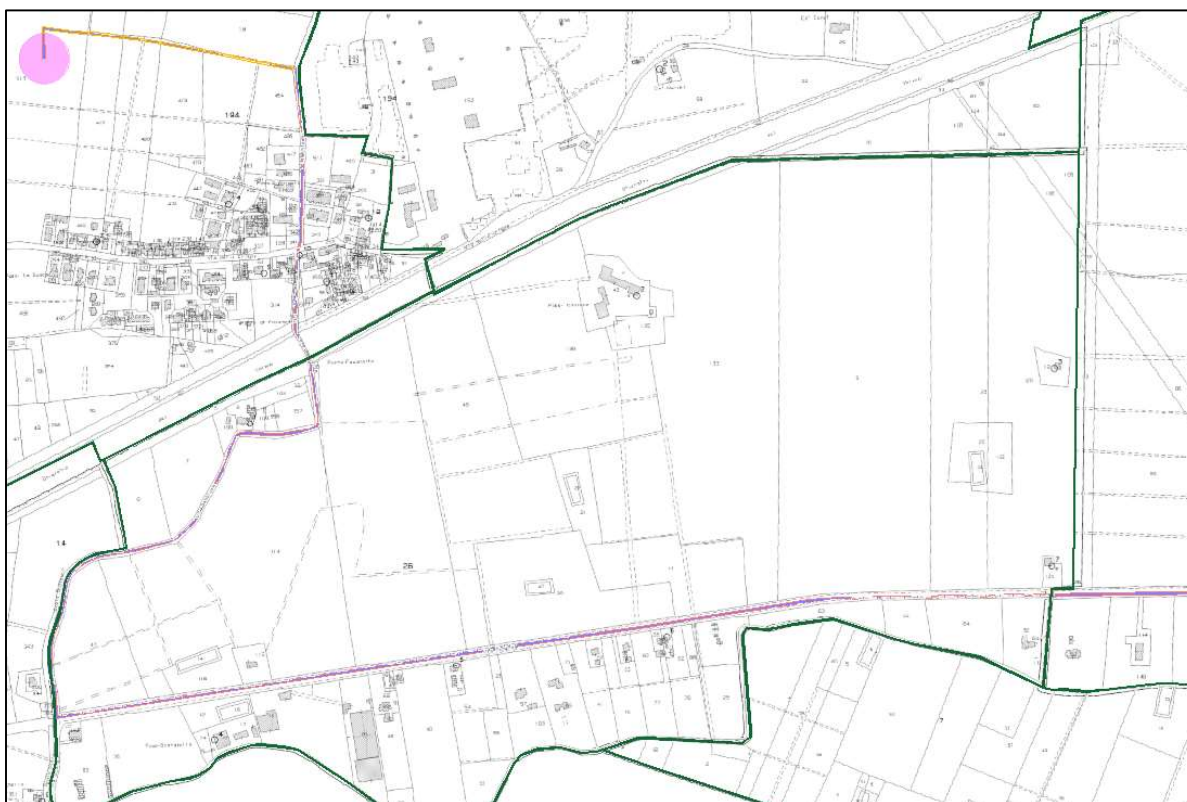
Per quanto riguarda il cavidotto di connessione, e la relativa fascia di asservimento di larghezza pari a 4 m (2 m per parte), si rimanda agli elaborati catastali di dettaglio al netto di quanto sopra indicato.



Occorre precisare che il tracciato dei cavidotti, al di fuori delle aree di impianto interesserà principalmente strade pubbliche esistenti.

Per maggiori dettagli, si rimanda agli elaborati "VOG-PV001-R06_Piano particellare delle aree interessate dall'intervento"; "VOG-PV001-R07_Piano particellare di esproprio"; "VOG-PV001-T04_ Inquadramento catastale delle opere".

Nelle figure successive vengono riportati l'inquadramento su base catastale e l'inquadramento territoriale dell'opera con le relative opere di connessione:





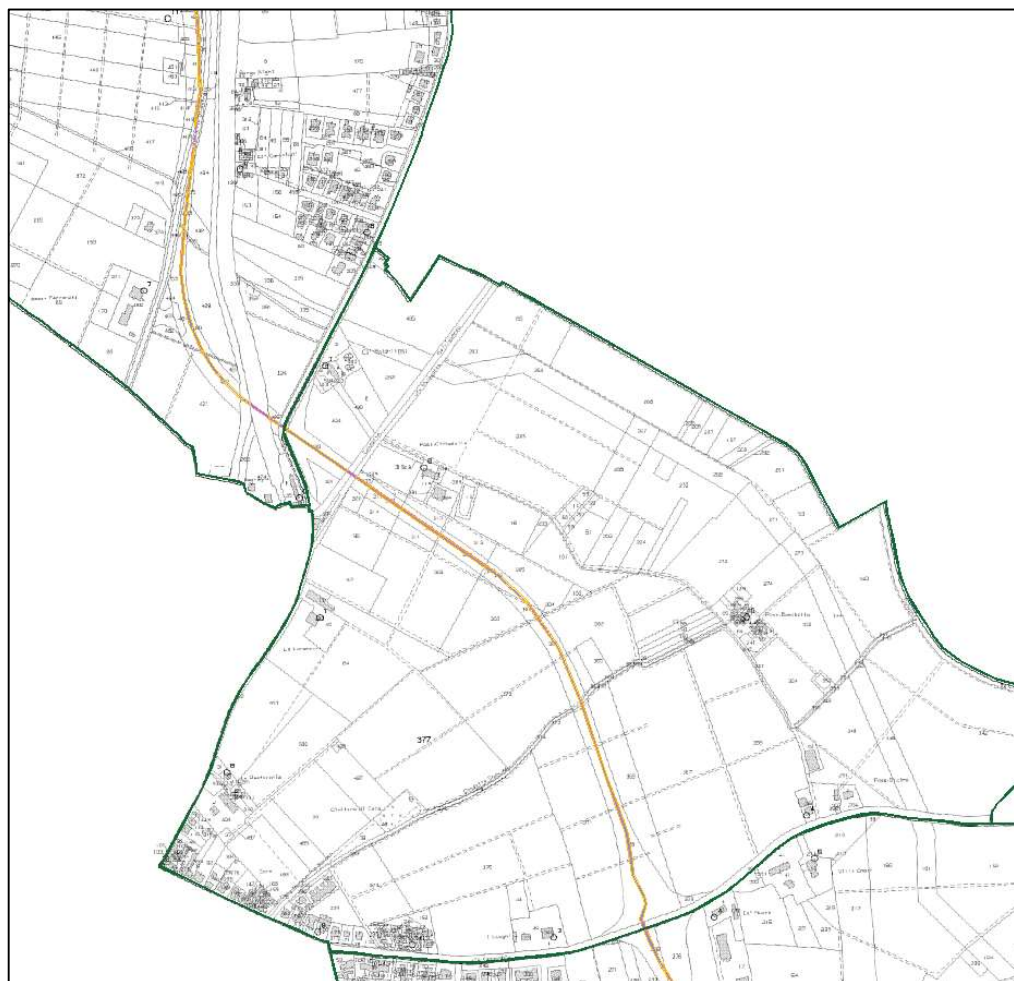
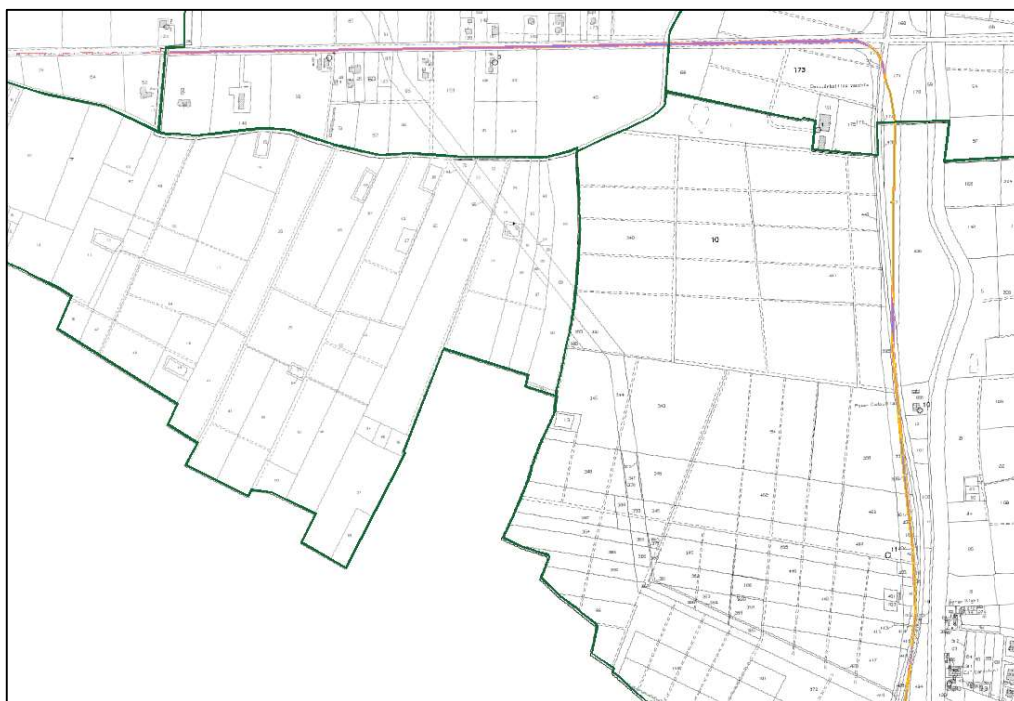
iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
21 di/of 77





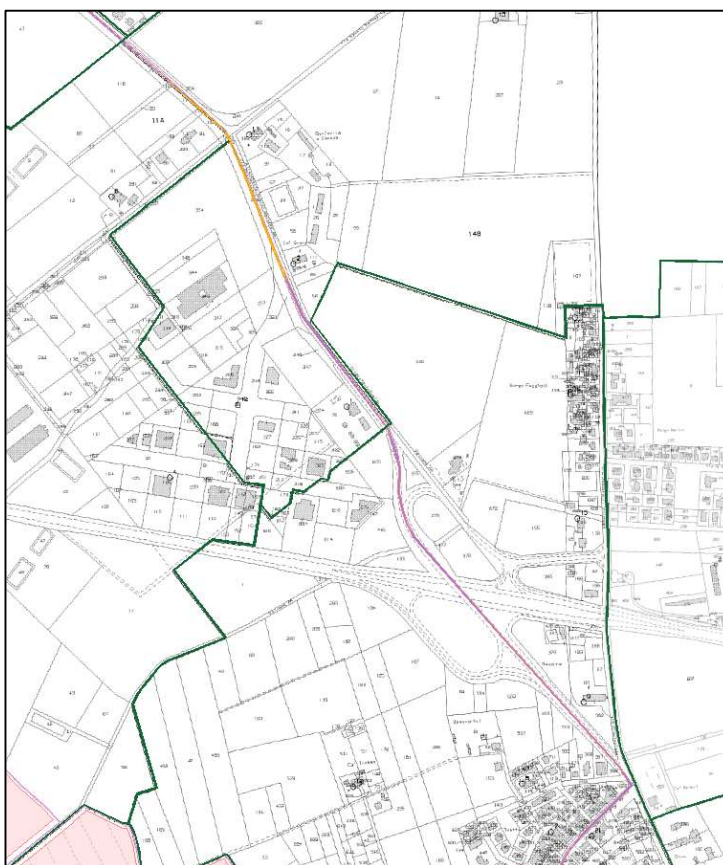
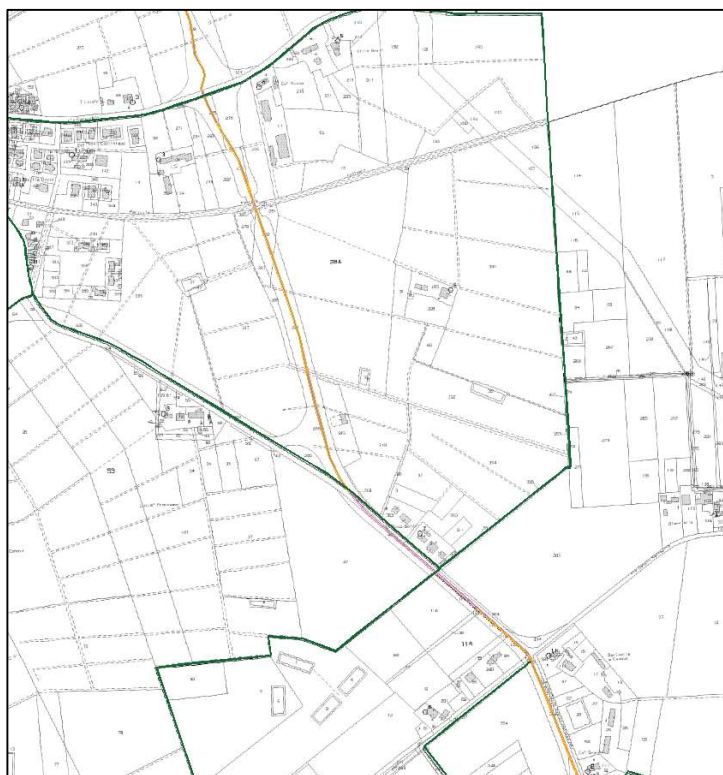
iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
22 di/of 77



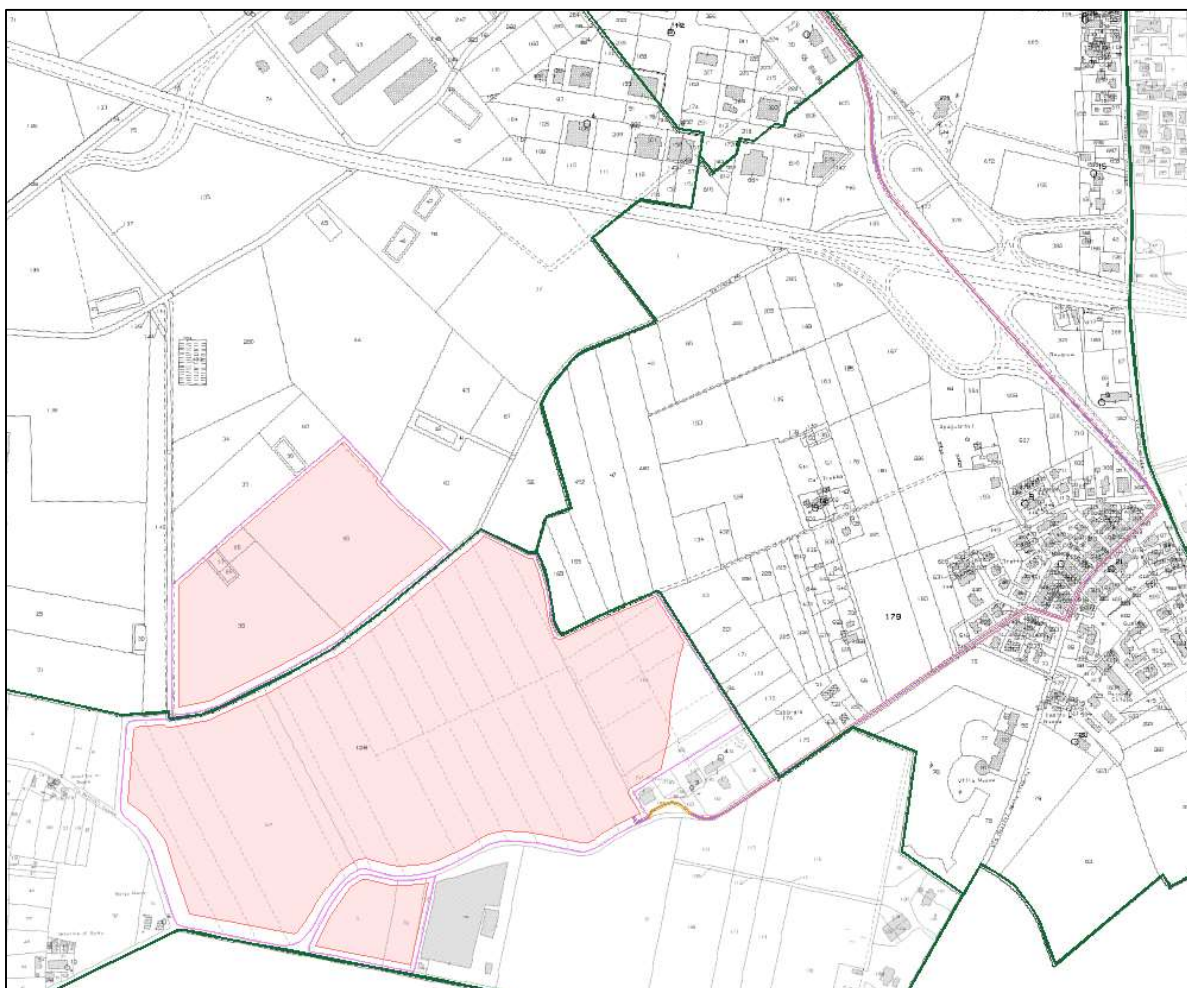


Figura 13 – Estratto di mappa catastale con indicazione dell'area di impianto (in rosa), dell'area di progetto (linea magenta), del cavidotto MT (in blu), della stazione Terna (cerchio magenta). In giallo si evidenziano le porzioni catastali oggetto di asservimento.

Da un punto di vista topografico l'area si sviluppa su un terreno agricolo pianeggiante. Per l'analisi della topografia delle aree e gli interventi di movimenti terra previsti si rimanda agli elaborati "VOG-PV001-T13_Planimetria con Rilievo plano-altimetrico".



4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

4.1. Impianto agrivoltaico avanzato

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato con moduli fotovoltaici in eterogiunzione di silicio e ciascuna stringa di moduli farà capo ad uno string inverter, a sua volta connesso a cabine di trasformazione BT/MT.

L'impianto agrivoltaico sarà complessivamente costituito da n. 37.176 moduli, la cui potenza complessivamente installabile risulta essere pari a 24.536,16 kW_p.

Le strutture di supporto dei moduli, del tipo tracker a 1 moduli-portrait, consentiranno di poggiare su di essa 1x24 e 1x12 moduli fotovoltaici al silicio.

La Tabella seguente riassume le principali caratteristiche tecniche dell'impianto.

IMPIANTO AGRIVOLTAICO	Potenza AC di immissione	23.100,00 kW _{ac}
	Potenza DC nominale	24.536,16 kW _p
	N° totale di moduli	37.176
STRUTTURE DI SOSTEGNO	Tipologia	Tracker monoassiali ± 50°
	1x24 - Lunghezza (NS)	28,361 m
	1x24 - Larghezza (EW)	2,382 m
	1x24 - Interasse strutture (EW)	6,5 m
	1x24 - Spazio tra le strutture (NS)	0,35 m
	1x24 - numero strutture	1495
	1x12 - Lunghezza (NS)	14,193 m
	1x12 - Larghezza (EW)	2,382 m
	1x12 - Interasse strutture (EW)	6,5 m
	1x12 - Spazio tra le strutture (NS)	0,35 m
	1x12 - numero strutture	108
MODULO	Tipo celle fotovoltaiche	Longi LR7-72HYD
	Potenza nominale, P_n	660 W _p
	Tensione alla massima potenza, V_m	44,85 V
	Corrente alla massima potenza, I_m	14,72 A
	Tensione di circuito aperto, V_{oc}	54,00 V
	Corrente di corto circuito, I_{sc}	15,41 A
	Efficienza del modulo	24,4%
INVERTER 330 kVA	Numero di inverter	77
	Corrente massima per MPPT	115 A
	Potenza nominale	300 kVA
	Potenza apparente	330 kVA
	Numero di MPPT	6
	Massima tensione d'ingresso MPPT	1500 V
	Corrente AC massima	216,6 A
	Tensione d'uscita BT per singolo inverter	800 V
	Rendimento europeo	98,8%



TRASFORMATORI BT/36 kV	Potenza nominale	3300 kVA
	Tensione secondaria	800 V
	Tensione Primario	36 kV
	Numero totale	n.8 (n.1 x 3300 kVA; n.5 x 3000 kVA; n.2 x 2400 kVA)

Tabella 2 - Dettagli tecnici dell'impianto

Per ulteriori dettagli tecnici sui vari componenti dell'impianto si rimanda all'elaborato "VOG-PV001-R04 _ *Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici*".

Si sottolinea che, per la trasformazione da bassa tensione a 36 kV verranno impiegati dei trasformatori di tipologia ad olio. Alla data di emissione del presente elaborato non sono disponibili data sheet specifici associabili a Transformation Unit di tale tipologia. Si rimanda quindi, ad una fase successiva di ingegneria per la definizione dei tipologici più adatti allo scopo. Sulla base di un'indagine non ufficiale di mercato, come comunicato da Huawei, a tal fine sarà previsto un retrofit delle attuali transformation units STS (con particolare riferimento nel caso specifico alla JUPITER-3000K-H1 alle quali è possibile collegare fino ad n.11 String Inverter SUN2000-330KTL-H1), con relativi adeguamenti sia dello step-up transformer da MT a 36 kV che dei quadri di protezione MT mantenendo invariate le dimensioni.

5. VERIFICA DEI REQUISITI RICHIESTI PER GLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI DALLE LINEE GUIDA DEL già MITE

Nel presente capitolo sarà trattata con maggior dettaglio la verifica del rispetto, da parte del progetto proposto in istanza, dei requisiti che i sistemi agrivoltaici devono avere per rispondere alle finalità generali per cui l'impianto viene realizzato.

Come anticipato, in linea generale i requisiti definiti dalle Linee Guida in materia di impianti agri voltaici predisposte su iniziativa del MITE sono i seguenti:

- ✓ **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- ✓ **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale;
- ✓ **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- ✓ **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare



l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, (D.1) la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate (D.2);

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

Le citate Linee Guida, inoltre, prevedono che:

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “*agrivoltaico*”. Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2: (Continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate).
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di “*impianto agrivoltaico avanzato*” e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto- legge 24 gennaio 2012, n.1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statati a valere sulle tariffe elettriche.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C, D ed E sono preconditione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico avanzato”, come previsto dall'art.12, comma1, lettera f) del decreto legislativo n.199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

Il progetto proposto risulta essere costituito da un ***impianto agrivoltaico avanzato*** per il quale sarà necessario verificare i requisiti **A, B, C e D** definiti dalle Linee Guida predisposte dal MITE come previsto per gli impianti non finanziati da fondi PNRR.

Poiché un sistema agrivoltaico avanzato può essere costituito da un'unica *tessera* o da un insieme di tessere - anche nei confini di proprietà di uno stesso lotto, o azienda - le definizioni relative al sistema agrivoltaico avanzato saranno riferite alla singola tessera e come tale il rispetto dei requisiti di carattere dimensionale (in particolare del requisito A) dovranno essere verificati con riferimento alle singole tessere componenti l'impianto.

Alla luce di quanto detto, gli step che illustrano la metodologia di calcolo attraverso cui è possibile dimostrare che l'impianto in progetto è classificabile come impianto agrivoltaico avanzato sarà:

1. Individuazione delle tessere costituenti l'impianto e verifica del requisito A (A.1 ed A.2);
2. Verifica del requisito B (B.1 e B.2);
3. Verifica del requisito C
4. Verifica del requisito D.1
5. Verifica del requisito D.2

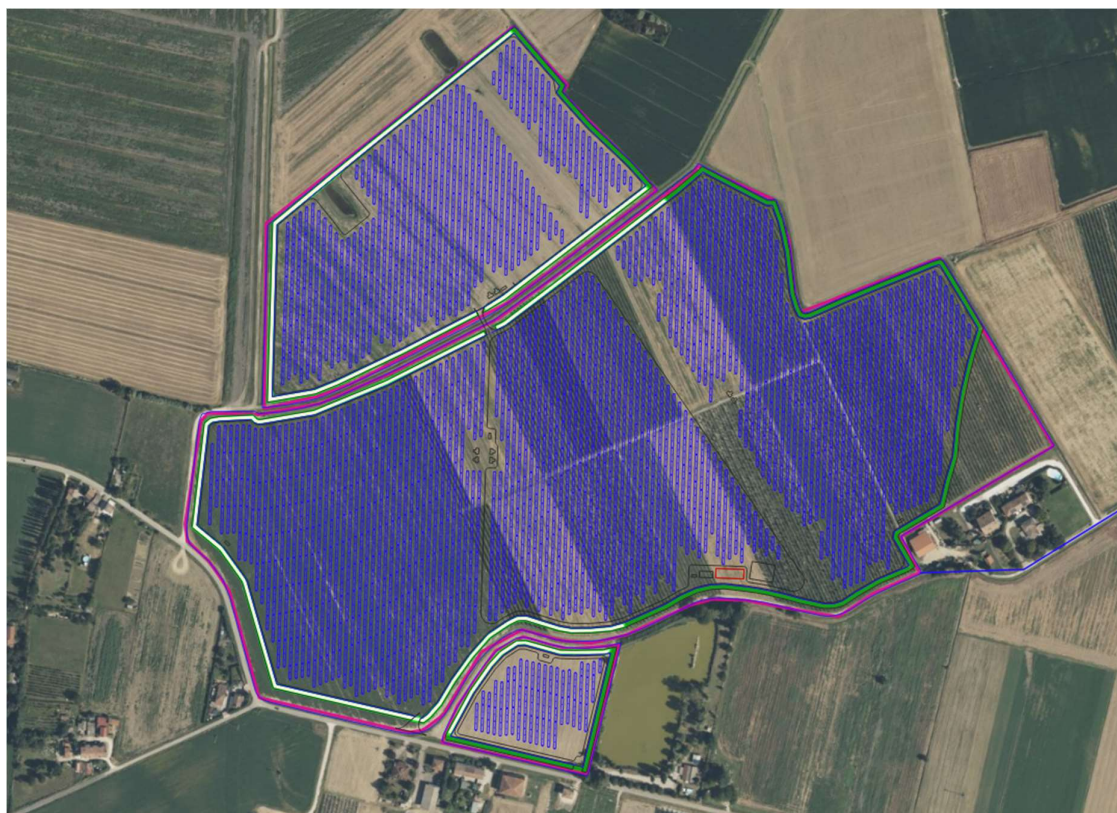


Figura 14 - Layout dell'impianto, con evidenziate le fasce di mitigazione (verde chiaro la normale e verde scuro la rafforzata) , l'area investita a agrivoltaico avanzato e le aree di servizio.

5.1. Verifica del requisito A

Per soddisfare il requisito A occorre che siano garantite le seguenti condizioni:

A.1) Superficie minima coltivata nel rispetto delle Buone pratiche Agricole (BPA), maggiore o uguale al 70% della superficie totale occupata dall'impianto:

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot Stot$$

In cui:

Sagricola: rappresenta la superficie del territorio oggetto di intervento adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico avanzato in progetto, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame,

Stot: rappresenta l'area del sistema agrivoltaico avanzato che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico avanzato.

A.2) Superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR), inferiore al 40%:

$$LAOR \leq 40 \%$$

In cui:



LAOR (*Land Area Occupation Ratio*): rappresenta il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico avanzato (Spv) e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico avanzato (Stot), espresso in percentuale:

$$LAOR = Spv/Stot * 100$$

In particolare, con Spv si intende la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico avanzato, somma delle superficie individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice).

Tale requisito garantisce la continuità dell'attività agricola in termini di "densità" e "porosità" dell'impianto in progetto limitando di fatto la superficie occupata dai moduli rispetto a quella totale del sistema agrivoltaico avanzato.

Individuazione delle tessere all'interno dei singoli lotti di impianto

In ottemperanza a quanto indicato nelle linee guida del MITE in merito alla verifica del requisito A -punti A.1 e A.2- all'interno dell'impianto sono state individuate le "tessere" costituenti.

L'area di impianto disponibile risulta essere suddivisa in quattro tessere T1, T2.1, T2.2, T3, separate da elementi fisici (strade e/o canali aree agricole non utilizzate per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico); le singole porzioni afferiscono tutte al progetto in analisi.

- Elaborazione dati per la verifica del requisito A (A.1 e A.2)

Nelle tabelle seguenti sono sintetizzate le elaborazioni per il calcolo del LAOR (previa definizione della superficie totale di ingombro dei moduli Spv) e della S.agricola di tutte le tessere individuate per ciascun lotto.

In particolare, stante la scelta di posizionare i moduli fotovoltaici con altezza minima da terra superiore a 1,30 m per garantire la coltivazione dei terreni ed il libero passaggio di macchine, attrezzature ed eventualmente bestiame, al di sotto delle strutture portamoduli, per ciascuna tessera la superficie agricola deriverà dalla superficie totale depurata delle aree occupate dalle strutture di fondazione, della viabilità di servizio e dei locali tecnici (inverter, cabine e strutture BESS) a servizio dell'impianto agrivoltaico avanzato.

Le elaborazioni rappresentate nelle tabelle precedenti dimostrano come i requisiti A.1 ed A.2 previsti dalla *Linee Guida in materia di impianti agrivoltaici* del MITE siano rispettati per tutte le tessere ricomprese nei lotti costituenti l'impianto in progetto.

In particolare, per ciascuna tessera risulta:

A.1) Sagricola $\geq 0,7$ Stot

A.2) LAOR = Spv/Stot $\leq 0,4$



iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
29 di/of 77

Voghiera agrivoltaico avanzato

max inclinazione pannelli gradi =

45	largh. tracker ml=	2,382
	proiez. a terra ml =	1,684

Verifica requisito A

con fascia di mitigazione coltivata

A)1 Superficie minima per l'attività agricola

Sagricola/Stot TESSERA $\geq 0,7$

Tessera	Stot TESSERA (*)	S _N TESSERA	Sc TESSERA	S.agricola TESSERA	S.agricola /Stot TESSERA
MQ					
Impianto	391.898	73.997	19.733	298.168	0,761

A)2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

LAOR $\leq 40\%$

Tessera	TIPOLOGIA STRUTTURE		Spv SINGOLA STRUTTURA	QUANTITA' STRUTTURE	Spv PER TIPOLOGIA STRUTTURA	Spv TOTALE TESSERA	Stot TESSERA	LAOR TESSERA
			MQ	N.	MQ	MQ	MQ	
Impianto	A	PANNELLI 1 X 24	67,56	1495	100.996,07	104.647,31	391.898	0,267
	B	PANNELLI 1 X 12	33,81	108	3.651,23			

Stot TESSERA	È una parte della superficie agricola utilizzata (SAU) che comprende sia la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia correlata all'impianto agrivoltaico, che la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico (Sapv).
S _N	superficie non utilizzata per attività agricola in quanto occupata o impedita dalla installazione e dall'esercizio dei pannelli fotovoltaici (inclinazione 45 gradi)
Sc	Superficie non utilizzata per attività agricola in quanto occupata da cabine e strade
Spv	Somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (posizione orizzontale)
(*)	Superfici da GIS

Tabella 12 Verifica Requisiti A1 e A2



5.2. Verifica del requisito B

Come anticipato il sistema agrivoltaico avanzato deve essere esercito, nel corso della vita tecnica dell'impianto, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e di prodotti agricoli.

Nel corso della vita tecnica utile dovranno essere rispettate le condizioni di reale integrazione tra l'attività agricola e la produzione elettrica valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.

In particolare, dovrebbero essere verificate le seguenti condizioni:

B.1) la continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno oggetto dell'intervento, monitorando nel corso della fase di esercizio dell'impianto:

- a. l'esistenza e la resa della coltivazione;
- b. il mantenimento dell'indirizzo produttivo.

Per verificare il rispetto del requisito B.1 l'impianto dovrà dotarsi di un sistema di monitoraggio dell'attività agricola rispettando, in parte le specifiche indicate al requisito D (il requisito D.2 nello specifico).

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

Per verificare il rispetto del requisito B.2 la produzione specifica di un impianto agrivoltaico avanzato (FV_{agri} in GWh/ha/anno) paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ($FV_{standard}$ in GWh/ha/anno) non dovrebbe essere inferiore al **60%** di quest'ultimo:

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

Per fotovoltaico standard ($FV_{standard}$) si intende un impianto fotovoltaico di riferimento caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud ed inclinati con un angolo pari alla latitudine, meno 10 gradi, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico avanzato di progetto.

Verifica del requisito B.1

Come anticipato in precedenza nel presente documento, la verifica del requisito B.1, può essere notevolmente semplificato dall'implementazione della "*tabella del piano colturale*" che può essere compilata acquisendo i dati delle colture, mediante sopralluogo diretto in campo o rilevandoli dal fascicolo aziendale. Per la determinazione della Produzione Lorda vendibile o Produzione Standard aziendale sono stati utilizzati i valori pubblicati dalla Regione Emilia Romagna (Produzione Standard 2022 Atto del Dirigente Determinazione Num. 2511 del 11/02/2022 Proposta: DPG/2022/2661 del 10/02/2022) per ciascuna coltura.

Confrontando la tabella del piano colturale dello stato *ante* progetto con quella relativa allo stato *post* realizzazione dell'impianto, il requisito B.1 sarà stato rispettato se la Produzione Standard Totale (PST) e la Dimensione Economica del lotto nello stato post realizzazione dell'impianto si mantengano maggiori o uguali al valore dei medesimi parametri ante progetto.

Nella fattispecie, le tabelle nello stato ante progetto sono state redatte ricavando i dati direttamente in campo



iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
31 di/of 77

in sede di sopralluogo.

Le tabelle nello stato post progetto, invece, essendo ancora in una fase progettuale, sono state redatte su base estimativa in quanto non ci sono ancora i dati produttivi dei lotti nel caso di impianto in esercizio.

Stabilito, che l'attività agricola prevista nella fase di esercizio dell'impianto sarà comunque di carattere estensivo, con un indirizzo colturale cerealicolo/ coltura orticola/industriale, non ci saranno grandi cambiamenti nell'organizzazione aziendale dopo la realizzazione dell'impianto, se non un minor apporto di lavoro, le tabelle del piano colturale post impianto sono state stimate prevedendo semplicemente una rimodulazione delle superfici di ciascuna coltura, aumentando leggermente quelle economicamente più produttive collocate nella fascia di mitigazione coltivata a pereto.

L'Utilizzo delle colture industriali leguminose e dell'aglio all'interno delle tessere consentirà di avere una produzione standard importante ma soprattutto ne beneficerà la fertilità del terreno per l'azoto-fissazione e l'interramento delle stoppie a fine ciclo per la sostanza organica nel suolo.

Allegato parte integrante - 1

ID_COLTURA	DESC_SUOLO	DESC_DESTINAZIONE	COD_PROD_INTERSC	COD_USO_INTERSC	RUBRICA SO 2010	UM	Valore SO 2013 (Euro)
1047	CASTAGNO	DA MENSA	492	000	G01C	Ha	4.895
1048	MANDORLO		493	000	G01C	Ha	4.895
1049	NOCCIOLO		494	000	G01C	Ha	4.895
1051	SERRE		557	000	D21	Ha	0
1053	GRANO (FRUMENTO) TENERO	FAVE, SEMI, GRANELLA	587	000	D01	Ha	1.513
1054	LUPINELLA	DA FORAGGIO	612	055	D18A	Ha	1.085
1055	MIGLIO	FAVE, SEMI, GRANELLA	624	000	D08	Ha	1.050
1056	PIANTE ORNAMENTALI	DA VIVAIO - FRONDE VERDI	646	027	D16	Ha	98.219
1057	PIANTE ORNAMENTALI	DA VIVAIO - FRONDE DA BACCHE	646	025	D16	Ha	98.219
1058	PIANTE ORNAMENTALI	DA VIVAIO - CULTURA IN VASI - PIANTE FIORITE	646	029	D16	Ha	98.219

Estratto Grano Tenero

1047	CASTAGNO	DA MENSA	492	000	G01C	Ha	4.895
1048	MANDORLO		493	000	G01C	Ha	4.895
1049	NOCCIOLO		494	000	G01C	Ha	4.895
1051	SERRE		557	000	D21	Ha	0
1053	GRANO (FRUMENTO) TENERO	FAVE, SEMI, GRANELLA	587	000	D01	Ha	1.513
1054	LUPINELLA	DA FORAGGIO	612	055	D18A	Ha	1.085
1055	MIGLIO	FAVE, SEMI, GRANELLA	624	000	D08	Ha	1.050
1056	PIANTE ORNAMENTALI	DA VIVAIO - FRONDE VERDI	646	027	D16	Ha	98.219
1057	PIANTE ORNAMENTALI	DA VIVAIO - FRONDE DA BACCHE	646	025	D16	Ha	98.219
1058	PIANTE ORNAMENTALI	DA VIVAIO - CULTURA IN VASI - PIANTE FIORITE	646	029	D16	Ha	98.219

Estratto Pero da Mensa

1288	MELONE	DA SEME	130	000	D19	Ha	5.400
1289	SESAMO		149	000	D30	Ha	2.096
1290	TARTUFO DI PRATO	DA FORAGGIO	150	000	D18B	Ha	1.203
1294	DOLCETTA (GALLINELLA, SONCINO, VALERIANELLA)	DA ORTO	169	000	D14B	Ha	16.758
1295	BAGOLARO		180	000	G06	Ha	1.900
1296	PERO	DA MENSA	189	000	G01A	Ha	10.705
1297	PERO	DA INDUSTRIA	189	000	G01A	Ha	10.705
1298	PLATANO		191	000	G06	Ha	1.900
1299	PLATANO	EFA - AREA DI INTERESSE ECOLOGICO	191	000	G06	Ha	1.900
1300	FARNIA		192	000	G06	Ha	1.900
1301	ROVERELLA		193	000	G06	Ha	1.900

Estratto Pisello da industria

1846	SULLA	DA SEME - EFA - AREA DI INTERESSE ECOLOGICO - Colture azotofissatrici	840	000	D19	Ha	5.400
1860	SOIA	DA FORAGGIO - EFA - AREA DI INTERESSE ECOLOGICO - Colture azotofissatrici	004	000	D18D	Ha	1.138
1861	PISELLO	DA INDUSTRIA - EFA - AREA DI INTERESSE ECOLOGICO - Colture azotofissatrici	020	000	D14A	Ha	11.345
1862	FAGIOLINO	DA INDUSTRIA - EFA - AREA DI INTERESSE ECOLOGICO - Colture azotofissatrici	121	000	D14A	Ha	11.345
1863	PISELLO	DA ORTO - EFA - AREA DI INTERESSE ECOLOGICO - Colture azotofissatrici	020	000	D14B	Ha	16.758



iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
32 di/of 77

Estratto Aglio da Orto

1081	FARRO	DA SEME	009	000	D19	Ha	5.400
1082	VECCE	DA FORAGGIO	079	054	D18D	Ha	1.138
1084	VECCE	FAVE, SEMI, GRANELLA	079	000	D9A	Ha	1.657
1086	AGLIO	DA SEME	113	000	D19	Ha	5.400
1087	AGLIO	DA ORTO	113	000	D14A	Ha	11.345
1088	CAVOLFORE	DA SEME	118	000	D19	Ha	5.400
1089	LENTICCHIE	FAVE, SEMI, GRANELLA	016	000	D9B	Ha	1.985
1091	CAROTA	DA ORTO	027	000	D14B	Ha	16.758

TAB 12 PRODUZIONE LORDA STANDARD (PS) EMILIA ROMAGNA 2022 (Atti amministrativi GIUNTA REGIONALE Atto del Dirigente DETERMINAZIONE Num. 2511 del 11/02/2022 BOLOGNA)

Con tali premesse sono state redatte e messe a confronto, a livello aziendale, le tabelle della produzione standard in condizioni ante e post alla realizzazione dell'impianto.

Voghiera agrivoltaico avanzato

Pughera agrivoltare avanzato						
Impianto Ante	Cultura/Specie	Cod. Rica	Quantità	u.m.	Prod. Standard unitaria €.	Prod. Standard totale €.
	ORDINAMENTO CULTURALE AZIENDA ANTE PROGETTO					
	Superf. ritirate dalla produzione		0	Ha	0	-
	Pereto mensa IGP	1296	10,4238	Ha	10.705,00	111.586,78
	Grano tenero	1053	28,7661	Ha	1.513,00	43.523,11
				Ha		-
				Ha		-
		SAU TOTALE	39,1899	Ha		
		Tare	1,9343	Ha		
				€	Dim. Econom. ante	155.109,89

Impianto Post	Cultura/Specie	Cod Rica	Quantità	u.m.	Prod. Standard unitaria €.	Prod. Standard totale €.
	ORDINAMENTO CULTURALE AZIENDA POST PROGETTO					
	Superf. ritirate dalla produzione		0	Ha	0	-
	Pereto mensa IGP	1296	2,8427	Ha	10.705,00	30.431,10
	Aglio di Voghiera DOP	1087 -D14A	3,0000	Ha	11.344,00	34.032,00
	Pisello industria	1582 - D14A	11,9084	Ha	11.345,00	135.100,91
	Grano tenero	1053	14,9084	Ha	1.513,00	22.556,42
		SAU TOTALE	32,6595	Ha		
		Tare	1,9343	Ha		
				€	Dim. Econom.post	222.120,44

Tabella 13 Calcolo della Dimensione economica dell'impianto ante e post intervento

Come si può rilevare dai dati elaborati nelle tabelle gli interventi di progetto previsti permettono di migliorare la resa produttiva dell'azienda. Infatti, la dimensione economica nello stato post progetto risulta maggiore alla dimensione economica dello stato ante progetto e pertanto risulta **confermato il rispetto del requisito B.1)** previsto dalle Linee Guida ministeriali in tutti i lotti di impianto.



Verifica del requisito B.2

I dati sulla risorsa solare relativi al sito di installazione dell'impianto agrivoltaico sono stati desunti dal software PVsyst Version 8.0.5.

La producibilità dell'impianto agrivoltaico di Voghiera è pari a 42,66 GWh/year con producibilità specifica pari a 1738 kWh/kWp/year e performance ratio 93,67%. Ai fini del calcolo del rispetto del requisito B.2, si esprime l'energia prodotta in GWh/ha/year, ottenendo un valore di 1,19 GWh/ha/year.



PVsyst V8.0.5
VC0, Simulation date:
07/01/25 15:03
with V8.0.5

Project: Voghiera - Agrivoltaico Avanzato

Variant: Tracker

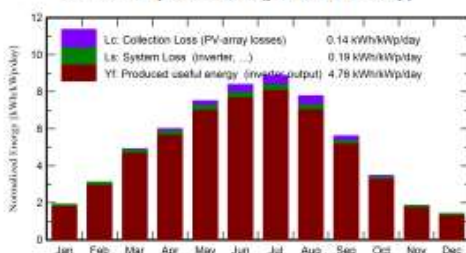
WSP Italia S.r.l. (Italy)

Main results

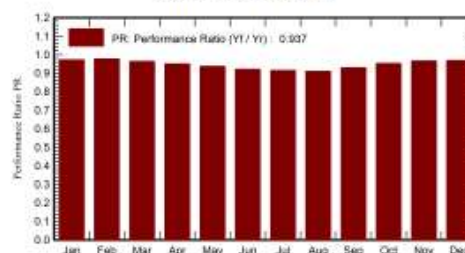
System Production

Produced Energy (P50)	42.66 GWh/year	Specific production (P50)	1738 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	93.67 %
Produced Energy (P90)	40.11 GWh/year	Specific production (P90)	1635 kWh/kWp/year		
Produced Energy (P95)	39.40 GWh/year	Specific production (P95)	1606 kWh/kWp/year		

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	44.8	24.12	6.08	59.1	57.2	1.47	1.41	0.972
February	64.3	30.43	5.57	86.3	83.8	2.15	2.07	0.977
March	116.4	52.21	9.48	152.6	148.3	3.74	3.61	0.964
April	141.5	64.71	12.23	180.6	175.6	4.37	4.21	0.950
May	186.8	82.30	17.45	233.0	228.7	5.57	5.36	0.938
June	198.1	80.88	22.48	251.8	245.0	5.91	5.69	0.921
July	214.1	80.44	24.02	275.2	267.9	6.43	6.18	0.915
August	186.6	75.53	27.01	241.3	234.6	5.60	5.39	0.911
September	127.7	53.45	21.28	168.5	163.8	3.99	3.85	0.930
October	83.3	44.22	16.68	108.0	104.6	2.62	2.53	0.954
November	43.2	24.04	10.08	55.7	54.0	1.38	1.32	0.967
December	33.0	18.14	2.64	43.9	42.6	1.09	1.04	0.969
Year	1439.8	630.47	14.64	1856.0	1804.1	44.33	42.66	0.937

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Figura 26 – Risultati relativi alla producibilità dell'impianto agrivoltaico "Voghiera".



Per la verifica del soddisfacimento del requisito B.2 è stata stimata la producibilità elettrica specifica annua di riferimento di un impianto fotovoltaico standard aventi le seguenti caratteristiche definite all'interno delle Linee Guida del MITE:

- collocato sullo stesso sito dell'impianto agrivoltaico proposto
- caratterizzato da moduli con efficienza del 20%

La producibilità dell'impianto fotovoltaico standard di Voghiera è pari a 40,13 GWh/year con producibilità specifica pari a 1576 kWh/kWp/year e performance ratio 93,32%. Ai fini del calcolo del rispetto del requisito B.2, si esprime l'energia prodotta in GWh/ha/year, ottenendo un valore di 1,12 GWh/ha/year.

La formula da verificare è la seguente:

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

Ovvero:

$$1,19 \geq 0,6 \cdot 1,12$$

Dunque, il soddisfacimento del requisito B.2 risulta più che rispettato.

Nella figura seguente è riportata una sintesi di dettaglio sulla producibilità dell'impianto standard.



iCube Development 16 s.r.l.



CODE: VOG-PV001-R01_01

PROJECT: VOGHIERA PV001

PAGINA - PAGE
35 di/of 77



PVsyst V8.0.5

VC1. Simulation date:
07/01/25 16:11
with V8.0.5

Project: Voghiera - Agrivoltaico Avanzato

Variant: Strutture Fisse

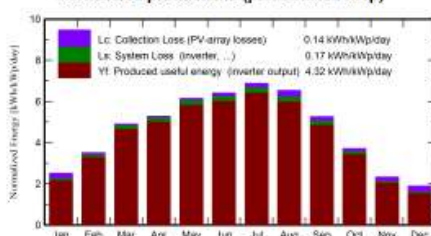
WSP Italia S.r.l. (Italy)

Main results

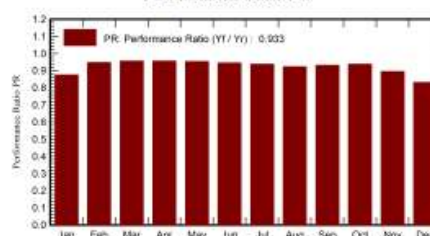
System Production

Produced Energy (P50)	40.13 GWh/year	Specific production (P50)	1576 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	93.32 %
Produced Energy (P90)	37.74 GWh/year	Specific production (P90)	1482 kWh/kWp/year		
Produced Energy (P95)	37.06 GWh/year	Specific production (P95)	1455 kWh/kWp/year		

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray GWh	E_Grid GWh	PR ratio
January	44.8	24.12	6.08	78.0	72.5	1.81	1.74	0.875
February	64.3	30.43	5.57	98.5	94.7	2.47	2.38	0.947
March	116.4	52.21	9.48	152.1	147.1	3.85	3.70	0.956
April	141.5	64.71	12.23	158.6	153.2	4.02	3.86	0.956
May	186.8	82.30	17.45	190.7	184.2	4.81	4.63	0.953
June	198.1	80.88	22.48	192.5	186.0	4.81	4.63	0.944
July	214.1	80.44	24.02	213.4	206.5	5.30	5.10	0.938
August	186.6	75.53	27.01	202.5	196.1	4.95	4.76	0.923
September	127.7	53.45	21.28	158.0	152.9	3.90	3.75	0.931
October	83.3	44.22	16.68	115.4	111.2	2.86	2.75	0.937
November	43.2	24.04	10.08	69.9	65.7	1.66	1.59	0.895
December	33.0	18.14	2.64	58.9	53.6	1.30	1.25	0.831
Year	1439.8	630.47	14.64	1688.4	1623.7	41.75	40.13	0.933

Legends

GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Figura 15 –Principali risultati relativi alla producibilità dell'impianto fotovoltaico standard.

5.3. Verifica del Requisito C

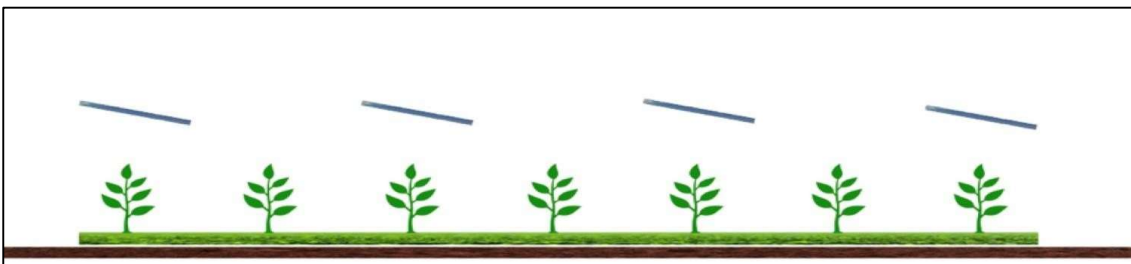
Al fine di certificare la tipologia dell'impianto in oggetto, si riporta un estratto delle linee guida in materia di Impianti agrivoltaici edito dal MASE:

"Nelle considerazioni a seguire si fa riferimento, per semplicità, al caso delle colture ma analoghe considerazioni possono essere condotte nel caso dell'uso della superficie del sistema agrivoltaico avanzato a fini zootecnici.

Si possono esemplificare i seguenti casi:

TIPO 1) l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un doppio uso del suolo, ed una integrazione massima tra l'impianto agrivoltaico avanzato e la coltura, e cioè i moduli fotovoltaici svolgono una funzione sinergica alla coltura, che si può esplicare 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 avanzato coincidono, fatti salvi gli elementi costruttivi dell'impianto che poggiano a terra e che inibiscono l'attività in zone circoscritte del suolo.

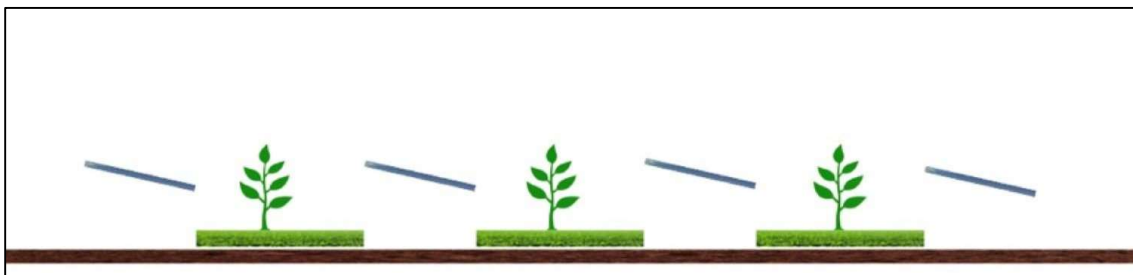
Figura 16 - Sistema agrivoltaico avanzato in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli



fotovoltaici, e sotto a essi (TIPO 1).

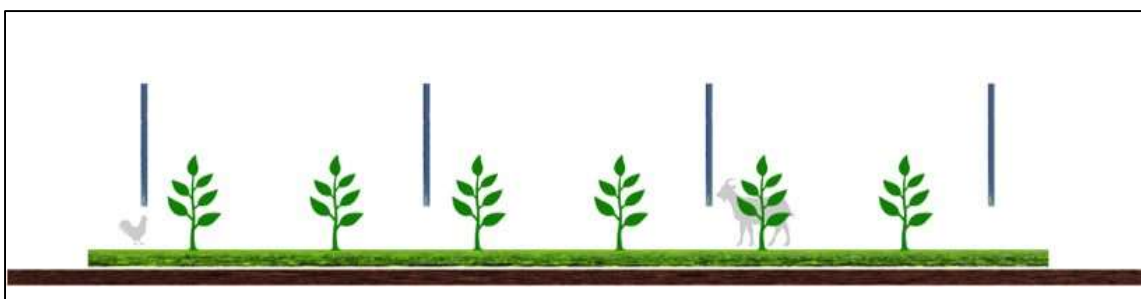
TIPO 2) l'altezza dei moduli da terra non è progettata in modo da consentire lo svolgimento delle attività agricole al di sotto dei moduli fotovoltaici. Si configura una condizione nella quale esiste un uso combinato del suolo, con un grado di integrazione tra l'impianto fotovoltaico e la coltura più basso rispetto al precedente (poiché i moduli fotovoltaici non svolgono alcuna funzione sinergica alla coltura).

Figura 17- Sistema agrivoltaico avanzato in cui la coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, e non al di sotto di essi (TIPO 2).



TIPO 3) i moduli fotovoltaici sono disposti in posizione verticale (figura 11). L'altezza minima dei moduli da terra non incide significativamente sulle possibilità di coltivazione (se non per l'ombreggiamento in determinate ore del giorno), ma può influenzare il grado di connessione dell'area, e cioè il possibile passaggio degli animali, con implicazioni sull'uso dell'area per attività legate alla zootecnia. Per contro, l'integrazione tra l'impianto agrivoltaico avanzato e la coltura si può esplicare nella protezione della coltura compiuta dai moduli fotovoltaici che operano come barriere frangivento.

Figura 18 - Sistema agrivoltaico avanzato in cui i moduli fotovoltaici sono disposti verticalmente. La coltivazione avviene tra le file dei moduli fotovoltaici, l'altezza minima dei moduli da terra influenza il possibile passaggio di animali (TIPO 3).



Per differenziare gli impianti fra il tipo 1) e il 2) l'altezza da terra dei moduli fotovoltaici è un parametro caratteristico. In via teorica, determinare una soglia minima in termini di altezza dei moduli da terra permette infatti di assicurare che vi sia lo spazio sufficiente per lo svolgimento dell'attività agricola al di sotto dei moduli, e di limitare il consumo di suolo. Tuttavia, come già analizzato, vi possono essere configurazioni tridimensionali, nonché tecnologie e attività agricole adatte anche a impianti con moduli installati a distanze variabili da terra.

Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e **l'altezza media dei moduli su strutture mobili**, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi, si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel tipo 1) e 3):

- 1,3 metri nel caso di attività zootecnica (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo. E' dunque necessario monitorare il fabbisogno irriguo delle colture attuate ex post mediante la misurazione del fabbisogno irriguo all'interno dell'impianto agrivoltaico confrontandolo con la situazione ex



ante oppure mediante il raffronto con quello misurato nell'ambito di aree di controllo in zone adiacenti l'impianto a parità di coltura. Il progetto in esame prevede il monitoraggio del consumo idrico poiché la gestione dell'acqua non rimane esattamente identica prima e dopo installazione dell'impianto agrivoltaico avanzato anche se non viene più coltivato riso – coltura tipicamente ad alto consumo idrico. I parametri utilizzati per tale analisi si riferiscono alla formula di Penman-Monteith semplificata (FAO):

$$ET_0 = 0.0023 \times T \times (RH) \times W$$

T=Temperatura

RH= Umidità Relativa

W=Velocità Vento

il cui calcolo è possibile effettuarlo con dati climatici rilevati dai sensori IoT previsti in progetto ed i coefficienti colturali Cc oramai disponibili per ogni coltura.

L'evapotraspirazione potenziale è quindi calcolata

$$ET_p = ET_0 \times C_c$$

Il requisito D1 pertanto è verificato.

5.5. Verifica del requisito D.2

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

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia, eventualmente, di parametri volti a rilevare effetti benefici concorrenti.

In particolare, il requisito D.2 contenuto all'interno delle Linee Guida Ministeriali per gli impianti agrivoltaici prevede che nel corso della vita dell'impianto siano monitorati i dati relativi a:

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

Tale requisito, si traduce di fatto nel monitorare con cadenza periodica, anche annuale, il rispetto del requisito B.1, attraverso la compilazione e l'aggiornamento annuale della tabella del piano colturale attuato, confrontando i parametri del PST e della Dimensione Economica con quella dell'anno precedente.

Questo permetterà di verificare l'efficacia del piano colturale proposto in fase di progettazione ed eventualmente mettere in atto potenziali modifiche, proponendo soluzioni alternative anche sulla base di sperimentazioni di campo che saranno eseguite su altri impianti agrivoltaici nel frattempo attivati in altre zone del paese. Le tabelle così aggiornate potranno essere ricomprese come allegati di una più ampia relazione tecnica asseverata da un agronomo, contenente la descrizione dei risultati produttivi ed economici delle produzioni agricole dell'impianto, anche in confronto ai sistemi colturali di pieno campo.

Il requisito D2 pertanto è verificato.



5.6. Requisito E.1 – Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo.

Requisito non applicabile in quanto non vengono recuperati terreni non coltivati ed in ogni caso l'impianto agrivoltaico non è finanziato con incentivi pubblici.

5.7. Requisito E.2 – Monitoraggio del microclima.

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria. Tali aspetti possono essere monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione solare posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa, ma non coperta dall'impianto. Il requisito non è applicabile in quanto l'impianto in questione non verrà finanziato con incentivi pubblici; in ogni caso è stata comunque prevista l'installazione di opportune tecnologie di monitoraggio microclimatico come descritto al paragrafo 16.

5.8. Requisito E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici.

Non applicabile in quanto l'impianto agrivoltaico seppure di tipo avanzato non sarà finanziato con incentivi pubblici.

6. DATI METEREologici DEL SITO

Il più importante parametro meteorologico per un impianto fotovoltaico è la radiazione solare, in quanto alimenta l'impianto e determina la produzione di elettricità.

La produzione di energia è influenzata anche dalla temperatura dell'aria e da altri parametri meteorologici che determinano le prestazioni, la disponibilità e l'invecchiamento di un impianto fotovoltaico.

Di seguito si riportano i principali dati meteorologici per il sito di progetto ricavati dal database SolarGIS, che fornisce un record a lungo termine di dati solari e meteorologici per il sito dal 1994 in poi, sottoforma di medie mensili.

Month	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	m/s
January	44.8	24.1	6.1	2.02
February	64.3	30.4	5.6	2.84
March	116.4	52.2	9.5	2.91
April	141.5	64.7	12.2	2.61
May	186.8	82.3	17.5	2.14
June	198.1	80.9	22.5	2.08
July	214.1	80.4	24.0	1.98
August	186.6	75.5	27.0	1.83
September	127.7	53.5	21.3	1.93
October	83.3	44.2	16.7	1.96
November	43.2	24.0	10.1	2.23
December	33.0	18.1	2.6	1.89
Year	1439.8	630.3	14.6	2.20

Tabella 3 - Medie mensili dei dati meteorologici e Albedo per il sito di progetto (Fonte: SolarGIS)

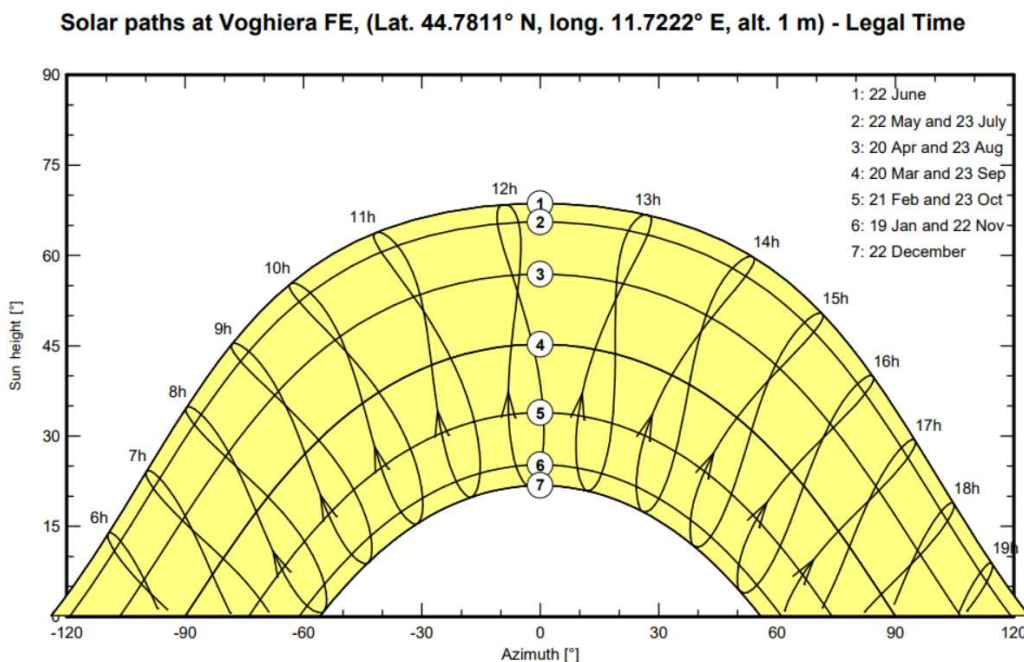


Figura 20 - Profilo dell'orizzonte per il sito di progetto (Fonte: SolarGIS)



7. ANALISI DI PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO

I dati sulla risorsa solare relativi al sito di installazione dell'impianto agrivoltaico sono stati desunti dal database SolarGIS, come riportato nel paragrafo precedente. Si riportano di seguito i principali risultati delle simulazioni.

In particolare, in Figura 21 sono riportati i valori di producibilità e performance dell'impianto agrivoltaico, in configurazione tracker 1P con moduli bifacciali.

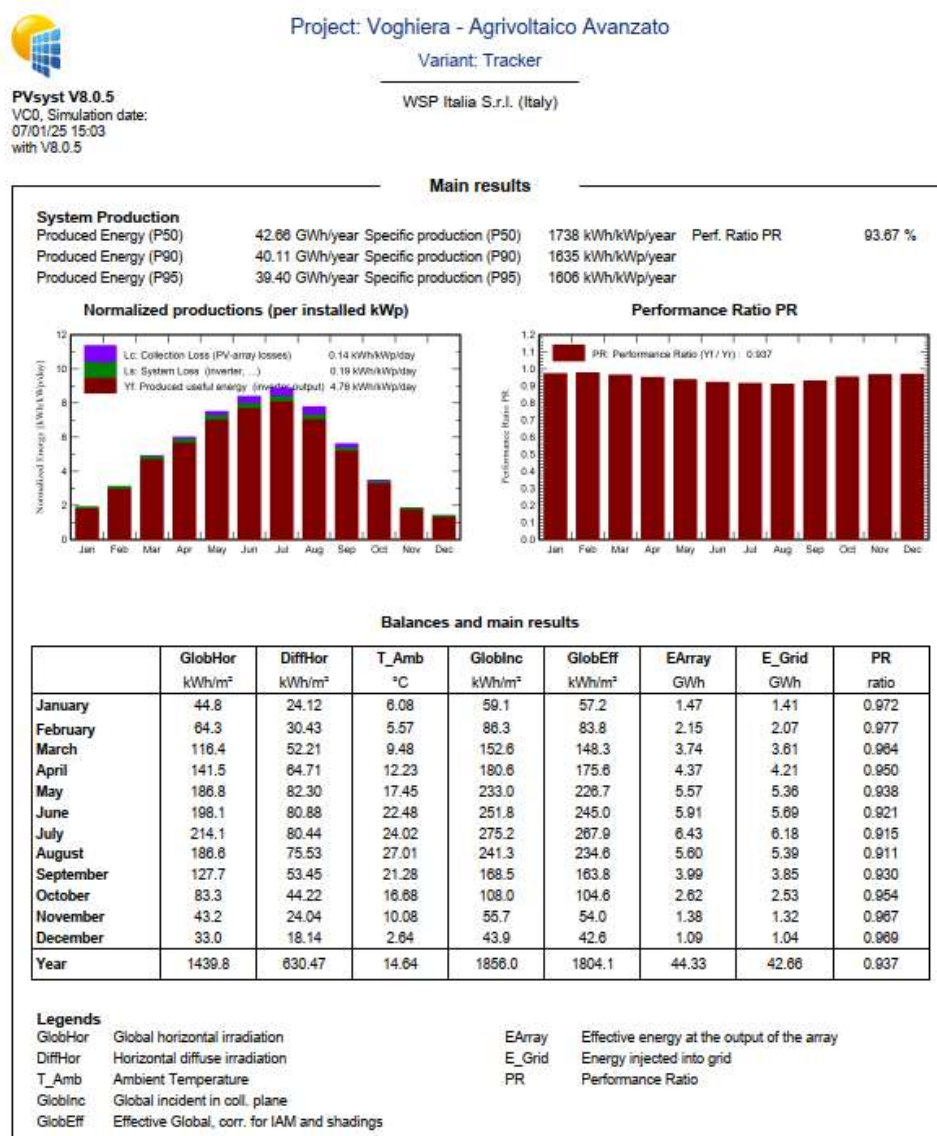


Figura 21 - Principali risultati relative alla producibilità dell'impianto agrivoltaico.



8. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

8.1. Fase di Cantiere

Con riferimento all'elaborato progettuale "VOG-PV001-R15_*Cronoprogramma dei lavori*", per le attività di cantiere relative alla costruzione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, sono previste tempistiche di circa 10 mesi.

Per la realizzazione dell'impianto si prevedono le seguenti fasi di lavoro:

8.1.1. Accantieramento

L'accantieramento prevede la realizzazione di varie strutture logistiche temporanee in relazione alla presenza di personale, mezzi e materiali.

La cautela nella scelta delle aree da asservire alle strutture logistiche mira ad evitare di asservire stabilmente o manomettere aree non altrimenti comunque già trasformate o da trasformare in relazione alla funzionalità dell'impianto che si va a realizzare.

Nell'allestimento e nella gestione dell'impianto di cantiere saranno rispettate le norme in vigore all'atto dell'apertura dello stesso, in ordine alla sicurezza (ai sensi del D.lgs. 81/08 e s.m.i.), agli inquinamenti di ogni specie, acustico ed ambientale.

8.1.2. Preparazione dei suoli

Per la preparazione del suolo si prevede il taglio raso terra di vegetazione erbacea e arbustiva. Dall'analisi del rilievo plano altimetrico dell'area si riscontra un terreno a carattere prevalentemente pianeggiante, per cui non sono necessarie operazioni di movimento terra per livellamento delle pendenze.

8.1.3. Consolidamento e piste di servizio

Le superfici interessate dalla realizzazione della viabilità di servizio e di accesso o destinate all'alloggiamento delle cabine saranno riutilizzate, regolarizzate ed adattate mediante costipazione a debole rialzo con materiali compatti di analoga o superiore impermeabilità rispetto al sottofondo in ragione della zona di intervento, al fine di impedire ristagni d'acqua entro i tracciati e rendere agevole il transito ai mezzi di cantiere, alle macchine operatrici ed il trasporto del personale dedicato a controllo e manutenzione in fase di esercizio. Si provvederà contestualmente alla realizzazione delle recinzioni, degli impianti di videosorveglianza e degli impianti di illuminazione ove necessario.

L'area oggetto d'intervento presenta un'orografia con pendenze minime, pertanto, non si prevede di effettuare regolarizzazioni delle pendenze e della conformazione dei tracciati carrabili e pedonali, garantendo quindi il rispetto ed il mantenimento delle attuali direttrici di scorrimento superficiale in atto per le acque meteoriche.



8.1.4. Adattamento della viabilità esistente e realizzazione della viabilità interna e di accesso

È previsto il riutilizzo e l'adattamento della viabilità esistente qualora la stessa non sia idonea al passaggio degli automezzi per il trasporto dei componenti e delle attrezzature d'impianto. La strada esistente, che consente l'accesso all'area di impianto, verrà eventualmente adeguata al passaggio dei mezzi pesanti.

La viabilità interna al sito presenterà una larghezza minima di 4 m e sarà in rilevato di 10 cm. Per maggiori dettagli in merito ai movimenti terra previsti si rimanda agli elaborati "VOG-PV001-R19_Piano preliminare di utilizzo terre e rocce da scavo" e "VOG-PV001-T24_Planimetria dei movimenti terra".

8.1.5. Opere di regimazione idraulica superficiale

Per quanto riguarda la gestione delle acque di pioggia all'interno dell'area del sito, verrà eventualmente predisposta, in una fase successiva di ingegneria una rete di drenaggio delle acque. Si prevede inoltre di mantenere inalterati i canali presenti all'interno dell'area di impianto o nei pressi della stessa escludendo gli stessi dall'installazione di tracker fotovoltaici:



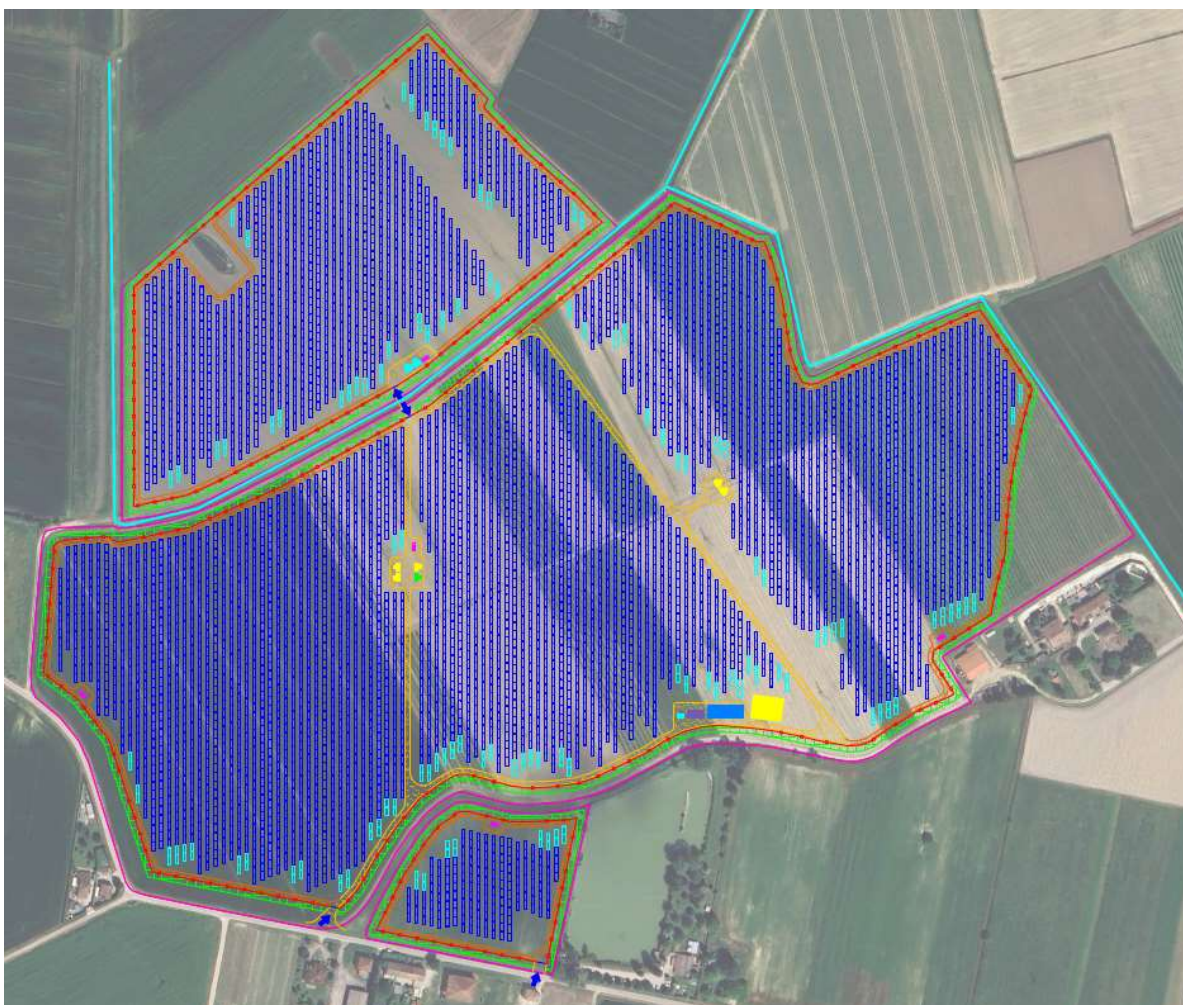


Figura 22: Inquadramento su ortofoto del layout di impianto e dei canali esistenti in viola

In fase di realizzazione dell'opera, dovranno essere effettuati tutti gli studi necessari per poter definire le attività di cantiere in modo da non comportare incrementi delle condizioni di pericolosità/rischio durante l'esecuzione dei lavori anche a seguito di eventuali rimozioni di scoline agricole attualmente presenti nell'area di impianto.

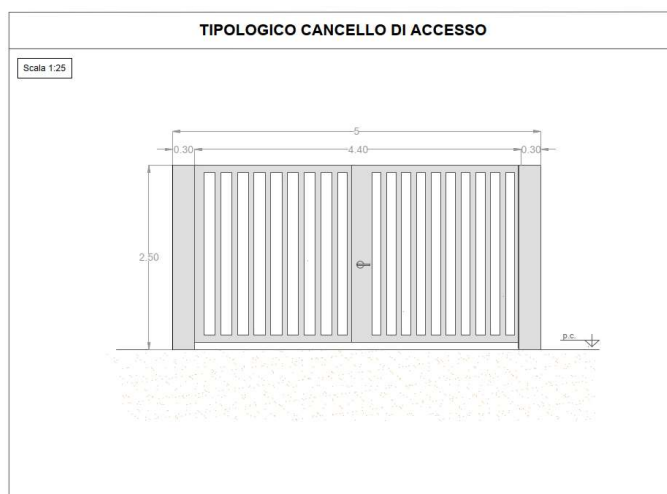
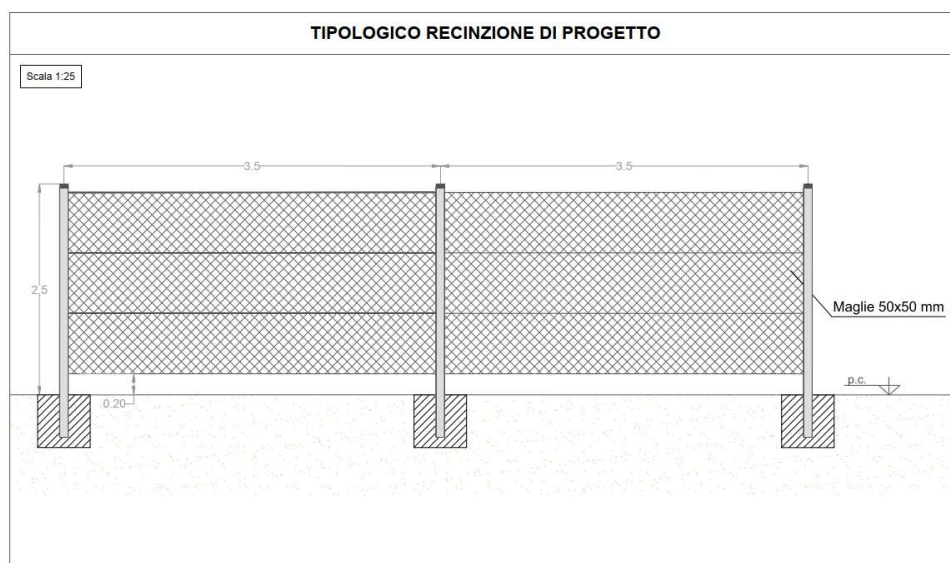


8.1.6. Realizzazione della recinzione dell'area, del sistema di illuminazione, della rete di videosorveglianza e sorveglianza tecnologica

A protezione dell'impianto fotovoltaico verrà realizzata la recinzione ove necessario, in accordo alle specifiche tecniche della Committente.

La recinzione, di nuova realizzazione, avrà un'altezza di 2,5 m e sarà costituita da una maglia metallica ancorata a pali in acciaio zincato, sorretti da fondamenta che saranno dimensionate in funzione delle proprietà geomeccaniche del terreno.

Il sistema di illuminazione previsto, invece, sarà limitato all'area di gestione dell'impianto. Gli apparati di illuminazione non consentiranno l'osservazione del corpo illuminante dalla linea d'orizzonte e da angolatura superiore, così da evitare di costituire fonti di ulteriore inquinamento luminoso e di disturbo per abbagliamento dell'avifauna notturna o di richiamare e concentrare popolazioni di insetti notturni. Il livello di illuminazione verrà, inoltre, contenuto al minimo indispensabile, mirato alle aree e fasce sottoposte a controllo e vigilanza per l'intercettazione degli accessi impropri.



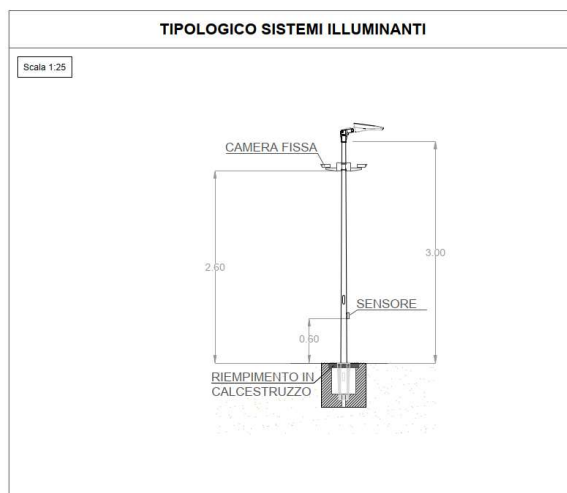


Figura 23 – Stralcio elaborato “VOG-PV001-T20_Tipologico recinzione e cancello di impianto”

8.1.7. Mitigazione a verde produttiva

Gli interventi di mitigazione vegetale, proposti per il presente progetto agrivoltaico avanzato, sono di due tipi:

- mitigazione produttiva normale (costituita da due file di pero da mensa)
- mitigazione produttiva rafforzata (costituita da due file di pero da mensa ed una fila di siepe mellifera)

tipo mitigazione	Sup mq.
normale	12.574,52
rafforzata	8.380,37
totale generale	20.954,90

Tabella 10 fasce di mitigazione normale e rafforzata

Meglio evidenziate nella successiva figura:



Figura 24 Schema mitigazione normale (verde) e rafforzata (in blu e viola) - Impianto agrivoltaico avanzato Voghiera e relativa legenda

Il Pero (*Pirus communis*, L. 1758)

La Pera dell'Emilia-Romagna IGP si riferisce al frutto allo stato fresco delle seguenti varietà di pere: Abate Fetel, Conference, Decana del Comizio, Kaiser, Max Red Bartlett, Cascade, Passa Crassana, William, Santa Maria e Carmen. La zona di produzione della Pera dell'Emilia-Romagna IGP comprende diversi comuni nelle province di Reggio Emilia, Ferrara, Modena, Ravenna e Bologna, nella regione Emilia-Romagna.

Descrizione del prodotto: La pera è un frutto zuccherino, dalla forma a campana, di cui esistono numerose varietà che si differenziano per la colorazione della buccia, della polpa, la pezzatura e le caratteristiche gustative e organolettiche. Pur appartenendo a differenti varietà le pere, al momento della commercializzazione, devono presentarsi intere, sane, pulite e prive di odore o sapore estranei.

L'ambiente tipico, vista la vastità del territorio considerato e quindi le possibili diversità costitutive del suolo, è caratterizzato in alcuni luoghi da terreno sciolto, leggero, di origine sedimentaria dolomitica, mentre in altri è sabbioso. Si avverte forte l'influenza del mare; nelle zone più esposte ciò determina anche qualche elemento di precocità. Le particolarità del suolo e il microclima asciutto e ventilato permettono produzioni di buona qualità ed elevato grado zuccherino con ottime caratteristiche organolettiche e gustative e buona conservabilità del prodotto. Il pero viene allevato in forme obbligate che consentono di velocizzare tutte le operazioni colturali. Le concimazioni e l'irrigazione hanno un ruolo fondamentale sia per garantire un'adeguata produzione sia per ottenere frutti di buona qualità. La raccolta è effettuata con molta cura, quando i frutti hanno acquisito le caratteristiche tipiche della varietà e il giusto grado di maturazione in relazione alle esigenze del luogo di destinazione, tenuto conto dei tempi di trasporto e distribuzione.

L'impianto del Pereto

La coltivazione del pero inizia già dalla sua propagazione, la quale si realizza di solito per via vegetativa: si utilizzano delle barbatelle innestate, cioè delle porzioni di pianta legnose (talee) che sono state soggette a innesto e hanno già sviluppato radici. Si tratta in pratica di singoli fusti dotati di pochi e corti rami, alti circa 1 m e di circa due anni di età, che hanno un apparato radicale con una ridotta espansione sia in ampiezza che in profondità e avvolto da un pane di terra. Il Fusetto è Forma di allevamento che meglio risponde alla forma naturale e alle esigenze fisiologiche del pero. Esistono numerose varianti realizzate da vari tecnici; è indicato per impianti mediamente intensivi. Perché le piante siano ben equilibrate occorrono astoni ben formati e rivestiti con rami anticipati da lasciare interi; se si è costretti a ricorrere al taglio dell'astone si dovranno poi affrontare costose operazioni di piegatura e curvatura di rami comunque sempre troppo vigorosi, con diametro simile all'asse centrale, che tarderanno a differenziare gemme a fiore e saranno sempre di difficile gestione e poco produttivi. Se ben eseguito, il fusetto permette di ottenere una parete produttiva continua, con altezza ridotta rispetto alla palmetta, una più facile gestione da terra dell'impianto con riduzione dei costi, più rapida entrata in produzione, maggiore produttività e più alta qualità dei frutti dovuta alla migliore esposizione alla luce

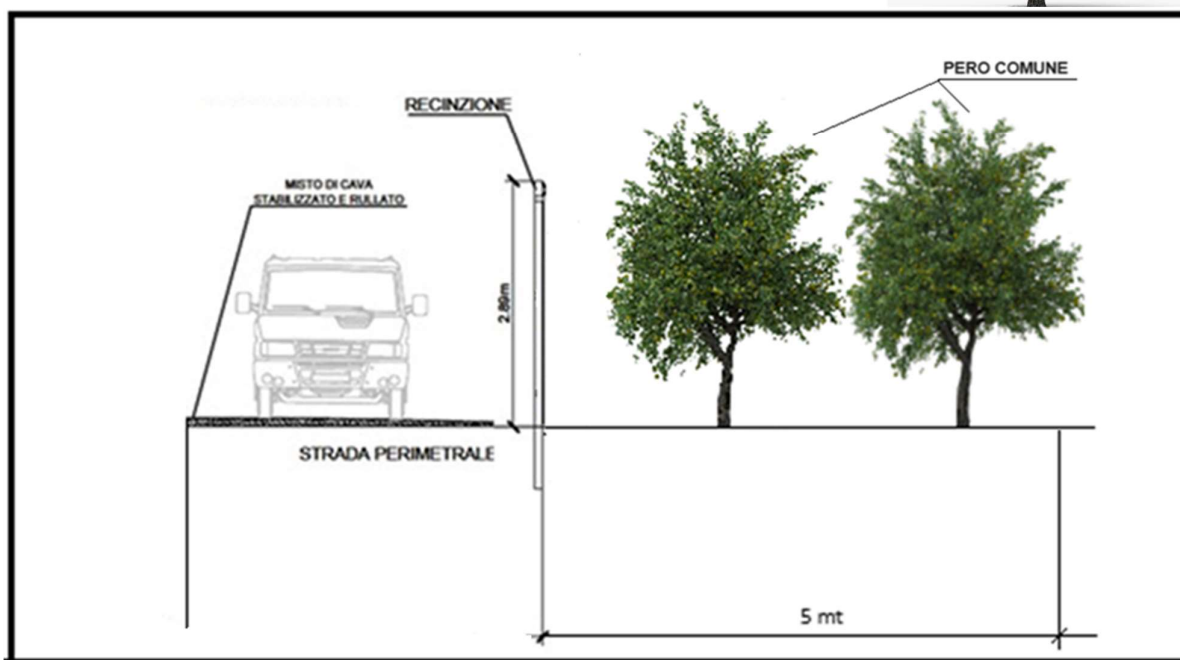


Figura 25 - Sezione della fascia di mitigazione normale costituita da due file di peri da frutto in sesto a quinconce di 4x4 mt

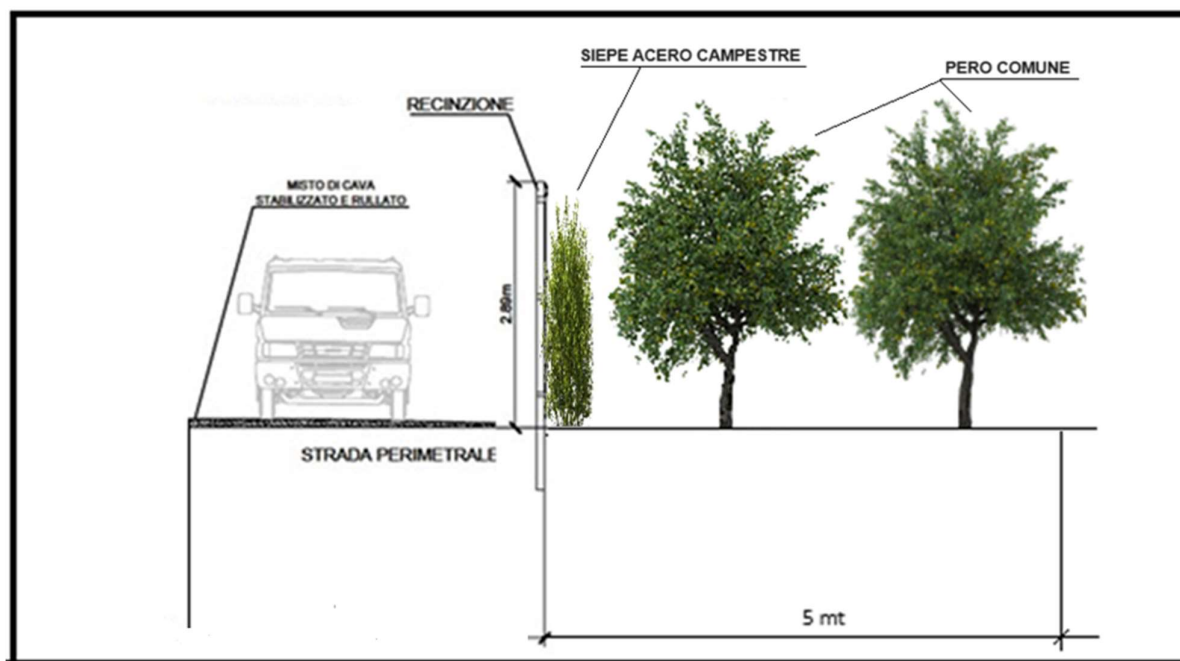


Figura 26 - Sezione della fascia di mitigazione rafforzata costituita da due file di peri da frutto in sesto a quinconce di 4x4 mt e una siepe in acero campestre

La sezione naturaliforme della Fascia di mitigazione rafforzata con arbusteto

In questa parte della fascia di mitigazione (i 0,5 metri esterni alla recinzione) si porranno a dimora delle specie arbustive tipiche della Regione Emilia-Romagna. Sarà necessario utilizzare le specie che meglio si prestano alla costituzione di un filare naturaliforme che oltre a dare continuità paesistica assume un ruolo fondamentalmente ecologico-funzionale.

La tipologia scelta è la siepe bassa di acero campestre (H=2-2,5mt) che si ottiene due anni dopo l'impianto. Gli aceri vanno ceduati sopra una coppia di robuste gemme. In seguito al taglio le piante emetteranno rami laterali. Nell'arco di pochi anni la siepe costituirà una robusta maglia vegetale, molto resistente alle potature. L'ingombro laterale può essere ridotto a 50 cm.

Computo metrico drenaggio e sistemazione superficiale delle tessere e fascia di mitigazione con pereto

Tabella 11 Computo metrico interventi in agricoltura

N. progr.	Prezzario	Codice	Voce	Unità Misura	Quantità	Unitario (€)	Totale (€)
BURERT n.240 del 03.08.2021 -P2 <i>estirpazione pereto e impianto pereto su fascia di mitigazione</i>							
1	Prezzario regionale agricoltura 2022	D30.79.1	Spese estirpazione vigneto Guyot, Cordone speronato (voce utilizzata per il pero in assenza di una voce specifica nel capitolato Regionale) per simiglianza d'impianto	ha	9,46	1.200,00	11.352,00
2	Prezzario regionale agricoltura 2022	D30.79.4	Smaltimento palificazione Guyot, Cordone speronato, Casarsa (voce utilizzata per il pero in assenza di una voce specifica nel	ha	9,46	700,00	6.622,00



iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
51 di/of 77

			capitolato Regionale) per simiglianza impianto				
3	Prezzario regionale agricoltura 2022	D30.79.6	Raccolta e trasporto ceppi, radici e altri residui vegetali	ha	9,46	600,00	5.676,00
4	Prezzario regionale agricoltura 2022	G10.10	Messa in opera di impianto di pero a palmetta libera - 1000-1250 piante/ha, comprese la preparazione del terreno (sistemazione, concimazione d'impianto, lavorazione profonda, sistemazione scoline, lavorazioni superficiali), la squadratura dell'impianto, la messa a dimora degli astoni di 1 anno e la messa in opera delle strutture di sostegno (pali, fili), esclusa la fornitura degli astoni:	ha	2,09	4.650,00	9.718,50
5	Prezzario regionale agricoltura 2022	H.10.2.3.1	Astone Pero classe 4/6 rami	n.	2.400	5,00	12.000,00
6	Prezzario regionale agricoltura 2022	C30.140.6	Tubi di polietilene ad alta densità tipo MRS 8 (PE 80 - Sigma 63), UNI 10910, per condotte aeree in pressione. In opera compresa posa di pezzi speciali (giunti, riduzioni, prese a staffa, raccordi, ganci di supporto, tappi fine linea), trasporto dei materiali, stesura delle tubazioni lungo le strutture di supporto, saldatura testa a testa o mediante giunti elettrosaldabili, prova di tenuta idraulica e ancoraggio delle tubazioni con mezzi idonei; con diametro esterno e classe di resistenza rispettivamente: di 75 mm; PFA8.	m	3.500	10,10	35.350,00
7		NP	pezzi speciali polietilene per collegamento pompe, elettrovalvole, tubazioni e linea irrigazione a goccia (curve, manicotti, riduzioni etc..) a corpo				1.500,00
8	Prezzario regionale agricoltura 2022	C30.35	Elettropompa centrifuga monoblocco ad asse orizzontale per irrigazione, costituita da motore elettrico trifase a norme CEI del tipo chiuso a ventilazione esterna, a quattro poli, con velocità di rotazione di 1.450 giri/min e da pompa a norma ISO 9906, con corpo pompa di ghisa, albero d'acciaio inox, girante centrifuga radiale del tipo chiuso, flange e controflange; in opera, esclusi allacciamenti elettrici. Con caratteristiche di potenza, portata media e prevalenza media rispettivamente: di 2,2 kW; 800 l/min; 10 m.	n.	4	895,00	3.580,00
9	Prezzario regionale agricoltura 2022	F30.126	Impianto di irrigazione a goccia o a sorsi, completo di tubo di polietilene posto a terra o aereo, spaghetti e relative astine di fissaggio , valvole di fondo e rubinetti di chiusura; in opera. Misura di ogni punto goccia.,	cad	6.500	0,55	3.575,00
10	Prezzario regionale agricoltura 2022	F30.165	Programmatore di irrigazione con orologio settimanale per programmi d'irrigazione su 12 stazioni; in opera, compresi allacciamenti, escluse le elettrovalvole.	cad	4	1.340,00	5.360,00
11	Prezzario regionale agricoltura 2022	F30.185	Elettrovalvole di PVC per impianti di irrigazione automatizzati; in opera, del diametro: F30.185.1 di 32 mm.	cad	55	94,50	5.197,50



12	Prezzario regionale agricoltura 2022	G10.10	Messa in opera di impianto di pero a palmetta libera (impianto assimilabile alla messa in opera della siepe di acero campestre) 1000-1250 piante/ha, comprese la preparazione del terreno (sistemazione, concimazione d'impianto, lavorazione profonda, sistemazione scoline, lavorazioni superficiali), la squadratura dell'impianto, la messa a dimora degli astoni di 1 anno e la messa in opera delle strutture di sostegno (pali, fili), esclusa la fornitura degli astoni:	costo/ha	0,18	4.650,00	837,00
13	Nuovo prezzo	vivai comm.	Acer Campestre in vaso h=1,2-1,5 mt	num	2078	4,00	8.312,00
14	Nuovo prezzo	Zetalab	Stazione meteorologicaserie top per monitoraggio microclima	num	4	5.850,00	23.400,00
						Totale	132.480,00

8.1.8.Posizionamento delle strutture di supporto e montaggi

Le opere meccaniche per il montaggio delle strutture di supporto e su di esse dei moduli fotovoltaici non richiedono attrezzature particolari. Le strutture di sostegno per i moduli fotovoltaici sono costituite da elementi metallici modulari, uniti tra loro a mezzo bulloneria in acciaio inox.

Il loro montaggio si determina attraverso:

- Infissione dei pali per il fissaggio di tali strutture al suolo;
- Montaggio Testa;
- Montaggio Trave primaria;
- Montaggio Orditura secondaria;
- Montaggio pannelli fotovoltaici bifacciali;
- Verifica e prove su struttura montata.

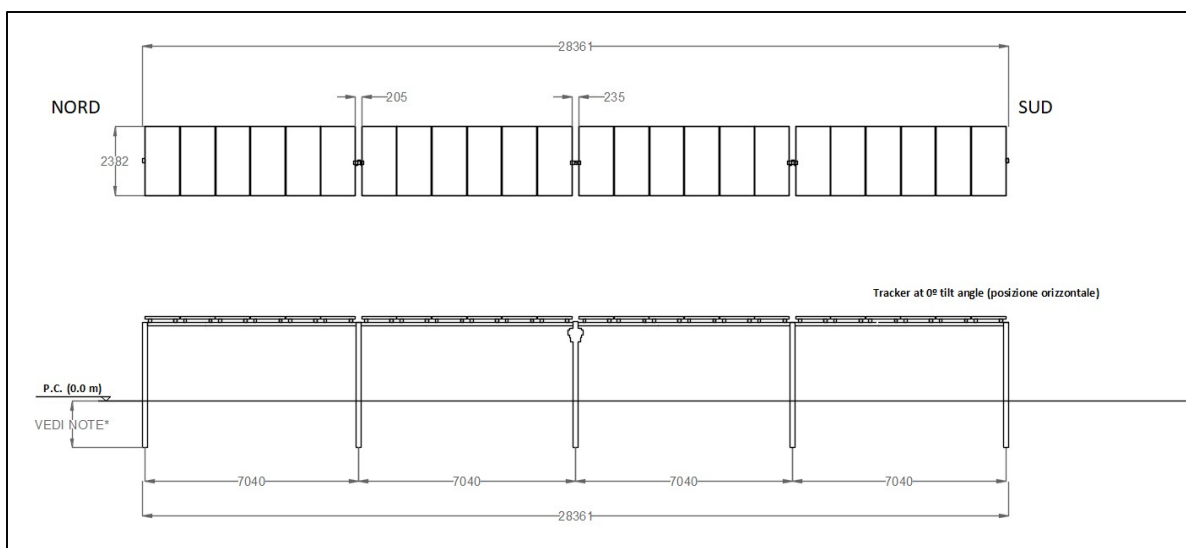


Figura 27 – Struttura tracker 1x24

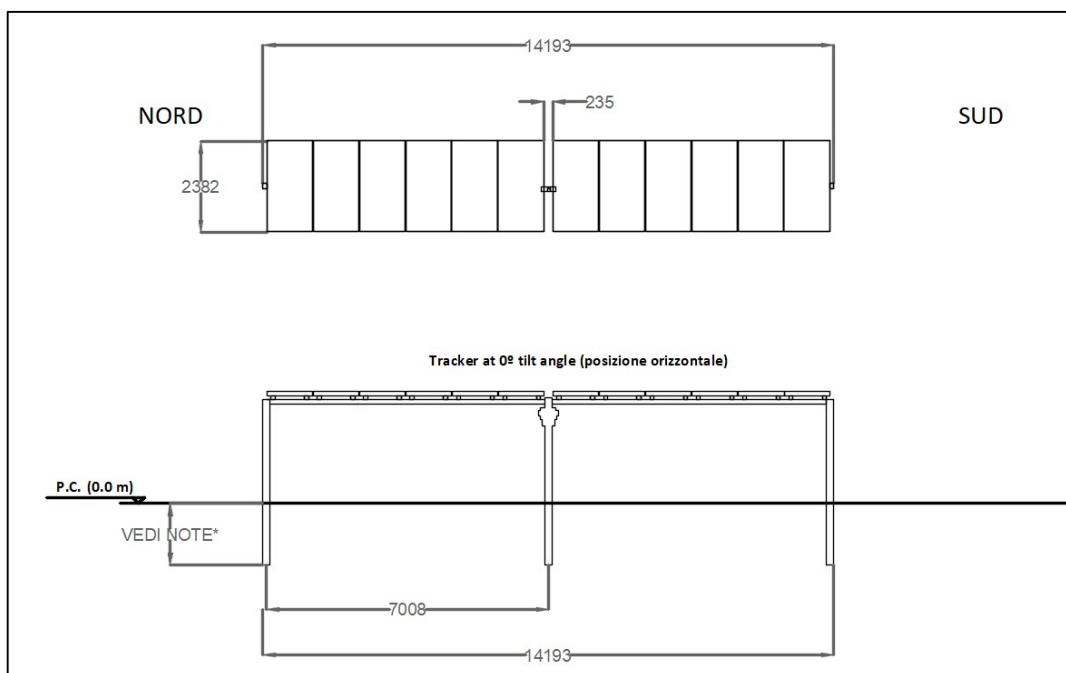


Figura 28 – Struttura tracker 1x12

8.1.9. Installazione e posa in opera dell'impianto fotovoltaico

Al fine di chiarire gli interventi finalizzati alla posa in opera dell'impianto agrivoltaico in oggetto si riporta di seguito una descrizione sintetica delle principali parti costituenti l'impianto stesso.

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato con moduli fotovoltaici in di silicio e ciascuna stringa di moduli farà capo ad uno string inverter, a sua volta connesso a cabine di trasformazione BT/36 kV.

L'impianto agrivoltaico sarà complessivamente costituito da n. 37.176 moduli, la cui potenza complessivamente installabile risulta essere pari a 24.536,16 kWp. La potenza utile ai fini della connessione sarà di 23.100,00 kVA.

Per poter connettere l'impianto alla rete di distribuzione sarà necessario installare dei gruppi di conversione realizzati in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del singolo gruppo di conversione sono compatibili con quelli d'impianto, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto stesso. Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, privo di clock e/o riferimenti interni in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore agrivoltaico. I gruppi saranno a loro volta collegati ai quadri di parallelo in bassa tensione presenti all'interno di container prefabbricati.

L'impianto sarà dotato di sistema di protezione generale e sistema di protezione di interfaccia, conformi alla normativa CEI 0-16. Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, è integrato nel quadro corrente alternata "QCA". Dette protezioni saranno corredate di una certificazione di conformità emessa da organismo accreditato.

L'impianto sarà dotato di un'apparecchiatura di monitoraggio della quantità di energia prodotta dall'impianto



e delle rispettive ore di funzionamento.

8.1.10. Realizzazione / posizionamento opere civili

È previsto il posizionamento di:

- n. 8 cabine prefabbricate per l'alloggio dei trasformatori BT/36 kV e relativi quadri elettrici, che avranno dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa (cfr. "VOG-PV001-T18_Tipologico Trasformation Unit");
- n. 1 cabina di raccolta, di dimensioni 14,40 x 3,5 x 6,70 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico *Cabinati di impianto*");
- n. 1 cabina SCADA, di dimensioni 5,30 x 2,50 x 2,90 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico *Cabinati di impianto*");
- n.5 container ISO 20', di dimensioni standard (6,058 x 2,438 x 2,591 m) da utilizzare come locali di deposito materiale.

Detti edifici saranno di tipo prefabbricato. Le cabine di trasformazione saranno posizionate su fondazioni costituite da due travi a sezione quadrata in CLS gettato in opera e ad esse ancorate, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare i trasformatori BT/MT, i quadri di parallelo in corrente alternata, le apparecchiature del sistema di telecontrollo e le apparecchiature di misura e di collegamento alla rete di distribuzione.

Saranno inoltre dotate di vasca per la raccolta dell'olio contenuto all'interno dei trasformatori BT/36 kV, delle dimensioni di 2,5 x 2,5 x 0,95 m, interrata per una profondità di 0,65 m.

Le cabine SCADA e di raccolta verranno posate su fondazioni costituite da una platea in CLS gettato in opera.

Come indicato in precedenza inoltre, ai fini della connessione alla RTN, verranno previste due cabine da posizionare side-by-side interne all'area di impianto. Tali cabine conterranno tutte le protezioni e i sezionatori necessari per potersi connettere alla SE Terna. La realizzazione di tali cabinati viene prevista all'interno della porzione definita come "Area di sezionamento" (25 x 18,5 m) prevista internamente all'area di impianto. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "VOG-PV001-T33_Planimetria e tipologici area di sezionamento".

Tali cabinati side by side, avranno una dimensione cadauno di 7,50 x 2,54. Viene prevista inoltre la realizzazione di una "vasca" interrata atta al passaggio dei cavi profonda 2 m e larga 6,685 m.



8.1.11. Realizzazione dei cavidotti interrati

Il trasporto dell'energia elettrica prodotta dai moduli della centrale fotovoltaica avverrà mediante cavi interrati. I cavi di bassa tensione per collegamento tra gli string inverter e le tranformation unit verranno posate in trincee profonde 0,8 m, con larghezza variabile 0,28 m o 0,55 m, a seconda che al loro interno vengano rispettivamente alloggiare una terna o due terne di cavidotti in contemporanea. Il tracciato dei cavidotti in bassa tensione verrà dettagliato in fase esecutiva.

Per quanto riguarda, invece, i cavi a 36 kV che consentiranno il collegamento tra le Transformation Unit, la cabina di raccolta e le cabine di sezionamento, si prevedono:

- Trincea larga 0,45 m e profonda 1.2 m, per l'alloggiamento di una terna di cavi interrata (cfr. elaborato "VOG-PV001-T22_Planimetria cavidotti impianto");
- Trincea larga 0,82 m e profonda 1.2 m, per l'alloggiamento di due terne di cavi interrati (cfr. elaborato "VOG-PV001-T22_Planimetria cavidotti impianto");
- Trincea larga 1,08 m e profonda 1.2 m, per l'alloggiamento di quattro terne di cavi interrati (cfr. elaborato "VOG-PV001-T22_Planimetria cavidotti impianto");

Figura 30 – Connessione a SE: tipologici di posa



8.1.12. Opere di demolizione

Le uniche opere di demolizione previste fanno riferimento alle strutture di sostegno in cls accessorie al pereto attualmente presente. Si prevede inoltre, la rimozione del sistema di irrigazione associato al pereto per il quale si prevede l'espianto. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "VOG-PV001-R26_Relazione Agronomica".



Figura 31 – Dettaglio su strutture presenti in sito.



8.1.13. Dismissione del cantiere e ripristini ambientali

Le aree di cantiere verranno dismesse ripristinando, per quanto possibile, lo stato originario dei luoghi. Si provvederà quindi alla rimozione dell'impianto di cantiere e di tutte le opere provvisorie (quali ad esempio protezioni, ponteggi, slarghi, adattamenti, piste, puntellature, opere di sostegno, etc.).

8.1.14. Verifiche, collaudi e messa in esercizio

Parallelamente all'avvio dello smontaggio della logistica di cantiere verranno eseguiti collaudi statici, collaudi elettrici e prove di funzionalità, avviando l'impianto verso la sua gestione a regime. I collaudi consistono in prove di tipo, prove di accettazione da eseguire in officina, verifiche dei materiali in cantiere e prove di accettazione in sito.

1) Prove di tipo

I componenti che costituiscono l'impianto devono essere progettati, costruiti e sottoposti alle prove previste nelle norme ed alle prescrizioni di riferimento. Di ciascun componente devono essere forniti i certificati per le prove di tipo attestanti il rispetto della normativa vigente.

2) Prove di accettazione in officina

Ove previsto, sono eseguite prove di accettazione a campione o sull'intera fornitura, atte a verificare il rispetto dei criteri di progettazione e i livelli di qualità richiesti. Tutti i materiali e le apparecchiature di fornitura devono essere corredati dai propri certificati di origine e garanzia.

3) Verifiche in cantiere

Prima del montaggio, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali difetti di origine, rotture o danneggiamenti dovuti al trasporto. Al termine delle opere, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali danni, dovuti ai lavori, o esecuzioni non a "regola d'arte".

Dunque, a fine lavori l'impresa dovrà effettuare tutte le misure previste dalle Norme CEI e dalle Specifiche tecniche della Committente, i cui risultati andranno annotati su apposito verbale di verifica che dovrà essere allegato alla "Dichiarazione di Conformità". L'elenco delle verifiche e delle misure riportate a seguire è puramente indicativo e non esaustivo.

ESAME A VISTA

- Rispondenza dell'impianto agli schemi ed elaborati tecnici;
- Controllo preliminare dei sistemi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti; Controllo dell'idoneità dei componenti e delle modalità d'installazione allo specifico impiego;
- Controllo delle caratteristiche d'installazione delle condutture: tracciati delle condutture, sfilabilità dei cavi, calibratura interna dei tubi, grado di isolamento dei cavi, separazione delle condutture appartenenti a sistemi diversi o a circuiti di sicurezza, sezioni minime dei conduttori, corretto uso dei colori di identificazione, verifica dei dispositivi di sezionamento e comando.

MISURE E PROVE



- Misura della resistenza di isolamento;
- Prova della continuità dei circuiti di protezione ed equipotenziali; Misura della resistenza di terra;
- Prova dell'efficienza dei dispositivi differenziali; Prove di intervento dei dispositivi di sicurezza.

8.2. Fase di Esercizio

Le strutture di supporto dei moduli, di tipo tracker monoassiale a 1 modulo-portrait, consentiranno di poggiare su di essa 1x12 e 1x24 moduli fotovoltaici di tipo bifacciale (cfr. *VOG-PV001-T14_Planimetria generale, quotata e descrittiva dell'intervento*), con angolo di rotazione di $\pm 50^\circ$. Alla massima inclinazione l'altezza minima dal piano campagna del lembo inferiore dei moduli fotovoltaici non scenderà mai al di sotto dei 2,10 m (cfr. *VOG-PV001-T17_Tipologico strutture di sostegno*).

Il personale sarà impegnato nella manutenzione degli elementi costitutivi l'impianto tecnologico.

In particolare, si occuperà:

- del mantenimento della piena operatività dei percorsi carrabili e pedonali, ad uso manutentivo ed ispettivo;
- della sorveglianza e manutenzione delle recinzioni e degli apparati per il telecontrollo di presenze e intrusioni nel sito;
- della prevenzione degli incendi. Quest'ultima azione, in particolare, consisterà nella corretta gestione e manutenzione delle eventuali aree verdi, anche provvedendo con l'intervento di attività di pascolo ovino o con continui e meticolosi diserbi manuali di seguito ai periodi vegetativi, in specie primaverili ed autunnali.

Inoltre, il personale tecnico addetto alla gestione e conduzione dell'impianto, dovrà occuparsi dei seguenti aspetti:

- Servizio di controllo on-line;
- Servizio di sorveglianza;
- Conduzione impianto, sulla base di procedure stabilite, di liste di controllo e verifica programmata per garantire efficienza e regolarità di funzionamento;
- Manutenzione preventiva ed ordinaria programmate sulla base di procedure stabilite;
- Segnalazione di anomalie di funzionamento con richiesta di intervento di riparazione e/o manutenzione straordinaria da parte di ditte esterne specializzate ed autorizzate dai produttori delle macchine ed apparecchiature;
- Predisposizione di rapporti periodici sulle condizioni di funzionamento dell'impianto e sull'energia elettrica prodotta.

La gestione dell'impianto potrà essere effettuata, dapprima con ispezioni a carattere giornaliero, quindi con frequenza bi-trisettimanale, programmando la frequenza della manutenzione ordinaria, con interventi a periodicità di alcuni mesi, in base all'esperienza maturata in impianti simili.



8.3. Dismissione dell'impianto a fine vita, operazioni di messa in sicurezza del sito e ripristino ambientale

Non è dato ad oggi prevedere se il disuso a fine esercizio dell'impianto in progetto sarà dato dall'esigenza di miglioramento tecnologico, di incremento prestazionale o da una eventuale obsolescenza della necessità d'impiego dell'area, quale sito di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile o comunque da impianti al suolo delle tipologie di cui all'attuale tenore tecnologico.

I pannelli fotovoltaici e le cabine elettriche sono facilmente rimovibili senza alcun ulteriore intervento strutturale, o di modifica dello stato dei luoghi, grazie anche all'utilizzazione della viabilità preesistente. A tale fine è necessaria e sufficiente che i materiali essenziali per i montaggi, in fase di realizzazione dell'impianto, siano scelti per qualità, tali da non determinare difficoltà allo smontaggio dopo il cospicuo numero di anni di atteso rendimento dell'impianto (almeno 25-30 anni).

Si possono ipotizzare operazioni atte a liberare il sito dalle sovrastrutture che oggi si progetta di installare sull'area, eliminando ogni materiale che in caso di abbandono, incuria e deterioramento possa determinare una qualunque forma di inquinamento o peggioramento delle condizioni del suolo, o di ritardo dello spontaneo processo di rinaturalizzazione che lo investirebbe. Anche le linee elettriche, tutte previste interrate, potranno essere rimosse, se lo si riterrà opportuno con semplici operazioni di scavo e rinterro.

La Committenza si impegna alla dismissione dell'impianto, allo smaltimento del materiale di risulta dell'impianto e al ripristino dello stato dei luoghi nel rispetto della vocazione propria del territorio attraverso il versamento di una cauzione a garanzia degli interventi di dismissione dell'impianto e delle opere connesse. La cauzione è prestata mediante fidejussione bancaria o assicurativa di importo parametrato ai costi di dismissione dell'impianto e delle opere di ripristino dei luoghi.

La produzione di rifiuti che derivano dalle diverse fasi di intervento verrà smaltita attraverso ditte debitamente autorizzate nel rispetto della normativa vigente al momento della dismissione.

Per maggiori dettagli sulle fasi operative relative alla dismissione dell'impianto e ai ripristini ambientali sono contenuti nell'elaborato "VOG-PV001-R05_Piano di dismissione e ripristino dello stato dei luoghi".

9. GESTIONE DEI RESIDUI DI CANTIERE

Nell'ambito della fase di cantiere saranno prodotti, come in ogni altro impianto del genere, le seguenti tipologie di materiali:

- **Materiali assimilabili a rifiuti urbani;**
- **Materiale da demolizione e costruzione** costituiti principalmente da cemento, materiali da costruzione vari, legno, vetro, plastica, metalli, cavi, materiali isolanti ed altri rifiuti misti di costruzione e materiali di scavo;
- **Materiali speciali** che potranno derivare dall'utilizzo di materiali di consumo vari tra i quali si intendono vernici, prodotti per la pulizia e per il diserbaggio; tali prodotti saranno quindi isolati e smaltiti come indicato per legge evitando in situ qualunque contaminazione di tipo ambientale.

Non si prevede deposito a lungo termine di quantità di materiale dovuto allo smontaggio o rifiuti in genere; l'allontanamento di tali materiali ed il recapito al destino saranno effettuati in continuo alle operazioni di



dismissione in conformità alle prescrizioni del D.Lgs. 152/06 sui depositi temporanei, con conseguente organizzazione di area idonea e modalità di raccolta.

Gli altri rifiuti speciali assimilabili ad urbani che possono essere prodotti in fase di costruzione sono imballaggi e scarti di lavorazione di cantiere.

Per tali tipologie di rifiuti sarà organizzata una raccolta differenziata di concerto con l'ATO di competenza e dovranno pertanto essere impartite specifiche istruzioni di conferimento al personale.

DESTINO FINALE	TIPOLOGIA RIFIUTO
Recupero	Cemento
	Ferro e acciaio
	Plastica
	Pannelli fotovoltaici
	Parti elettriche ed elettroniche
Smaltimento	Cavi
	Materiali isolanti
	Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione

Tabella 4 – Tipologie di rifiuti che si prevede siano prodotti e rispettivi destini finali



10. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

Per i datasheet dei principali componenti di impianto riportati di seguito si faccia riferimento all'elaborato "VOG-PV001-R04_ *Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici*"

10.1. Moduli fotovoltaici

Il tipo di modulo scelto presenta le seguenti caratteristiche elettriche:

Moduli Fotovoltaici Longi 660 W_p	Numero totale moduli	37.176
	Moduli per stringa	24
	Numero di stringhe	1549
	Potenza nominale, P_n	660 Wp
	Tensione alla massima potenza, V_{mp}	44,85 V
	Corrente alla massima potenza, I_{mp}	14,72 A
	Tensione massima di circuito aperto, V_{oc}	54,00 V
	Corrente di cortocircuito, I_{sc}	15,41 A
	Efficienza	24,4%

10.2. Strutture di sostegno

Le strutture porta modulo scelta presenta le seguenti caratteristiche:

Strutture di sostegno a 1 modulo-portrait	Materiale		Acciaio zincato
	Posizionamento		Terreno
	Inclinazione		Strutture tracker monoassiali $\pm 50^\circ$
	Integrazione architettonica dei moduli		No
	Struttura 1x24	1x24 - Lunghezza (NS)	28,361 m
		1x24 - Larghezza (EW)	2,382 m
		1x24 - Interasse strutture (EW)	6,50 m
		1x24 - Spazio tra le strutture (NS)	0,35 m
		1x24 - numero strutture	1495
	Struttura 1x12	1x12 - Lunghezza (NS)	14,193 m
		1x12 - Larghezza (EW)	2,382 m
		1x12 - Interasse strutture (EW)	6,50 m
		1x12 - Spazio tra le strutture (NS)	0,35 m
		1x12 - numero strutture	108



10.3. Inverter di stringa

Per consentire la trasformazione da corrente in continua in corrente alternata è necessaria l'installazione di appositi convertitori statici di energia "Inverter". Per il presente progetto è previsto l'impiego di inverter di stringa da 330 kVA.

Di seguito si riportano le caratteristiche degli inverter scelti:

Inverter HUAWEI SUN2000- 330KTL-H1 (o simili)	Tipologia	Convertitore DC/AC
	Potenza di picco del campo FV	24.536,16 kWp
	Potenza in immissione campo FV	23.100,00 kVA
	Potenza nominale (singolo SI)	300 kW
	Potenza apparante (singolo SI)	330 kVA
	Numero String Inverter	77
	Numero di MPPTs indipendenti	6
	Massima corrente di corto circuito in ingresso per ogni MPPT	115 A
	Massima Tensione d'ingresso MPPT	1500 V
	Corrente nominale d'uscita	216,6 A
	Tensione nominale d'uscita	800 V
	Rendimento europeo	98,8 %

Tali tipologie di inverter consentono di collegare i 24moduli fotovoltaici in serie coerentemente con la struttura scelta.

10.4. Quadri Elettrici in Alternata

Tutte le apparecchiature lato c.a. previste nel progetto, ad eccezione degli inverter, trovano posto nel quadro elettrico QCA.

Il quadro elettrico, di dimensioni adeguate, dovrà essere certificato e marchiato dal costruttore secondo le norme CEI 17-11 dove applicabili e sarà costituito da un contenitore da parete con grado di protezione non inferiore a IP44 con struttura in poliestere rinforzata con fibra di vetro o di metallo, completo di porta cieca, pannello posteriore, montanti, telaio, base, pannelli laterali, pannelli finestrati e ciechi.

I quadri "QCA" I Quadri QCA saranno ubicati all'interno della cabina di sottocampo e saranno equipaggiati con i seguenti componenti e apparecchiature (soluzione minima):

- Dispositivi di interruzione (dispositivi di generatore): interruttori tripolari magnetotermici lato bt trasformatore;
- Staffe per fissaggio su profilato DIN per interruttore;
- Scaricatore di corrente da fulmine attacco su guida DIN.



10.5. Trasformatori BT/MT

Al fine di poter connettere l'impianto fotovoltaico alla rete di distribuzione, considerata la potenza da installare di 24.536,16 kWp per quanto previsto dalle normative vigenti (CEI 0-16), è necessario innalzare il livello di tensione dagli 800 V in uscita dai convertitori statici a 36.000 V.

Verranno utilizzati trasformatori BT/MT, della tipologia in olio con le caratteristiche riportate di seguito:

Trasformatori BT/MT	Potenza nominale (Possibile taglia commerciale)	3000 kVA
	Tensione secondaria	800 V
	Tensione Primario	36 kV
	Numero totale	n.8 (n.1 x 3300 kVA; n.5 x 3000 kVA; n.2 x 2400 kVA)

Si sottolinea che, per la trasformazione da bassa tensione a 36 kV verranno impiegati dei trasformatori di tipologia ad olio. Alla data di emissione del presente elaborato non sono disponibili data sheet specifici associabili a Transformation Unit di tale tipologia. Si rimanda quindi, ad una fase successiva di ingegneria per la definizione dei tipologici più adatti allo scopo. Sulla base di un'indagine non ufficiale di mercato, come comunicato da Huawei, a tal fine sarà previsto un retrofit delle attuali transformation units STS, con relativi adeguamenti sia dello step-up transformer da MT a 36 kV che dei quadri di protezione MT mantenendo invariate le dimensioni.

10.6. Cabinati Elettrici

Come descritto nei paragrafi precedenti, all'interno dell'area di impianto saranno ubicati:

- n. 8 cabine prefabbricate per l'alloggio dei trasformatori BT/36 kV e relativi quadri elettrici, che avranno dimensioni 6,058 x 2,438 x 2,896 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico Transformation Unit");
- n. 1 cabina di raccolta, di dimensioni 14,40 x 3,5 x 6,70 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico Cabinati di impianto");
- n. 1 cabina SCADA, di dimensioni 5,30 x 2,50 x 2,90 m circa (cfr. "VOG-PV001-T19_Tipologico Cabinati di impianto").

I quadri elettrici utilizzati in ogni cabina saranno di dimensioni adeguate e dovranno essere certificati e marchiati dal costruttore secondo le norme CEI 17-11, dove applicabili, e sarà costituito da un contenitore da parete grado di protezione non inferiore a IP44 con struttura in poliestere rinforzata con fibra di vetro o di metallo, completa di porta cieca, pannello posteriore, montanti, telaio, base, pannelli laterali, pannelli finestrati e ciechi. Le cabine di trasformazione saranno posizionate su fondazioni costituite da platee in CLS gettato in opera e ad esse ancorate, avranno una destinazione d'uso esclusivamente tecnica e serviranno ad alloggiare i trasformatori BT/36 kV, i quadri di parallelo in corrente alternata, le apparecchiature del

sistema di telecontrollo e le apparecchiature di misura e di collegamento alla rete di distribuzione. Saranno inoltre dotate di vasca per la raccolta dell'olio contenuto all'interno dei trasformatori BT/MT, delle dimensioni di 2,5 x 2,5 x 0,95 m, interrata per una profondità di 0,65 m. Detti edifici saranno di tipo prefabbricato.

Come indicato in precedenza inoltre, ai fini della connessione alla RTN, verranno previste due cabine da posizionare side-by-side interne all'area di impianto. Tali cabine conterranno tutte le protezioni e i sezionatori necessari per potersi connettere alla SE Terna. La realizzazione di tali cabinati viene prevista all'interno della porzione definita come "Area di sezionamento" (25 x 18,5 m) prevista internamente all'area di impianto. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "VOG-PV001-T33_Planimetria e tipologici area di sezionamento".

Tali cabinati side by side, avranno una dimensione cadauno di 7,50 x 2,54. Viene prevista inoltre la realizzazione di una "vasca" interrata atta al passaggio dei cavi profonda 2 m e larga 6,685 m.

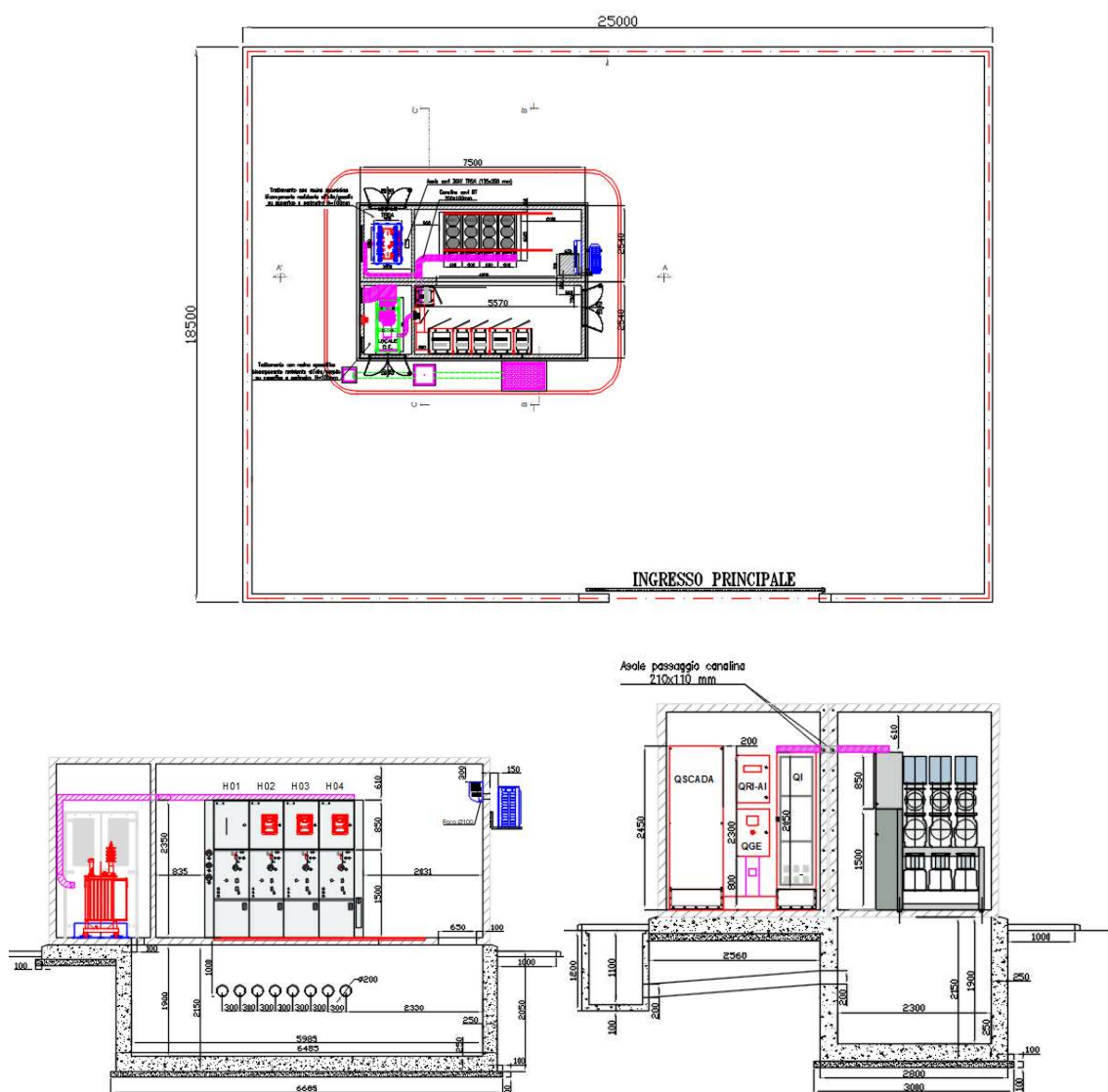


Figura 32 - Inquadratura su base ortofoto del layout di impianto con evidenza dell'area di sezionamento.



10.7. Interfaccia di Rete

Al fine di poter connettere l'impianto agrivoltaico alla rete, verrà installato l'interruttore generale dell'impianto con la relativa protezione generale (SPG) e protezione di interfaccia (SPI), come da norma CEI 0-16.

La protezione generale ha come obiettivo il distacco dell'impianto di produzione dalla rete, in modo selettivo con le protezioni installate sulla rete stessa, nell'eventualità di guasti interni all'impianto utente (CEI 0-16).

In tal senso, l'azionamento del sistema di protezione generale avverrà nel momento in cui i parametri di tensione e corrente rilevati dai dispositivi elencati di seguito dovessero risultare al di fuori dei range imposti dal gestore di rete:

- Relè di Massima corrente (ad azione istantanea);
- Relè di Massima corrente (ad azione ritardata);
- Relè di Massima corrente omopolare;
- Relè di direzionale di terra.

Similmente, la protezione di interfaccia nasce con l'intento di evitare, per motivi di sicurezza, che l'impianto possa funzionare in isola così come previsto dalle citate guide e norme a riguardo (CEI 11-20, CEI 0-16).

Inoltre, l'impianto FV verrà disconnesso dalla rete elettrica quando i valori di funzionamento dei parametri relativi a tensione e frequenza di rete, rilevati dai dispositivi definiti di seguito, dovessero uscire dall'intervallo di valori indicati dal gestore di rete:

- Relè di Minima tensione;
- Relè di Massima tensione;
- Relè di Minima frequenza (senza ritardo intenzionale);
- Relè di Massima frequenza (senza ritardo intenzionale);
- Relè di Massima tensione omopolare.

Si fa presente che le tarature che verranno implementate in entrambi i sistemi terranno conto della tabella di taratura fornita dal Gestore.

10.8. Contatore Energia Prodotta

L'Energia totale generata dall'impianto verrà conteggiata tramite contatori di energia attiva di tipo omologato UTF installati nella cabina generale di connessione alla rete.

Il contatore in oggetto sarà di tipo trifase, corredato dei trasformatori amperometrici (TA) con idoneo rapporto di trasformazione per la misura; sia il contatore che i TA saranno corredati di morsettiera sigillabile.

I singoli componenti e l'intero sistema di misura saranno forniti di certificati di calibrazione e collaudo da esibire dopo l'installazione ai funzionari UTF.

Come previsto dall'allegato B alla delibera 654/2015/R/eel e successive modifiche ed integrazioni, il produttore sarà responsabile dell'installazione e manutenzione del sistema di misura, mentre il servizio di rilevazione, di registrazione e di validazione sarà in capo al gestore di rete.

In aggiunta, all'uscita di ogni inverter verrà installato un contatore di produzione monodirezionale, atto a misurare l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici.



10.9. Cavi Elettrici

I cavi elettrici per il trasporto dell'energia elettrica saranno dimensionati secondo le normative vigenti e dovranno rispettare i limiti di caduta di tensione dettati nella seguente tabella:

CADUTE DI TENSIONE AMMISSIBILI	
Tratto tra cabina di smistamento e punto di consegna (SE)	4,00%
Tratto tra cabina di smistamento e cabina di raccolta	4,00%
Tratto tra cabina di raccolta e TU	2,00%

10.10. Sovraccarichi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori dalle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ (a)}$$

$$I_f \leq 1,45 * I_z \text{ (b)}$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- Condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- Conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi secondo le tabelle CEI - UNEL e IEC.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I'_z = I_z * K_{tot} = I_z * k_1 * k_2 * k_3 * k_4 \geq I_b$$

Dove:

- I_z = Portata del cavo;
- K_1 = Fattore di correzione da applicare quando la temperatura del terreno è diversa da 20 ° C;
- K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installato sullo stesso livello;
- K_3 = Fattore di correzione per profondità di interrimento diverso dal valore utilizzato come riferimento,



pari a 0,8 m;

- K_4 = Fattore di correzione per resistività termica del terreno diverso dal valore assunto come riferimento pari a $1,5 K \times m / W$.

Al contrario, per i cavi posati in aria, la portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I'_z = I_z * K_{tot} = I_z * k_1 * k_2 \geq I_b$$

Dove:

- I_z = Portata del cavo;
- K_1 = Fattore di correzione da applicare quando la temperatura dell'aria ambiente è diversa da $30^\circ C$;
- K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati in fascio o in strato.

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23-3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale. In minore di 1,45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A.

Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17-5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1,45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti. I dati relativi alla protezione delle linee contro le sovracorrenti sono indicati negli schemi elettrici dei quadri e nella relazione di calcolo.

10.11. Corto Circuito

Secondo la norma CEI 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare due condizioni:

- Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- La caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni.

La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

Ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante.



10.12. Protezione contro contatti indiretti

La protezione delle persone contro i contatti indiretti è realizzata in conformità alla norma 64-8/4 par. 413.1 mediante il coordinamento fra i dispositivi di interruzione automatica di tipo differenziale e l'impianto di terra.

La tensione di contatto limite UL è pari a 50 V.

L'impianto di messa a terra è di tipo IT Secondo la norma CEI 64-8/4, non è necessaria l'interruzione automatica del circuito nel caso di un singolo guasto a terra purchè sia verificata la condizione:

$$R_t \leq 50/I_d \text{ (CEI 64 8/4)}$$

Andrà previsto un dispositivo di controllo dell'isolamento per segnalare la presenza della condizione anomala una volta manifestatosi un guasto. Tale dispositivo di controllo dell'isolamento controlla con continuità l'isolamento di un impianto elettrico, segnalando qualsiasi riduzione significativa del livello di isolamento dell'impianto per permettere di trovare la causa di questa riduzione prima che si produca un secondo guasto, evitando così l'interruzione dell'alimentazione.

Per quanto riguarda, invece, la parte relativa alla media tensione MT, tale protezione è realizzata in conformità alla norma CEI 99-3 che prende in considerazione gli effetti e le precauzioni da assumere contro eventuali guasti dei componenti in MT. In funzione della corrente di guasto dell'impianto e del tempo di intervento delle protezioni, viene determinata la tensione di contatto ammissibile U_{TP} . Quest'ultima deve essere inferiore alla tensione di terra, data dalla seguente relazione:

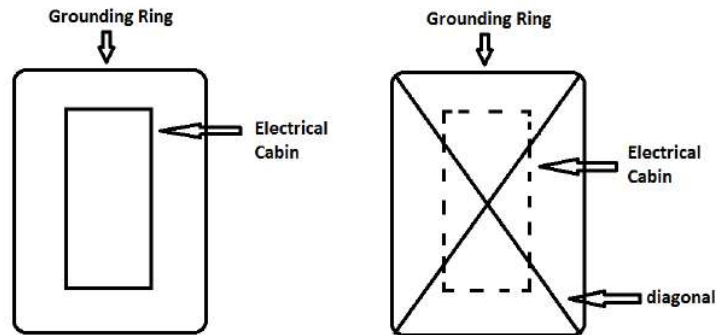
$$U_E = R_E * I_E \leq U_{TP}$$

La resistenza dell'impianto di terra deve garantire il soddisfacimento di questa condizione, ovvero:

$$R_E \leq \frac{U_{TP}}{I_E}$$

L'impianto di terra della cabina che presenta il valore di resistenza su menzionato comprende i seguenti elementi, meglio esplicitati in figura:

- 1 conduttore ad anello in rame intrecciato posizionato lungo il perimetro dell'edificio;
- 2 conduttori in rame intrecciato che collegano diagonalmente i vertici dell'anello di terra;
- 4 picchetti in acciaio galvanizzato in corrispondenza dei vertici dell'anello di terra;
- 2 conduttori di terra per il collegamento al collettore di terra in cabina;
- 2 conduttori di terra per il collegamento al collettore di terra di ogni stanza della cabina.



10.13. Sistema di supervisione e controllo

L'impianto sarà dotato di un unico sistema di supervisione e controllo responsabile della supervisione, del controllo e dell'acquisizione dei dati provenienti dalle macchine e/o controllori presenti nel parco fotovoltaico (PPC, inverter) oltre che di tutte le apparecchiature di cui sarà composto il sistema elettrico.

Inoltre, come previsto da normativa CEI 0-16, ciascun impianto sarà dotato di un Controllore Centrale di Impianto (CCI), un apparato i cui compiti principali sono: svolgere la funzione di monitoraggio dell'impianto, con lo scopo di raccogliere informazioni dall'impianto e dalle unità di generazione/accumulo utili ai fini della "osservabilità" della rete; coordinare il funzionamento dei diversi elementi costituenti l'impianto, affinché l'impianto stesso operi, nel suo complesso, in maniera da soddisfare alle prescrizioni della Norma CEI 0-16, riportate al punto di connessione con la rete, nel rispetto delle capability prescritte dalla stessa Norma per le singole unità di generazione e di accumulo; consentire lo scambio di informazioni fra l'impianto ed il DSO (e tra l'impianto ed il TSO per il tramite del DSO cui l'impianto è sotteso).



10.14. Modalità di connessione alla rete

Coerentemente alla STMG ottenuta con codice di rintracciabilità impianto n. 202400190 l'impianto verrà connesso in antenna a 36 kV su un ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132 kV denominata "Ferrara Focomorto".

Il collegamento tra l'impianto e la SE avverrà mediante cavidotto 36 kV secondo gli schemi elettrici riportati negli elaborati di progetto. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "VOG-PV001-T26_*Schema elettrico unifilare-Opere di rete*".

Il tracciato dei cavidotti al di fuori delle aree di impianto sarà realizzato principalmente lungo la viabilità esistente o di nuova realizzazione prevista a servizio delle aree. Le particelle catastali non attualmente interessate dalla presenza di strade accatastate come tali e le particelle interessate dalla fascia di asservimento del cavidotto (2 m per parte) saranno oggetto di procedura di asservimento (cfr. "VOG-PV001-R07_*Piano particellare di esproprio*").

Si evidenzia che, alla data di emissione del presente elaborato, la posizione della Stazione Elettrica di Terna (SE) risulta essere indicativa in quanto, alla data di emissione del presente elaborato non individuabile in maniera definitiva. In tal senso i tracciati dei cavidotti di connessione potranno subire variazioni in merito ad eventuali riposizionamenti della SE.

Si sottolinea inoltre, che non risulta necessaria la realizzazione di una Stazione Elettrica di Utenza, in quanto, l'innalzamento alla tensione di connessione alla RTN (36 kV) avverrà direttamente nelle Trasformation Units installate internamente all'area di impianto.

11. DOCUMENTAZIONE

Successivamente alla realizzazione del sistema agrivoltaico, dovranno essere rilasciati i seguenti documenti, elencati a titolo puramente indicativo e non esaustivo:

- Manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- "Progetto Esecutivo – As Built" del sistema agrivoltaico corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- Dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito, corredata dall'elenco della strumentazione impiegata;
- Dichiarazione di conformità ai sensi della legge 46/90, articolo 1, lettera a ed al DM 37/08;
- Certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- Garanzia sull'intero sistema e sulle relative prestazioni di funzionamento.



12. ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

Nel presente capitolo verranno analizzate le principali interazioni del progetto in termini di ricadute sociali, occupazionali ed economiche, relative sia alla fase di realizzazione che alla fase di esercizio dell'opera.

12.1. Ricadute Sociali

I principali benefici attesi, in termini di ricadute sociali, connessi con la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, consistono principalmente in misure compensative a favore dell'amministrazione locale, che contando su una maggiore disponibilità economica, può perseguire lo sviluppo di attività socialmente utili, anche legate alla sensibilizzazione nei riguardi dello sfruttamento delle energie alternative.

Per quanto concerne gli aspetti legati ai possibili risvolti socio-culturali derivanti dagli interventi in progetto, nell'ottica di aumentare la consapevolezza sulla necessità delle energie alternative, la Società organizzerà iniziative dedicate alla diffusione ed informazione circa la produzione di energia da fonte rinnovabile, quali ad esempio:

- visite didattiche nel campo agrivoltaico aperte alle scuole ed università;
- campagne di informazione e sensibilizzazione in materie di energie rinnovabili;
- attività di formazione dedicate al tema delle energie rinnovabili aperte alla popolazione.

12.2. Ricadute occupazionali

La realizzazione del progetto in esame favorisce la creazione di posti di lavoro qualificato in loco, generando competenze che possono essere eventualmente valorizzate e riutilizzate altrove e determina un apporto di risorse economiche nell'area.

La realizzazione dell'impianto agrivoltaico e delle relative opere di connessione coinvolge un numero rilevante di persone: occorrono infatti tecnici qualificati (agronomi, geologi, consulenti locali) per la preparazione della documentazione da presentare per la valutazione di impatto ambientale e per la progettazione dell'impianto, nonché personale per l'installazione delle strutture e dei moduli, per la posa cavi, per l'installazione delle apparecchiature elettromeccaniche, per il trasporto dei materiali, per la realizzazione delle opere civili, per l'avvio dell'impianto, per la preparazione delle aree per l'attività agricola, ecc.

Le esigenze di funzionamento e manutenzione del campo agrivoltaico contribuiscono alla creazione di posti di lavoro locali ad elevata specializzazione, quali tecnici specializzati nel monitoraggio e controllo delle performance d'impianto ed i responsabili delle manutenzioni periodiche su strutture metalliche ed apparecchiature elettromeccaniche.

A queste figure si deve poi aggiungere il personale tecnico che sarà impiegato per il lavaggio dei moduli fotovoltaici ed i lavoratori agricoli impiegati nelle attività di coltivazione e raccolta delle piante autoctone e/o storicizzate, nonché della fascia arborea perimetrale. Il personale sarà impiegato regolarmente per tutta la vita utile dell'impianto.

Gli interventi in progetto comporteranno significativi benefici in termini occupazionali, di seguito riportati:

- **vantaggi occupazionali diretti per la fase di cantiere** (impiego diretto di manodopera nella fase di cantiere), quantificabili in circa 50 (picco di presenze in cantiere);



- **vantaggi occupazionali diretti per la fase di esercizio** dell'impianto agrivoltaico, quantificabili in 4-5 tecnici impiegati periodicamente per le attività di manutenzione e controllo delle strutture, dei moduli, delle opere civili;
- **vantaggi occupazionali indiretti**, quali impieghi occupazionali indotti dall'iniziativa per aziende che graviteranno attorno all'esercizio dell'impianto, quali ditte di carpenteria, edili, società di consulenza, società di vigilanza, imprese agricole, ecc.

Le attività di lavoro indirette saranno svolte prevalentemente ricorrendo ad aziende e a manodopera locale, per quanto compatibile con i necessari requisiti.

Ciò porterà alla creazione di specifiche professionalità sul territorio, che a loro volta porteranno ad uno sviluppo tecnico delle aziende locali operanti in questo settore. Tali professionalità potranno poi essere spese in altri progetti, che quindi genereranno a loro volta nuove opportunità occupazionali.

12.3. Ricadute economiche

Gli effetti positivi socioeconomici relativi alla presenza di un parco agrivoltaico che riguardano specificatamente le comunità che vivono nella zona di realizzazione del progetto possono essere di diversa tipologia.



Prima di tutto, ai sensi dell'Allegato 2 (Criteri per l'eventuale fissazione di misure compensative) al D.M. 10/09/2010 "*Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili*", "... l'autorizzazione unica può prevedere l'individuazione di misure compensative a carattere non meramente patrimoniale a favore degli stessi comuni e da orientare su interventi di miglioramento ambientali correlati alla mitigazione degli impatti riconducibili al progetto, ad interventi di efficienza energetica, di diffusione di installazioni di impianti a fonti rinnovabili e di sensibilizzazione della cittadinanza sui predetti temi".

Le migliori tecniche disponibili (mitigazione e compensazione) possono fornire un punto di partenza molto affidabile per i proponenti, per identificare approcci e tecnologie di gestione del rischio che possono, a loro volta, essere suggeriti come misure di mitigazione in uno Studio di Impatto Ambientale.

Le opere di mitigazione dovranno necessariamente operare nell'ambito legato all'impianto stesso. Le compensazioni in senso stretto, a differenza delle misure di mitigazione, possono operare in un contesto differente da quello in cui l'impianto si inserisce. Le compensazioni, in particolare, possono operare al netto delle misure di mitigazione obbligatorie, ma la loro ampiezza e consistenza può opportunamente considerare lo sforzo già profuso per le prime.

Quali possibili misure di mitigazione possono essere considerate:

- Siepe perimetrale di mitigazione visiva dell'impianto;
- Recinzione perimetrale sollevata dal suolo atta a garantire il passaggio della piccola fauna;
- Sistema di illuminazione dell'impianto con proiezione verso il suolo al fine di non recare disturbo alla fauna presente;
- Misure legate alla fase di cantiere quali:
 - Bagnature del suolo;
 - Barriere antirumore;
 - Utilizzo di materiali oleo assorbenti.

 iCube Development 16 s.r.l.		CODE: VOG-PV001-R01_01 PROJECT: VOGHIERA PV001 PAGINA - PAGE 75 di/of 77
<p>Possono essere considerate quali possibili misure di compensazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizzazione di viabilità pubbliche volte al raggiungimento di beni isolati; • Rifacimento manto stradale ammalorato; • Realizzazione reti sentieristiche; • Realizzazione o ammodernamento dell'illuminazione pubblica. <p>Si sottolinea comunque, che le effettive misure di mitigazione e/o compensazione dovranno essere definite e gestite in fase di Conferenza dei Servizi.</p> <p>Oltre ai benefici connessi con le misure compensative che saranno concordate con il Comune interessato di Venezia, un ulteriore vantaggio per le amministrazioni locali e centrali è connesso con gli ulteriori introiti legati alle imposte.</p> <p>Nella valutazione dei benefici attesi per la comunità occorre necessariamente considerare il meccanismo di incentivazione dell'economia locale derivante dall'acquisto di beni e servizi che sono prodotti, erogati e disponibili nel territorio di riferimento. In altre parole, nell'analisi delle ricadute economiche locali è necessario considerare le spese che la Società sosterrà durante l'esercizio, in quanto i costi operativi previsti saranno direttamente spesi sul territorio, attraverso l'impiego di manodopera qualificata, professionisti ed aziende reperiti sul territorio locale.</p> <p>Nell'analisi delle ricadute economiche a livello locale è necessario infine considerare le spese sostenute dalla Società per l'acquisto dei terreni necessari alla realizzazione del campo agrivoltaico. Tali spese vanno necessariamente annoverate fra i vantaggi per l'economia locale in quanto costituiranno una fonte stabile di reddito per i proprietari dei terreni.</p> <h3>13. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</h3> <p>La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:</p> <p>1) Moduli fotovoltaici</p> <ul style="list-style-type: none"> • CEI EN 61215 -1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo, Parte 1: Prescrizioni per le prove; • CEI EN 61215 –1-3 (CEI 82-67): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo, Parte 1-3: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in silicio amorfo; • CEI EN 61215 -2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova; • CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo; • CEI EN IEC 61730-1/EC (CEI 82-27/EC1) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione; • CEI EN IEC 61730-2/EC (CEI 82-28/EC1) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove; 		



- IEC 60904 SET: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Requisiti per la marcatura e la documentazione dei moduli fotovoltaici;
- CEI EN 62852/A1 (CEI 82-50/V1) Connettori per applicazione in c.c. nei sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35/V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters.

3) Progettazione fotovoltaica

- Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori;
- CEI EN 60529/A1 (CEI 70-1/V1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN IEC 61000-3-2/A1 (CEI 110-31/V1): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (c.a.) (classi 0,5, 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1/A1 (CEI 13-52/V1) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1:



iCube Development 16 s.r.l.



CODE: **VOG-PV001-R01_01**

PROJECT: **VOGHIERA PV001**

PAGINA - PAGE
77 di/of 77

Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)

- CEI EN 50470-3/A1 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI EN 61439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

6) Impianti agrivoltaici

- "Linee guida in materia di impianti agrivoltaici", Ministero della Transizione Ecologica - Dipartimento per l'energia.
- LEGGE 29 luglio 2021, n. 108 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure".
- "Consultazione pubblica Misura PNRR Sviluppo Agrivoltaico: Piano di Ripresa e Resilienza, Missione 2 (Rivoluzione verde e Transizione ecologica), Componente 2 (Energia rinnovabile, idrogeno, rete e mobilità sostenibile), Investimento 1.1 (Sviluppo Agrovoltaiico)".
- "Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)", Ministero dello Sviluppo Economico (PNIEC_finale_17012020.pdf (mise.gov.it)).
- D.Lgs. 8 novembre 2021, n. 199, di recepimento della direttiva UE 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, (Direttiva RED II).
- CEI-PAS 82-93 – Impianti agrivoltaici.

Il Progettista
Luca Spaccino

