



COMUNE DI GELA
PROVINCIA DI CALTANISSETTA
REGIONE SICILIA

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO
DI POTENZA DI PICCO P=83'051.28 kWp CON SISTEMA DI
ACCUMULO PER UNA POTENZA DI IMMISSIONE COMPLESSIVA
PARI A 100'000 kW

Proponente

GELA SOLAR POWER SRL

Via Dante, 7 - 20123 Milano (MI)
N. REA MI – 2632239 – C.F.: 11947660962
PEC: gelasolarpower@pec.it

Progettazione

Preparato
Dario Ing. Bertani
Maria Antonia Galati

Verificato
Gianandrea Ing. Bertinazzo

Approvato
Vasco Ing. Piccoli

PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo elaborato

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO
RELAZIONE TECNICA GENERALE**

Elaborato N.

R001

Data emissione
30/08/2023

Nome file
RS06REL0001A0

N. Progetto
ENE059

Pagina
COVER

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	30/08/23	PRIMA EMISSIONE

Sommario

1	Premessa	4
1.1	Generalità	6
1.2	Normativa di riferimento.....	7
1.3	Definizioni e acronimi	8
2	Descrizione generale	9
2.1	Inquadramento del Sito.....	10
2.2	Dati generali di progetto	11
2.3	Inquadramento geografico.....	12
2.3.1	Riferimenti Catastali	15
2.3.2	Riferimenti Cartografici	15
2.4	Inquadramento vincolistico.....	15
2.5	Configurazione d'impianto	17
2.6	Configurazione campo FV.....	20
2.7	Definizione del layout.....	21
2.8	Criteri di dimensionamento.....	24
2.9	Producibilità energetica.....	25
2.9.1	Risparmio combustibile ed emissione evitate.....	27
3	Caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto.....	28
3.1	Moduli fotovoltaici	29
3.2	Strutture di Sostegno – Inseguitori monoassiali	31
3.3	Inverter	33
3.4	Cabina di trasformazione.....	35
3.4.1	Trasformatore BT/MT.....	36
3.4.2	Quadro BT.....	37
3.4.3	Quadro MT.....	37
3.5	Sezione ausiliari	37
3.7	Cabina MT di Smistamento.....	38
3.8	Sistema di Accumulo	40
3.9	Elettrodotto MT esterno	41
3.10	PTO	43
3.10.1	SE Condivisa.....	43
3.10.2	SE Smistamento 150/220kV	47
3.11	Collegamenti elettrici	48
3.12	Protezioni elettriche	48
3.13	SCADA/monitoraggio.....	49

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.14	Impianti di sorveglianza / illuminazione	50
4	Opere civili	51
4.1	Strutture di sostegno moduli FV	51
4.2	Cabine e prefabbricati	51
4.3	Recinzione.....	52
4.4	Mitigazione ambientale.....	53
4.5	Gestione agronomica del sito.....	54
4.6	Viabilità interna	56
4.7	Livellamenti e movimentazione di terra.....	57
4.8	Cantierizzazione/realizzazione	58
5	Determinazione superfici complessive.....	59
6	Gestione impianto / manutenzione	60
7	Cronoprogramma e costi realizzazione delle opere	61
8	Dismissione	62

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1 Premessa

L'idea di realizzare questa opera nasce in considerazione del crescente fabbisogno energetico ed allo stesso tempo, della crescente necessità di abbandonare le fonti tradizionali ad alta emissione di gas nell'atmosfera (come ad esempio carbone, petrolio e gas). Pensare di utilizzare fonti rinnovabili per la generazione di energia elettrica è sempre stata una delle strade da percorrere.

In particolare, lo sfruttamento della tecnologia fotovoltaica, che consente di convertire in energia elettrica l'energia irraggiata dal sole, ha avuto uno sviluppo notevole negli ultimi anni; si è infatti assistito una corsa a livello mondiale alla costruzione di impianti che solo 10 anni fa erano impensabili, sia come dimensioni del singolo impianto che come quota dell'energia fotovoltaica sul fabbisogno globale.

Questa corsa è stata inizialmente stimolata da sistemi di incentivazione, che hanno contribuito al raggiungimento di una sufficiente "maturità tecnologica" e consentito di:

- affinare i criteri di progettazione,
- migliorare le prestazioni di ogni singolo componente,
- abbassare i costi del kWh generato per effetto di un'economia di scala.

Oggi la generazione di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica non necessita più di un sistema di incentivazione dedicato, ma è di per sé concorrenziale rispetto al costo del kWh generato con centrali tradizionali, unicamente vendendo il kWh generato sul mercato dell'energia.

Lo sfruttamento di questa tecnologia di generazione rivestirà infatti un ruolo centrale nella transizione energetica in corso nel contesto nazionale, così come evidenziato dai documenti di programmazione energetica nazionali ovvero la SEN (Strategia Energetica Nazionale) e il più recente PNIEC (Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, pubblicato nel Dicembre 2019).

Tali documenti strategici hanno posto come obiettivo al 2030 il raggiungimento di una potenza FV installata pari a 50 GW, contro un attuale livello di capacità installata pari a circa 21 GW attesi per fine 2020.

Come delineato dai sovra-menzionati documenti, sarà preferibile collocare tali impianti di generazione in contesti territoriali già "compromessi" da interventi antropici, quali aree cosiddette "brownfield", o su tetti e coperture di edifici. Si ritiene tuttavia poco realistica, se non addirittura utopistica, la possibilità di installare una potenza di 30 GW su sole coperture o aree industriali, senza quindi interessare terreni agricoli.

Grazie ai recenti sviluppi tecnologici, e come dimostrato da svariate iniziative di carattere sperimentale, risulta inoltre possibile adottare architetture impiantistiche e soluzioni installative che consentano di coniugare la produzione di energia elettrica all'attività agricola.

Questo approccio consente di ottenere i seguenti obiettivi:

- riduzione di consumo di suolo, rispetto ad un impianto fotovoltaico "tradizionale", tramite l'impiego di componenti ad elevata efficienza e di strutture di sostegno maggiormente distanziate tra loro;
- conduzione di attività agricole tra le strutture di sostegno dei moduli FV e lungo la fascia perimetrale esterna dell'impianto;
- produzione di energia da fonte rinnovabile fotovoltaica con livelli prestazionali soddisfacenti che non compromettano la sostenibilità economica dell'intervento nel suo complesso.

È infine opportuno considerare come l'occupazione di suolo derivante dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico sia completamente reversibile ed in grado di restituire, alla fine della sua vita utile, i terreni occupati alla loro vocazione originaria.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Ecco perché la società *“Gela Solar Power Srl”* presenta il progetto dell’impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica combinato con attività di coltivazione agricola denominato *“Settefarine”*, da ubicarsi nel Comune di Gela (CL), di potenza nominale pari a 83,05128 MWp e dotato di sistema di accumulo, per una potenza di immissione complessiva in rete pari a 100 MW.

I documenti editati hanno lo scopo di descrivere in maniera univoca l’architettura dell’impianto agri-fotovoltaico ed i criteri impiegati per la sua progettazione, i principali componenti che saranno impiegati per la realizzazione, nonché le opere le specifiche lavorazioni previste, in conformità con la Normativa vigente.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.1 Generalità

Il progetto definitivo prevede la realizzazione di un impianto agri-fotovoltaico a terra su strutture ad inseguimento solare mono-assiale e sarà suddiviso in tre campi FV ubicati nel Comune di Gela (CL).

I campi saranno collegati tra loro attraverso una rete di distribuzione esercita in Media Tensione, avente lo scopo di veicolare l'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico verso la cabina di smistamento principale, e successivamente verso la sottostazione utente di trasformazione MT/AT tramite un elettrodotto interrato in MT, condivisa con altri utenti produttori, ed infine verso il punto di consegna alla RTN.

L'impianto sarà inoltre dotato di un sistema per l'accumulo dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico e successiva immissione nella rete elettrica, costituito da batterie al Litio (tecnologia Litio-Ferro-Fosfato) e relative apparecchiature elettroniche.

Il percorso del sovra-menzionato elettrodotto si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 10.6 km, ed è stato studiato al fine di minimizzare l'impatto sul territorio locale, adeguandone il percorso a quello delle sedi stradali preesistenti ed evitando ove possibile gli attraversamenti di terreni agricoli. Per ulteriori dettagli in merito al percorso del suddetto elettrodotto e alla gestione delle interferenze si rimanda agli elaborati dedicati.

L'impianto agri-FV sarà connesso alla rete elettrica nazionale in virtù della STMG proposta dal gestore della rete Terna (codice STMG: 202100032) e relativa ad una potenza elettrica in immissione pari a 100 MW. Lo schema di collegamento alla RTN prevede il collegamento in antenna a 150 kV presso con la sezione a 150 kV di una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/150 kV, da inserire in entra-esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiaramonte Gulfi – Favara".

Suddetta sottostazione di trasformazione, denominata "Butera 2", sarà realizzata presso terreni siti nel Comune di Butera (CL).

La progettazione dell'impianto è stata eseguita tenendo in considerazione gli aspetti ambientale e paesaggistico nonché lo stato dell'arte dal punto di vista tecnico.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

1.2 Normativa di riferimento

Elenco normativa tecnica di riferimento per la progettazione e la realizzazione di impianti fotovoltaici:

- Codice di Rete di Terna e relativi allegati;
- CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- 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 11-17: impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215-1/2 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61730 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 62446 (CEI 82-38): Sistemi fotovoltaici – Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): 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 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Serie
- 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 designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI 20-13: cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 81-10-1/2/3/4): Protezione contro i fulmini – serie
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- D.Lgs 81/2008 – Attuazione dell'articolo 1 della legge n°123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

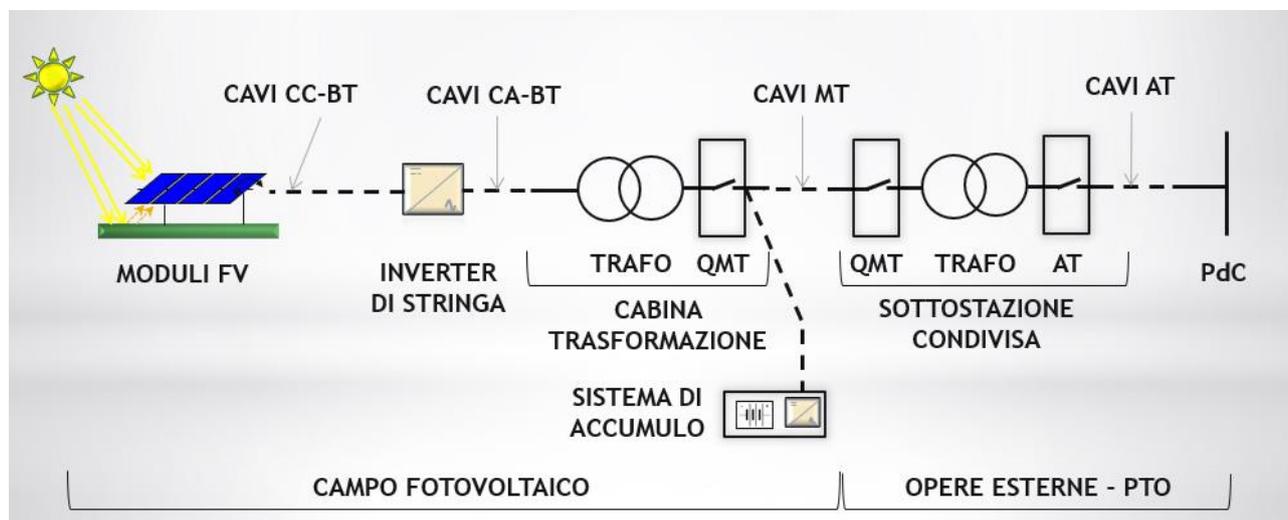
1.3 Definizioni e acronimi

- **AT:** Alta Tensione – oltre i 52kV;
- **MT:** Media Tensione – tra 1 e 52 kV;
- **BT:** Bassa Tensione – fino a 1kV in corrente alternata e 1,5kV in corrente continua;
- **Cabina di trasformazione:** cabina elettrica avente come scopo principale quello di elevare il livello di tensione della potenza elettrica in uscita dagli inverter da BT a MT;
- **Campo FV:** porzione dell'impianto FV, recintato, che afferisce a cabine di trasformazione MT
- **CA:** Corrente Alternata
- **CC:** Corrente Continua
- **Generatore FV:** insieme di stringhe FV afferenti al medesimo inverter;
- **Impianto FV:** impianto di produzione di energia elettrica tramite effetto fotovoltaico. Esso rientra nella categoria degli impianti di generazione alimentati da fonti rinnovabili non programmabili (FRNP). L'impianto è costituito da generatore FV, inverter, sistema di distribuzione e connessione con la rete elettrica;
- **Inverter:** dispositivo elettronico con lo scopo principale di convertire l'energia elettrica generata dai moduli FV da corrente continua a corrente alternata;
- **MT:** Media Tensione – 1...52kV;
- **Modulo FV:** assieme di celle FV collegate elettricamente tra loro, che provvede alla generazione di energia elettrica quando esposto alla radiazione solare. Il modulo FV costituisce l'unità elementare per la progettazione elettrica dell'impianto;
- **Potenza di picco:** o potenza nominale di un dispositivo FV (modulo, stringa, generatore o impianto) misurata in corrente continua ed in condizioni di misura standard (STC – Standard Test Conditions) ovvero irraggiamento sul piano dei moduli di 1000 W/m², temperatura modulo di 25°C, Air Mass 1,5; è il valore comunemente riportato nelle schede tecniche dei moduli FV e si misura in [Wp];
- **Punto di consegna:** punto di confine tra la rete del distributore e la rete di utente, dove l'energia scambiata con la rete del distributore viene contabilizzata e dove avviene la separazione funzionale tra la rete del distributore e la rete di utente;
- **Sottocampo FV:** porzione di impianto FV che afferisce ad un'unica cabina di trasformazione MT
- **Stringa FV:** insieme di moduli FV collegati elettricamente tra loro al fine di raggiungere la tensione necessaria per il collegamento con l'inverter;
- **Sottostazione elettrica:** è l'insieme delle apparecchiature aventi lo scopo principale di elevare il livello di tensione della potenza elettrica generata da MT a BT.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2 Descrizione generale

L'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica è tipicamente molto vasto, poiché l'energia viene generata da ogni modulo fotovoltaico. Compito dei collegamenti elettrici è convogliare tutta l'energia prodotta in un solo punto. Di seguito è illustrato uno schema di principio dell'impianto fotovoltaico:



L'impianto FV ha la capacità di generare energia elettrica dai Moduli FV: ogni singolo Modulo FV trasforma l'irraggiamento solare in energia elettrica, generata in forma di corrente continua.

Per il presente impianto sono stati previsti moduli con tecnologia bifacciale, ovvero in grado di convertire in energia elettrica sia la radiazione diretta dal sole che la radiazione sul lato posteriore dei moduli stessi (prevalentemente radiazione diffusa e riflessa dal terreno).

I pannelli FV sono posizionati su strutture dedicate (strutture FV), che sono in grado di massimizzare l'irraggiamento dal quale è investito il pannello lungo l'arco dell'intera giornata, e collegati elettricamente in serie a formare una "stringa" di moduli.

L'energia prodotta dai moduli FV è raggruppata tramite collegamenti in cavo CC, e successivamente immessa negli inverter di stringa che sono in grado di trasformare l'energia elettrica da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) in Bassa Tensione (BT). L'energia disponibile in corrente alternata BT verrà quindi trasformata in Media Tensione (MT) in Cabina di Trasformazione.

L'energia disponibile in corrente alternata MT verrà convogliata dalle varie cabine di trasformazione alla cabina di smistamento MT principale.

In parallelo all'impianto di produzione FV verrà previsto un sistema di accumulo capace di assorbire e rilasciare energia elettrica in maniera continuativa. La connessione in parallelo del sistema di accumulo avverrà in Media Tensione.

In uscita dal campo fotovoltaico è previsto un cavidotto esercito a 36 kV che permetterà di far arrivare l'energia generata alla sottostazione utente di trasformazione MT/AT (36/150 kV), condivisa con altri utenti produttori, ed infine verso il punto di consegna con la Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), ovvero la stazione di trasformazione (SE) a 150/220 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiamonte Gulfi – Favara".

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.1 Inquadramento del Sito

Nel seguente paragrafo verrà fornito un inquadramento del sito nel quale si prevede la realizzazione dell'impianto FV, per poi illustrare la configurazione impiantistica ed i principali criteri di dimensionamento e progettazione dell'impianto stesso, concludendo con una stima della producibilità energetica attesa.

Per l'elaborazione del presente progetto sono stati considerati i seguenti criteri di carattere generale:

- Minimizzazione dell'impatto visivo dell'impianto stesso mediante idonee opere di mitigazione e di aree verdi in compensazione;
- Selezione di strutture di sostegno e modalità di installazione dei moduli FV caratterizzate un'altezza dal suolo tale da consentire la conduzione di attività agricole negli spazi di terreno libero tra le file (altezza dal suolo **3.20 m** relativamente agli inseguitori mono-assiali, considerando l'asse di rotazione dei moduli FV, rispetto al piano di campagna);
- Utilizzo di tecnologie innovative, in termini di selezione dei principali componenti (moduli FV bifacciali, inverter, tracker e strutture di sostegno) e di opportuni accorgimenti progettuali al fine di massimizzare la producibilità energetica;
- Minimizzazione dei livellamenti del terreno e della movimentazione di terra, mediante la previsione di strutture di sostegno in grado di adattarsi in maniera ottimale all'andamento naturale dei terreni;
- Utilizzo di strutture di sostegno dei moduli FV che non richiedano la realizzazione di invasive fondazioni in cemento, e che siano di conseguenza agevolmente removibili in fase di dismissione dell'impianto FV;
- Utilizzo di cabine elettriche realizzate esclusivamente in soluzioni skid o containerizzate al fine di minimizzare le opere civili e di agevolarne la rimozione a fine vita dell'impianto.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.2 Dati generali di progetto

In Tabella 1 sono riportate le principali caratteristiche tecniche relative all'impianto in progetto.

Tabella 1 - Principali caratteristiche dell'impianto FV

Società Proponente	Gela Solar Power S.r.l.
Luogo di realizzazione (impianto FV + elettrodotto)	Gela (CL) Butera (CL)
Denominazione impianto	Settefarine
Superficie di interesse (impianto agri-PV)	140,9 Ha
Potenza di picco	83'051,28 kWp
Potenza apparente	72'000 kVA
Potenza/energia sistema di accumulo	30 MW / 60 MWh
Potenza in STMG	118,0764 MW
Modalità connessione alla rete	Connessione in antenna a 150 kV presso nuova sottostazione di trasformazione 150/220 kV da collegare a linea esistente "Chiaromonte Gulfi – Favara"
Tensione di esercizio:	
Bassa tensione CC	<1500 V
Bassa tensione CA	800 V sezione generatore (inverter) 400/230 sezione ausiliari
Media Tensione	36 kV
Alta Tensione	150 kV
Strutture di sostegno	Tracker mono-assiali
Inclinazione piano dei moduli (tilt)	Tracker: 0° (rotazione Est/Ovest ±55°)
Angolo di azimuth	0-18°
N° moduli FV	145'704
N° inverter di stringa	288
N° tracker mono-assiali	5'604
N° cabine di trasformazione BT/MT	24
Producibilità energetica attesa (1° anno)	184,26 GWh 2219 kWh/kWp

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3 Inquadramento geografico

L'impianto agri-fotovoltaico sarà realizzato nel territorio del Comune Gela (CL) ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche relative alla posizione baricentrica dell'impianto FV:

- 37°6'49"N
- 14°14'32"E

In Figura 1 è riportata la posizione del sito interessato su immagine satellitare, inquadrato nel territorio della Regione Sicilia.

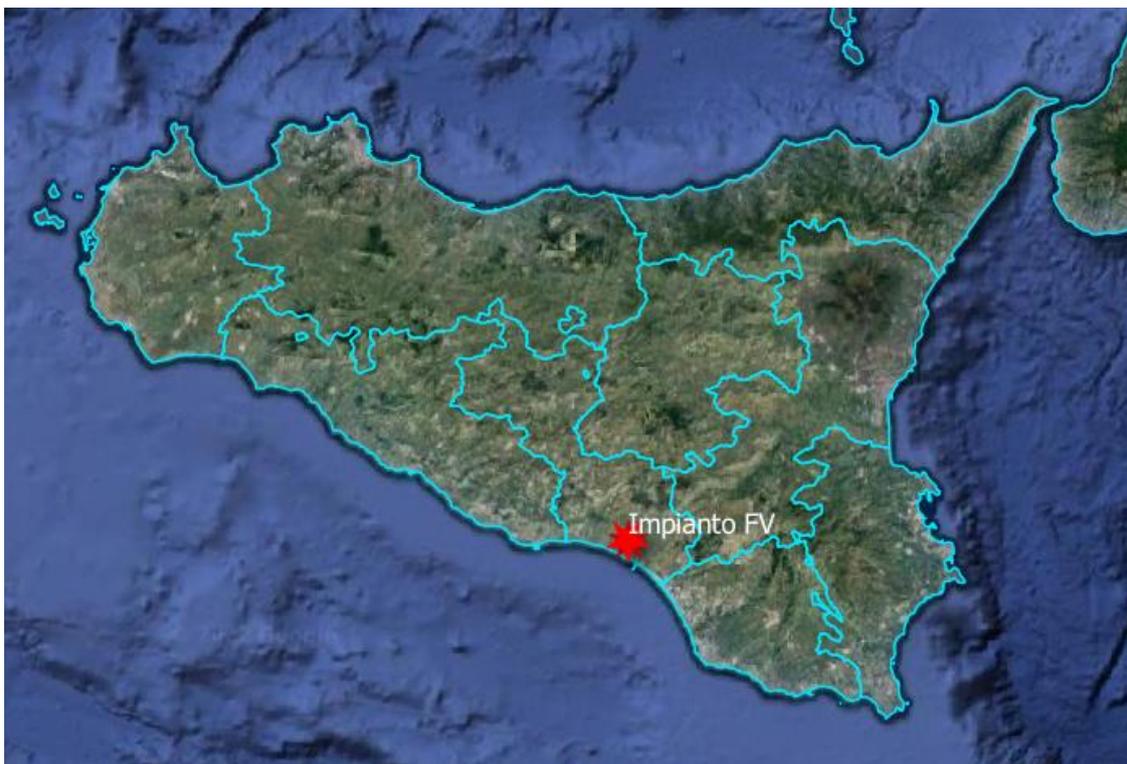


Figura 1 – Inquadramento dell'impianto FV su immagine satellitare

L'area di intervento, divisa in tre sotto-campi distinti, è caratterizzata da una conformazione generalmente sub-pianeggiante. L'area presenta un'estensione complessiva di circa 181 Ha, di cui solo 140,9 Ha saranno interessati dall'effettiva realizzazione delle opere, ovvero inclusi all'interno della recinzione d'impianto, al fine di mantenere inalterate le aree caratterizzate da conformazione del terreno non favorevole (pendenze elevate) o interessate da vincoli e interferenze.

Secondo il P.R.G. del Comune di Gela, l'area in oggetto ricade nella zona "E" (agricola generica), come pure in zona E ricadono i fondi ubicati nel territorio comunale di Butera.

Il sito è ubicato nel territorio del Comune di Gela, ed è posta a nord-ovest della città di Gela, raggiungibile, dalla strada Provinciale n. 81 oltre che dalla strada Provinciale n. 8. Procedendo in direzione nord, per circa 4 km lungo la S.P. n. 8, a sinistra si trova il campo numero 1; dopo aver superato lo stesso, percorsi circa 1 km sulla destra, ci si immette nella S.P. n. 83 e proseguendo in direzione est si arriva al campo numero 2, e percorrendo la stessa S.P. in direzione est, si raggiunge il campo 3.

La zona oggetto della realizzazione dell'impianto fotovoltaico è individuata nelle sezioni n° 643070 (Campo 1 e 2) e n° 643080 (Campo 3) della Carta Tecnica Regionale Siciliana.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

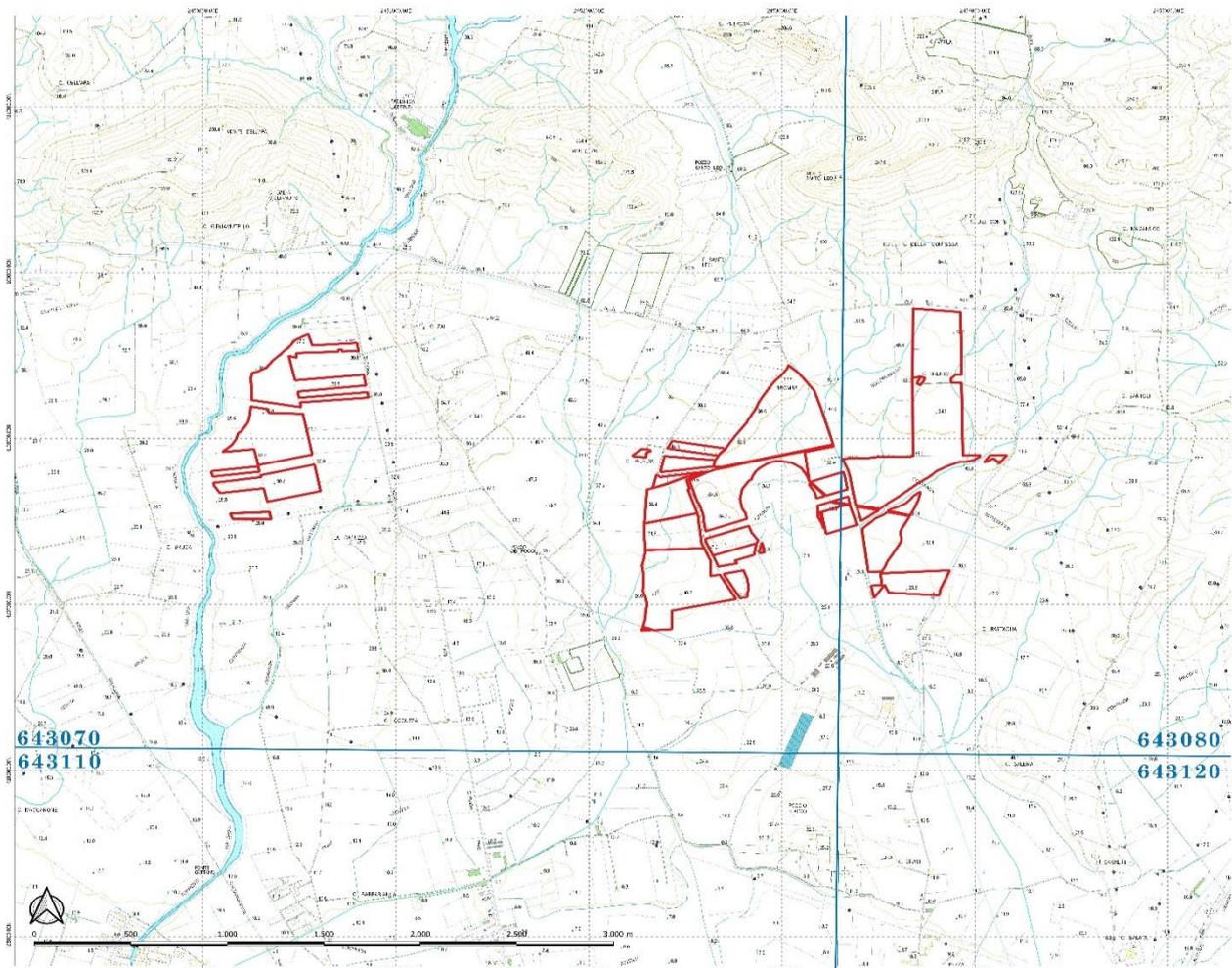


Figura 2- Inquadramento su Carta Tecnica Regionale



Figura 3 - Impianto FV: confini delle aree interessate dalla realizzazione dei tre campi FV

L'area di progetto si trova alle seguenti distanze dai centri abitati:

- 2,5 km da Gela (CL)

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- 8,5 km da Butera (CL)
- 11,4 km da Niscemi (CL)

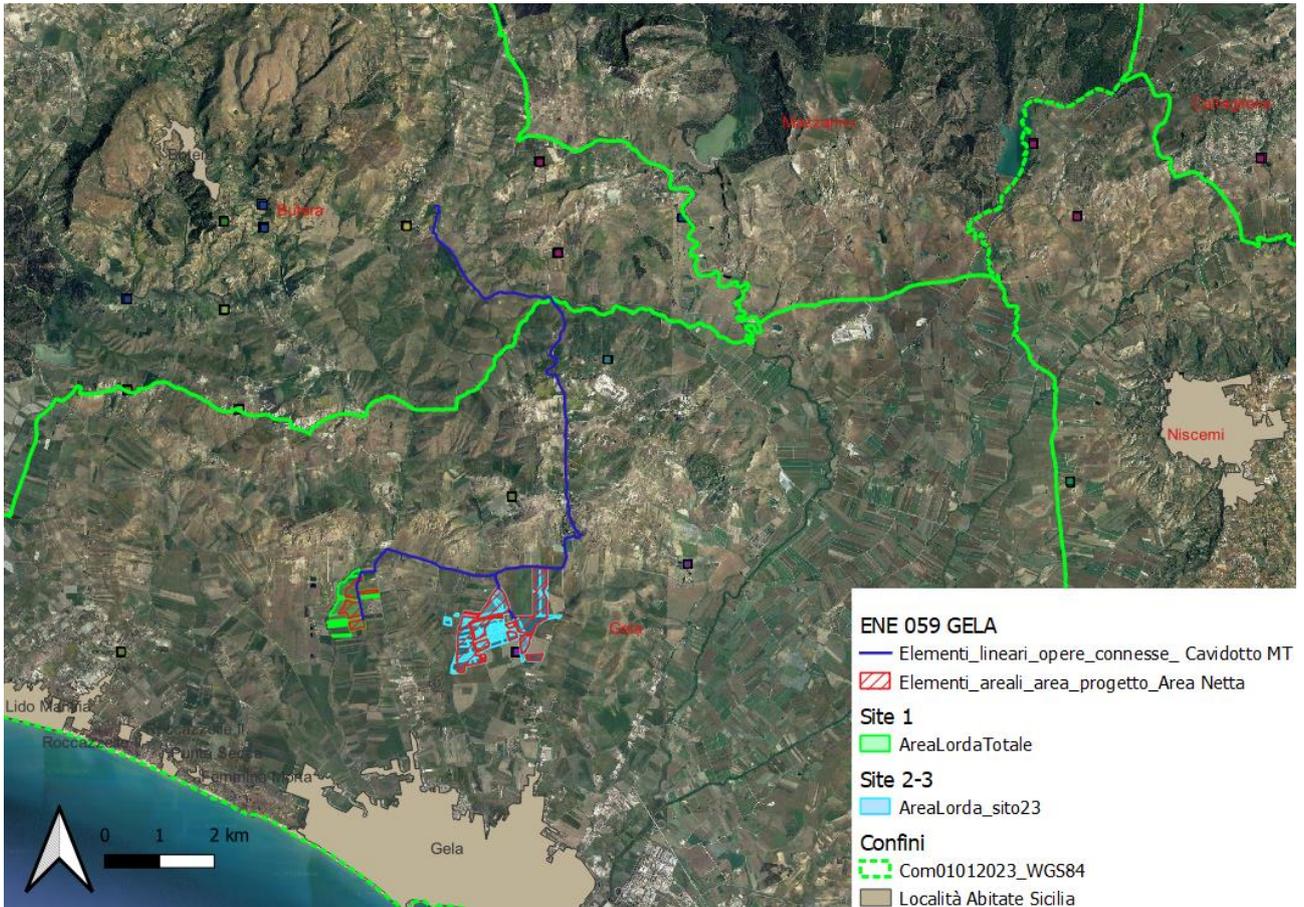


Figura 4 - Distanza dell'impianto dai centri abitati

L'area di progetto si trova, inoltre, a 22 km da Acate (RG) e 22 km da Licata (AG).

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.3.1 Riferimenti Catastali

L'area all'interno della quale saranno realizzati i campi fotovoltaici interessa le seguenti particelle catastali

- Gela (CL): Foglio 71 – P.lle 386, 141, 107, 106, 103, 105, 111, 112, 116, 109, 110, 133, 139, 134, 136, 132, 135, 146, 384, 387, 137, 151, 140, 413, 425, 426, 427, 414, 142, 148, 420, 157, 158, 145, 144, 153, 444;
- Gela (CL): Foglio 72 – P.lle 61, 62, 26, 28, 29, 30, 55, 143, 144, 145, 4, 99, 100, 185, 187, 188, 190, 191, 193, 194, 196, 197, 199;
- Gela (CL): Foglio 73 – P.lle 21, 11, 24, 25, 35, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56, 60, 61, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 88, 91, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 108, 111, 115, 117, 118, 119, 120, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 142, 143, 145, 147, 148, 150, 152, 154, 155, 158, 160, 164, 165, 166, 19, 161, 63, 64, 68, 170, 20, 92, 163, 173, 175, 176, 172;
- Gela (CL): Foglio 74 – P.lle 1, 13, 14, 16, 18, 20, 21;
- Gela (CL): Foglio 75 – P.lle 8, 9, 15, 19, 155, 157, 167.

Il proponente ha la disponibilità giuridica dei terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in virtù di contratti preliminari di diritti di superficie e servitù relativi ai diritti reali necessari per la costruzione e gestione dell'impianto fotovoltaico e relative opere connesse di durata pari a 30 anni.

Mentre il cavidotto MT esterno attraversa i seguenti fogli catastali:

- Comune di Gela – Fogli 75, 33, 35, 36, 40, 39, 38, 2, 1;
- Comune di Butera – Fogli 182, 204, 176.

Il percorso del cavidotto è stato studiato al fine di seguire il percorso della viabilità esistente, saranno quindi richiesti i permessi di concessione permanente di elettrodotto interrato agli Enti competenti, senza interessate aree private.

Nel piano particellare completo sono riportati i dettagli con tutti i proprietari come da visura catastale.

2.3.2 Riferimenti Cartografici

Da un punto di vista cartografico, le opere oggetto della presente relazione ricadono all'interno delle seguenti cartografie:

- CTR: fogli 643070; 643080.

2.4 Inquadramento vincolistico

Dall'analisi degli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale ed ambientale esaminati si può concludere che l'intervento in oggetto sia compatibile e/o coerente con i vincoli e le tutele attualmente vigenti e data la tipologia di opere previste in progetto ed il sito su cui esse insistono, non si evidenziano impatti significativi sulle componenti ambientali. Per approfondimento si rimanda al documento RS06SIA0001A0 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Nella seguente tabella sono riassunti i principali vincoli che sono stati presi in considerazione per l'analisi del progetto.

Vincolo	L'impianto è esterno alle aree vincolate?	Riferimento
Rete Natura 2000		
Siti di Importanza Comunitaria (SIC)/ ZSC	SI	Cartografia Regionale

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Vincolo		L'impianto è esterno alle aree vincolate?	Riferimento
	Zone di Protezione Speciale (ZPS)	SI	
	Zone umide di importanza internazionale (Ramsar)	SI	
	Important Bird Areas (IBA)	NO	
	Elenco Ufficiale Aree Protette (EUAP)	SI	
PAI			
	Pericolosità geomorfologica	SI – Presenza di dissesti nelle aree in disponibilità ma esclusa dal progetto	Cartografia Regionale
	Pericolosità idraulica	SI – inclusa nelle aree in disponibilità ma esclusa dal progetto	
Vincoli ambientali e paesaggistici			
	D.Lgs. 42/2004 art. 136	SI	Geoportale Regionale
	D.Lgs. 42/2004 art. 142 -143	SI	
Vincolo Idrogeologico			
	Vincolo Idrogeologico R.D. 3267/1923	NO – incluso piccolo tratto cavidotto MT vicino alla SEU	Geoportale Regionale
	PGRA II° Ciclo (2021-2027) – Rischio alluvione	SI - inclusa nelle aree in disponibilità ma esclusa dalle aree progetto (rischio R2)	Geoportale Regionale
	Aree percorse da fuoco	SI	Catasto incendi del Sistema Informativo Forestale della regione Sicilia (SIF)
Piano Comunale			
	P.R.G. del Comune di Gela	Zona "E" (agricola generica)	

- Il sito ricade all'esterno dei siti protetti da Rete Natura 2000 e risulta perciò idoneo all'installazione di un impianto fotovoltaico. L'area ZPS più vicina identificata dall'ID ITA050012 e denominata "Torre Manfreda, Biviere e Piana di Gela" dista c.a. 2,6 km in linea d'aria dal sito. La ZSC ITA 050011 denominata "Torre Manfreda" dista circa 3 km e la ZSC ITA 050001 denominata "Baviera e Macconi di Gela" dista 6.6 km dall'area di impianto.
- Il sito ricade all'esterno di zone umide di importanza internazionale protette dalla convenzione di RAMSAR e risulta perciò idoneo all'installazione di un impianto fotovoltaico. L'area protetta più vicina denominata "Il Baviera di Gela" dista c.a. 10,5 km in linea d'aria dal sito.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- Il sito ricade all'interno di aree IBA (Important Bird Area) IBA166 denominata "Biviere e piana di Gela" considerate aree importanti per la protezione di popolazioni di uccelli.
- È stata predisposta, visto che l'area ricade nel perimetro dell'IBA ed è limitrofa ad area ZPS, la Valutazione di Incidenza, ai sensi del DPR 8 Settembre 1997 n. 357 - che attua la Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche - modificato e integrato dal DPR 12 Marzo 2003 n. 120 e s.m.i.
- Il sito non è stato interessato da incendi registrati dal catasto incendi del Sistema Informativo Forestale della regione Sicilia (SIF) ed è perciò idoneo all'installazione di un impianto fotovoltaico.
- Il sito risulta esterno alle aree segnalate dal Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come zone a rischio di valanga, frana o alluvione pertanto risulta idoneo all'installazione di un impianto fotovoltaico.
- Il sito risulta parzialmente interessato da aree segnalate dal Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come zone di pericolosità per fenomeni di frana e alluvione. L'area vincolata, non idonea all'installazione di pannelli fotovoltaici, è stata pertanto esclusa dall'area di impianto.
- Il sito ricade all'esterno delle aree protette dalla Rete Ecologica della regione Sicilia e pertanto risulta idoneo all'installazione di un impianto fotovoltaico. In particolare, il sito dista 1,1 km da un corridoio lineare e 3,1 km da aree identificati come nodi dalla Rete Ecologica Siciliana.

Per ulteriori dettagli in merito e per la valutazione puntuale degli impatti attesi, si rimanda agli elaborati specialistici dedicati (RS06SIA0001A0 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE e RS06SNT0001A0 – SINTESI NON TECNICA)

2.5 Configurazione d'impianto

L'impianto è suddiviso in tre campi FV, una rete di elettrodotti interrati in Media Tensione che confluiscono in un unico punto costituito dalla cabina di smistamento MT principale; un elettrodotto interrato in media tensione a 36 kV renderà disponibile l'energia generata nella sottostazione di trasformazione MT/AT (36/150 kV) da realizzarsi nel Comune di Butera (CL), condivisa con altri utenti produttori.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

L'energia generata sarà infine resa disponibile, tramite un breve cavidotto AT, presso la futura sottostazione Terna di trasformazione e smistamento 150/220 kV, denominata "Butera 2", da inserire in entra-esce lungo la linea 220 kV esistente "Chiaromonte Gulfi – Favara", presso la quale sarà ubicato il punto di consegna alla RTN.

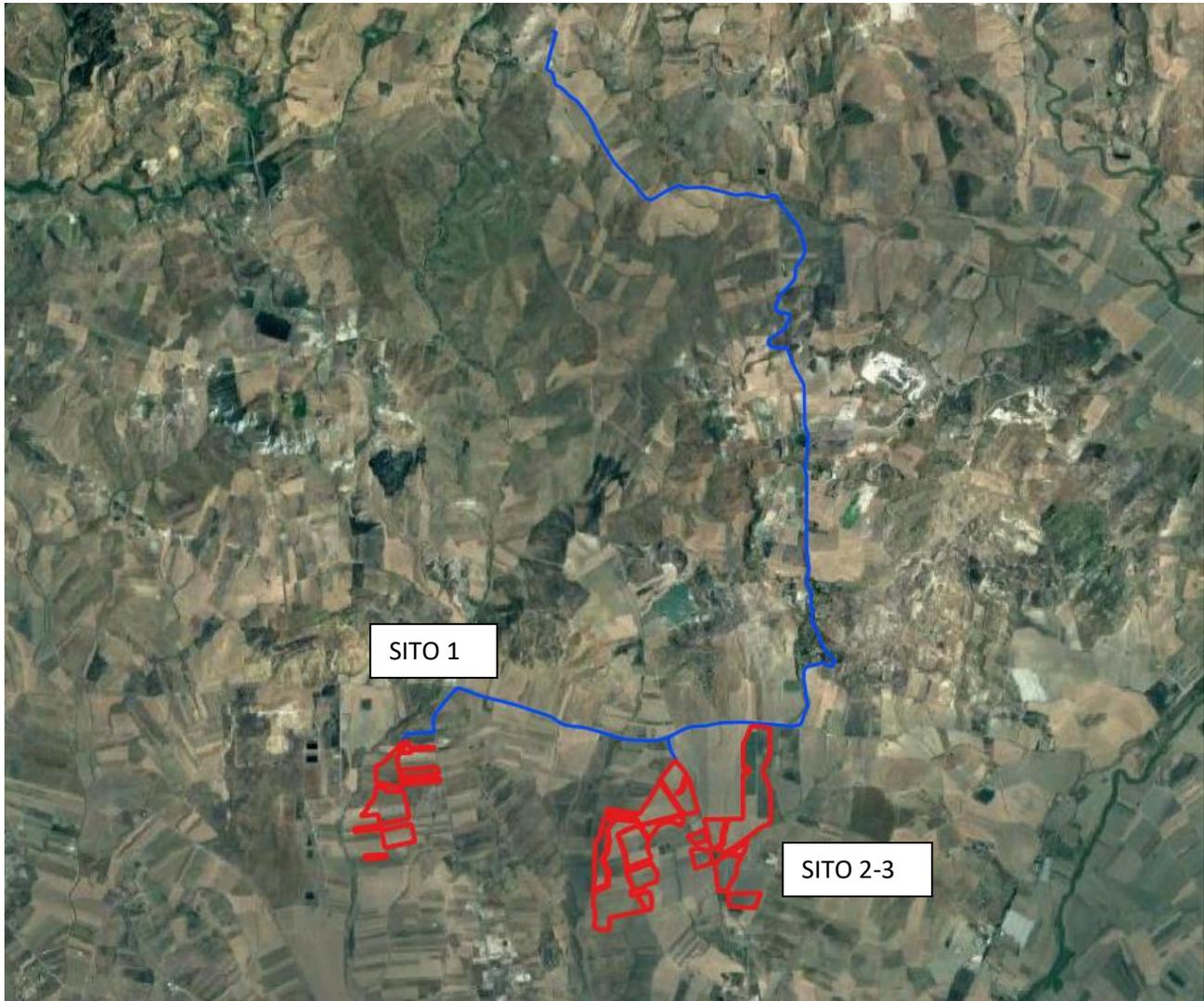


Figura 5 – Inquadramento campi FV e cavidotto esterno su ortofoto

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

In Tabella 2 è riportata la consistenza di ciascun campo, in termini di potenza nominale e di numerosità dei principali componenti installati.

Tabella 2 - Numerosità dei principali componenti d'impianto

Campo FV	Moduli FV	Inverter	Tracker	Cabine trasformazione BT/MT
1	23'946	48	921	4
2	68'874	132	2'649	11
3	52'884	108	2'034	9

La potenza nominale complessiva dell'impianto fotovoltaico, determinata dalla somma delle potenze nominali di ciascun campo, è pari a 83,05128 MWp, mentre la potenza in immissione nella RTN è determinata dalla potenza indicata sulla STMG, ed è pari a 100 MW.

Presso il confine Nord del campo fotovoltaico n° 2 sarà posizionata la cabina di smistamento MT principale, presso la quale sarà ubicato il punto di arrivo dell'elettrodotto MT principale e il quadro di media tensione dal quale si dipartono cinque linee in media tensione a 36 kV, 3 dirette verso i campi fotovoltaici e 2 per alimentare il sistema di accumulo.

L'impianto sarà infatti integrato da un sistema di accumulo costituito da batterie al Litio (tecnologia Litio-Ferro-Fosfato) e relative apparecchiature elettroniche, da 30MW / 60MWh, per una potenza in immissione nella RTN complessiva pari a 100 MW: un paragrafo all'interno di questa relazione ed una relazione dedicata descriveranno nello specifico il sistema di accumulo

In uscita dalla cabina MT principale sarà previsto un cavidotto in Media Tensione a 36kV che arriverà sino alla nuova SE condivisa di trasformazione 36/150kV.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.6 Configurazione campo FV

All'interno di ciascun campo fotovoltaico sarà posizionate una cabina di smistamento di media tensione, dotata di opportune protezioni elettriche, alla quale saranno collegati, con configurazione radiale, le cabine di trasformazione in gruppi di massimo cinque per ciascuna linea radiale.

Per ciascun campo FV sono previste un numero variabile di cabine di trasformazione (da un minimo di una ad un massimo di undici), ciascuna delle quali è realizzata tramite soluzione containerizzata e contiene un trasformatore di potenza MT/BT e quadri elettrici in bassa e media tensione.

Per l'impianto FV in oggetto si prevede l'utilizzo di inverter di stringa, installati direttamente in campo in prossimità delle stringhe di moduli FV ad essi afferenti, a ciascuno dei quali possono essere collegate fino ad un massimo di 21 stringhe di moduli FV. Ad ogni cabina di trasformazione saranno collegati 12 inverter di stringa.

I moduli fotovoltaici, realizzati con tecnologia bifacciale ed in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, saranno collegati elettricamente in serie a formare stringhe da 26 moduli, e posizionati su strutture ad inseguimento solare mono-assiale, in configurazione a singola fila con modulo disposto verticalmente (configurazione 1-P).

L'utilizzo di tracker consente la rotazione dei moduli FV attorno ad un unico asse orizzontale avente orientazione Nord-Sud, al fine di massimizzare la radiazione solare captata dai moduli stessi e conseguentemente la produzione energetica del generatore FV.

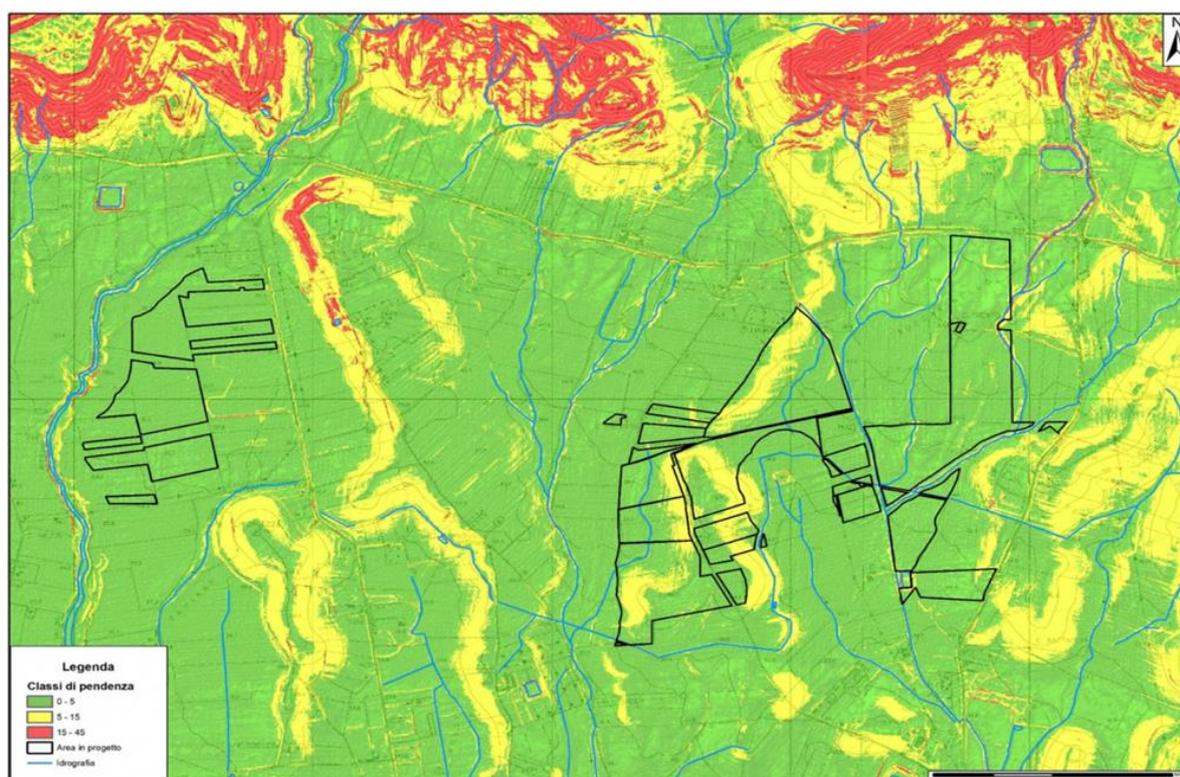
00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.7 Definizione del layout

Il layout di ciascun campo FV è stato definito, nel pieno rispetto dei vincoli paesaggistici e territoriali, al fine di ottimizzare lo sfruttamento della radiazione solare incidente e conseguentemente massimizzare la produzione energetica dell'impianto.

É stata condotta un'analisi delle pendenze del sito al fine di valutare la fattibilità tecnica dell'istallazione di pannelli fotovoltaici. Da quanto evidente nella figura sottostante, le pendenze rilevate quasi mai superano valori più alti del 5%; in rari casi (Campo 2) i valori di pendenza registrati risultano compresi tra il 5% e il 15%.

Figura 6 - Inquadramento di progetto su Digital Terrain Model (DTM)



Si rimanda all'elaborato RS06EPD0020A0 - DETTAGLIO PENDENZE DI CAMPO.

Sono state ricercate possibili interferenze interne all'impianto (linee elettriche, coltivazioni di valore, strade etc.) mantenendo un opportuno buffer da esse.

La disposizione delle strutture di sostegno dei moduli FV, degli inverter e delle cabine elettriche è stata progettata in maniera tale da:

- Rispettare i confini dei terreni disponibili, realizzando le opportune opere di mitigazione ambientale lungo il perimetro di ciascun campo FV, posizionando la recinzione impianto ad una distanza interna minima di circa mt 10 dal confine di altra proprietà; in detta fascia viene collocata la fascia arborea e di impollinazione, occupando la porzione di fondo in prossimità della recinzione, rappresentando la barriera di mitigazione necessaria per minimizzare la visibilità dell'impianto dall'esterno, mentre la rimanente superficie è da gestire come area di vigilanza, prevenzione e repressione del fenomeno degli incendi;
- Minimizzare ombreggiamenti reciproci tra i filari di moduli FV, regolando opportunamente la posizione delle strutture di sostegno ovvero la distanza tra le stesse;

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

- Consentire l'installazione dei locali tecnici/cabine elettriche, rispettando i 5m richiesti secondo prescrizione VVFF ed allo stesso tempo senza generare ombreggiamenti sui moduli FV e lasciando libero un sufficiente spazio di manovra per gli automezzi sia in fase di costruzione che di esercizio e manutenzione dell'impianto.

In estrema sintesi, sono state considerate le fasce di rispetto dalle seguenti interferenze:

- La recinzione di campo FV sarà posizionata a 10 metri dai confini catastali di impianto; i pannelli saranno posizionati a non meno di 3,8 metri dalla recinzione in ogni suo punto;
- Strada Provinciale: 30 metri;
- Strade comunali locali e vicinali: 10 metri;
- Linee aeree in media tensione: 7 metri per lato;
- Condotta idrica interrata: 10 metri per lato;
- Impluvi e corsi d'acqua preesistenti: 10 metri per lato;
- Cabine di trasformazione: 5m.

Il Campo 2 e il Campo 3 risultano adiacenti alla Regia Trazzera n.427 denominata "Gela-Mazzarino con diramazione B° Piano del Gallo – B° Pileri (Mazzarino)", la cui demanialità è stata riconosciuta dal D.A. n.274/427 del 07/08/1954. Essendo la Regia Trazzera, nel caso specifico, identificabile nel codice strada D.lgs. 30 aprile 1992, n. 285 art 2 co 3 come "F. Strade locali", secondo DPR n. 495/1992 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada) all'art 26. (art. 16 Cod. Str.), il buffer da rispettare dal confine stradale nelle nuove costruzioni, non può essere inferiore a 10 metri. L'impianto risulta pertanto esterno al buffer di rispetto di 10 mt. Si rileva che il cavidotto MT interferisce col regio tratturo sopra citato, per due tratti di lunghezza di circa 100 m e 200 m per cui si provvederà ad effettuare scavi solo sulla sede stradale con il ripristino dello stato dei luoghi.

L'analisi condotta ha portato a definire l'area netta su cui insiste l'impianto, come indicato nella figura sottostante:

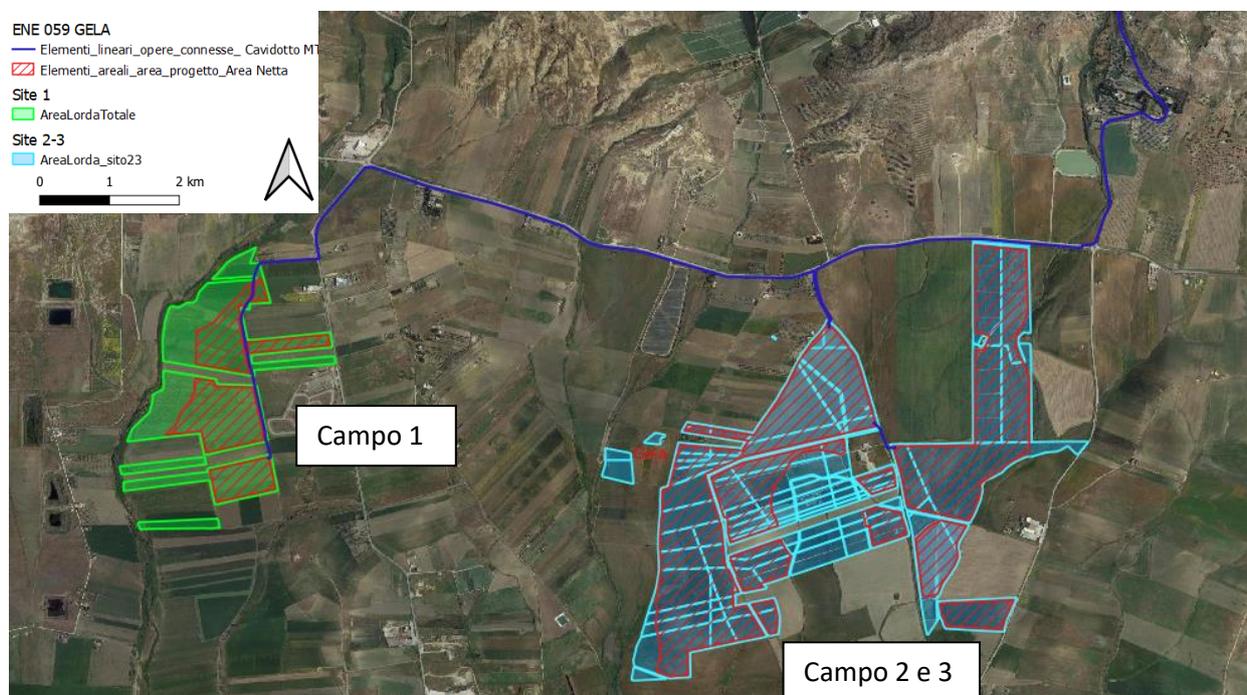


Figura 7 - Inquadramento aree di progetto "nette" e aree disponibili "lorde"

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Figura 8 - Layout d'impianto su Ortofoto

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.8 Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento elettrico dell'impianto di generazione fotovoltaico è stato effettuato sulla base delle indicazioni Normative vigenti ed alle caratteristiche elettriche dei componenti d'impianto nonché delle condizioni climatiche del sito di installazione.

I criteri di dimensionamento dei componenti principali sono ben dettagliati ed applicati nella Relazione dedicata *"Relazione Tecnica Elettrica e Meccanica"*.

Per quanto riguarda i criteri di dimensionamento dei cavi elettrici, essi sono ben dettagliati ed applicati nella relazione dedicata *"Relazione di Calcolo Dimensionamento Cavi CC, BT, MT e AT"*.

Si descrivono i criteri di dimensionamento dei componenti principali affrontati:

- Tensione di isolamento CC;
- Corrente di stringa;
- String Box: tensione, corrente di ingresso e corrente di uscita;
- Corrente di string box;
- Inverter: tensione isolamento e range MPP, corrente ingresso per canale e totale;
- Tensione isolamento BT;
- Trasformatore MT/BT: potenza e rapporto di trasformazione
- Tensione isolamento MT;
- Quadro MT di Cabina di trasformazione: tensione e corrente nominale
- Corrente linee MT di campo;
- Quadro MT di Cabina di smistamento: tensione e corrente nominale
- Trasformatore AT/MT: potenza e rapporto di trasformazione
- Quadro MT di Cabina di SSE
- Impianto: rapporto potenza DC / potenza AC.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

2.9 Producibilità energetica

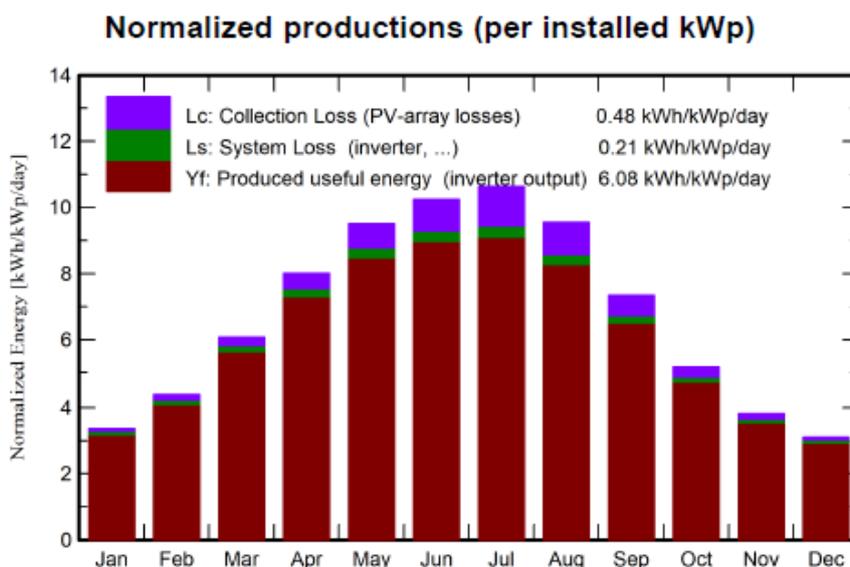
Al fine di stimare la producibilità energetica annua dell'impianto FV è stato utilizzato il software PVSyst (versione 7.2.8), software di riferimento per il settore fotovoltaico, diffusamente utilizzato e riconosciuto a livello internazionale come valido strumento per questo genere di simulazioni.

La disponibilità di radiazione solare costituisce il fattore di maggior rilevanza per conseguire una elevata produzione energetica e garantire la sostenibilità economica dell'iniziativa progettuale. Nella presente analisi, sono stati utilizzati i dati di radiazione solare contenuti nel database MeteoNorm 7.2, aggiornati alla data di stesura del progetto definitivo per la seguente località geografica:

- Gela: 37.11°N – 14.24°E

In seguito ad un'attenta analisi dell'orografia del sito considerato è stato possibile escludere la presenza di ombreggiamenti localizzati, inizialmente tramite l'ausilio di strumenti software e rilievi satellitari che sono stati confermati tramite sopralluoghi e rilievi altimetrici effettuati tramite drone (elaborato "Inquadramento generale piano-altimetrico").

Nella seguente tabella viene riportato l'andamento mensile della radiazione solare incidente sul piano dei moduli FV, considerando la configurazione impiantistica adottata per il presente impianto FV con particolare riferimento alla sezione con tracker (sezione più ampia):



	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²
January	78.4	31.07	11.90	104.1
February	93.1	37.84	11.54	121.4
March	144.1	54.64	12.84	188.1
April	182.9	63.01	15.38	240.1
May	225.9	68.47	18.44	294.8
June	235.3	65.31	21.95	307.3
July	250.1	59.13	24.88	329.6
August	223.3	57.26	25.33	296.2
September	166.4	51.81	23.36	220.1
October	122.6	45.57	20.29	160.5
November	86.1	32.92	16.73	114.2
December	72.6	29.50	13.15	96.5
Year	1880.7	596.53	18.02	2472.7

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Nel software PVSyst è stata quindi riprodotta la configurazione d'impianto adottata, inserendo informazioni geometriche relative alla disposizione dei moduli FV sulle relative strutture di sostegno e degli inseguitori mono-assiali all'interno dei terreni, nonché le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto (moduli FV ed inverter in primis).

Sulla base delle informazioni di input sopra menzionate, in termini di disponibilità di radiazione solare, caratteristiche ambientali del sito analizzato, e caratteristiche dei componenti, il software è in grado di stimare le principali voci di perdita energetica che vengono riscontrate durante il reale funzionamento dell'impianto FV.

Di seguito si riporta un elenco delle principali voci di perdite energetiche, suddivise per sezione (tracker-fix):

- Perdite per ombreggiamento: 1.76% - ovvero le perdite causate dall'ombreggiamento reciproco tra i filari di moduli FV. Si evidenzia come i sistemi di inseguimento solare mono-assiale utilizzati per il presente progetto implementino la strategia di inseguimento solare con "back-tracking", che verrà descritta più in dettaglio nel prosieguo della presente relazione, in grado di minimizzare tale voce di perdita;
- Perdite per ridotto irraggiamento: 0.13 % - tale coefficiente di perdite tiene conto dell'inevitabile decadimento di prestazioni dei moduli FV durante il funzionamento a livelli di irraggiamento inferiori rispetto al valore Standard (ovvero 1000 W/m²), in riferimento al quale è determinata l'efficienza nominale del modulo FV riportato nel relativo datasheet;
- Perdite causate dalla temperatura: 4.92 % - perdite causate dall'inevitabile decadimento delle prestazioni dei moduli FV durante il funzionamento a temperature superiori di 25°C, temperatura Standard di riferimento alla quale è determinata l'efficienza nominale di un modulo FV;
- Perdite per mismatch: 1,1% - ovvero le perdite causate dalle caratteristiche elettriche non perfettamente identiche dei moduli FV;
- Decadimento prestazioni moduli FV: 0.45 % - ovvero pari al valore comunicato, e certificato, dal produttore dei moduli FV (vedere data sheet);
- Perdite elettriche di distribuzione CC – 1 % @STC – ovvero le perdite sui cavi DC, valore calcolato con il dimensionamento cavi DC pari a 0,56%.
- Perdite elettriche di distribuzione AC (BT+MT+AT) – 0.9 % @STC – ovvero le perdite su tutti i cavi in alternata;
- Perdite elettriche nella trasformazione rete MT e AT – perdite nel ferro totali 0,2% @STC e perdite nel rame totali 1,2% - ovvero le perdite in tutti i trasformatori, valori imposti dai dati di targa dei rispettivi trasformatori, pari rispettivamente a 0,15 e 0,06% ferro, 0,8 e 0,35% @STC rame.
- Il consumo dei servizi ausiliari – 4W/kW (0,5%) – un consumo del 0,5% della potenza impegnata include i consumi di: sistemi ausiliari di cabina, sistemi ausiliari della centrale O&M, sistema di videosorveglianza, sistema di tracker, etc. È evidente che il valore di 650kW è eccessivo, ma è stato volutamente tenuto alto con l'intento di applicare un coefficiente di sicurezza della stima di producibilità.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

La producibilità energetica dell'impianto così stimata risulta essere pari a 184,26 GWh/anno, per il primo anno, ovvero 2'219 kWh/kWp, con un rendimento atteso pari a circa 89,7%.

Nell'elaborato dedicato *"Report di calcolo della stima producibilità impianto"* sono riportati i PVSyst report che sono stati generati per determinare questi risultati.

L'energia attesa prodotta negli anni successivi al primo dovrà tener conto: della perdita di prestazioni del modulo FV (pari -0,55% all'anno – vedere data sheet), della disponibilità dell'impianto che diminuisce con il passare degli anni per effetto di rotture e guasti dei vari componenti.

2.9.1 Risparmio combustibile ed emissione evitate

In questa sezione si vuole indicare calcolare l'impatto che questo progetto ha dal punto di vista di miglioramento ambientale

Il dato da cui partire per il calcolo di questi kg parte dal valore stimato di produzione di energia elettrica calcolato nel precedente paragrafo e pari a

184,26 GWh nel primo anno

Come riportato anche precedente paragrafo, l'energia attesa prodotta negli anni successivi al primo dovrà tener conto: della perdita di prestazioni del modulo FV (pari -0,45% all'anno – vedere data sheet), della disponibilità dell'impianto che diminuisce con il passare degli anni per effetto di rotture e guasti dei vari componenti.

I benefici ambientali si calcolano come risparmio di combustibile ed emissioni evitate in atmosfera.

Il risparmio di combustibile si misura come energia primaria, ovvero Tonnellate Equivalenti di Petrolio (TEP); si utilizza il fattore di conversione:

0,0116 TEP/MWh

E quindi i TEP risparmiati annui sono pari a:

$184'260 \text{ MWh} \times 0,0116 \text{ TEP/MWh} = 2'137,4 \text{ TEP nel primo anno}$

Calcoliamo le emissioni evitate in atmosfera di CO₂, SO₂, NO₂:

CO₂ → $184'260 \text{ MWh} \times 0,483 \text{ t/MWh} = 88'997,6 \text{ t nel primo anno}$

SO₂ → $184'260 \text{ MWh} \times 0,0014 \text{ t/MWh} = 257,9 \text{ t nel primo anno}$

NO₂ → $184'260 \text{ MWh} \times 0,0019 \text{ t/MWh} = 350,1 \text{ t nel primo anno}$

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3 Caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto

Nei seguenti paragrafi sono riportate le caratteristiche tecniche dei principali componenti d'impianto, ed in particolare:

- Moduli fotovoltaici
- Strutture di sostegno, suddivise in:
 - o Inseguitori mono-assiali (tracker)
 - o Strutture ad inclinazione fissa
- Inverter
- Cabine di trasformazione, con descrizione di:
 - o Quadro BT
 - o Trasformatore MT/BT
 - o Quadro MT
- Cabine di Smistamento;
- Sistema di Accumulo;
- Collegamenti, suddivisi in:
 - o Cavi BT
 - o Cavi MT

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici selezionati per il dimensionamento dell'impianto e per la redazione del presente progetto sono realizzati dal produttore Jinko Solar, modello JKM570N-72HL4-BDV, e presentano una potenza nominale a STC¹ pari a 570 Wp.

Ciascun modulo è composto da 144 mezze-celle realizzate in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, doppio vetro (frontale e posteriore) temprato ad elevata trasparenza e dotato di rivestimento anti-riflesso, cornice in alluminio, per una dimensione complessiva pari a 2'274 x 1'134 x 30 mm ed un peso pari a 32 kg.

I moduli sono costituiti da Silicio mono-cristallino con tecnologia bifacciale: le celle fotovoltaiche realizzate tramite questa innovativa tecnologia costruttiva sono in grado di convertire in energia elettrica la radiazione incidente sul lato posteriore del modulo FV. L'incremento di energia generata rispetto ad un analogo modulo tradizionale/mono-facciale è dipendente da molti fattori, primo fra tutti l'albedo² del terreno, e può raggiungere fino a +25% in casi particolarmente favorevoli. Nel caso del presente impianto, in considerazione delle caratteristiche del terreno e delle condizioni installative dei moduli FV, si ritiene conseguibile un guadagno in termini di energia prodotta compreso tra +5% e +10%, come peraltro confermato da svariate pubblicazioni scientifiche a livello internazionale³;

Questi ed altri accorgimenti consentono di raggiungere un elevato valore di efficienza di conversione della radiazione solare in energia elettrica, pari a 22.1%, con la possibilità di aumentare ulteriormente l'energia prodotta in funzione del contributo bifacciale.

In Tabella 3 vengono riportate le principali caratteristiche elettriche del modulo FV considerato.

Tabella 3 - Caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici

Modello modulo FV	JKM570N-72HL4-BDV	
	STC	NOCT
Potenza massima [Wp]	570	425
Tensione alla massima potenza – Vmpp [V]	42.32	39.21
Corrente alla massima potenza – Impp [A]	13.47	10.84
Tensione di circuito aperto – Voc [V]	51.01	48.15
Corrente di corto circuito – Isc [A]	14.25	11.51
Efficienza nominale a STC [%]	22.1%	
Temperatura di funzionamento [°C]	-40 – +85	
Tensione massima di sistema [V]	1500 (IEC)	
Corrente massima fusibili [A]	30	
Coefficiente di temperatura - Pmax	-0.30%/°C	
Coefficiente di temperatura - Voc	-0.28%/°C	
Coefficiente di temperatura - Isc	0.048%/°C	

¹ STC - Standard Test Conditions: irraggiamento solare 1000 W/m², temperatura modulo FV 25°C, Air Mass 1,5

² Rappresenta la frazione di radiazione solare incidente su una superficie che è riflessa in tutte le direzioni. Essa indica dunque il potere riflettente di una superficie.

³ "bifiPV2020 Bifacial Workshop: A Technology Overview" – E.Urrajola et al. – BifiPV 2020 Workshop"

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Si prevede di realizzare stringhe costituite da 26 moduli FV collegati elettricamente in serie per i moduli installati sui tracker mono-assiali.

Le stringhe saranno direttamente attestate alla sezione di input degli inverter di stringa, tramite connettori MC4 o similari.

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello del modulo fotovoltaico da installare sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità di moduli FV da parte dei produttori.

Le caratteristiche saranno comunque simili e comparabili a quelle del modulo FV precedentemente descritto, in termini di tecnologia costruttiva, dimensioni e caratteristiche elettriche e non sarà superata la potenza di picco totale dell'impianto (kWp).

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.2 Strutture di Sostegno – Inseguitori monoassiali

Le strutture di sostegno utilizzate sono:

N° strutture tracker mono-assiali (1x26)	5'298 strutture
N° strutture tracker mono-assiali (1x13)	612 strutture

Le strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker) consentono la rotazione dei moduli stessi attorno ad un singolo asse, orizzontale ed orientato Nord-Sud, in maniera tale da variare il proprio angolo di inclinazione fino ad un limite massimo di $\pm 55^\circ$ ed “inseguire” la posizione del Sole nel corso di ogni giornata. L’inseguimento solare Est/Ovest consente di mantenere i moduli FV il più possibile perpendicolari ai raggi solari, massimizzando la superficie utile esposta al sole e di conseguenza la radiazione solare captata dai moduli stessi per essere convertita in energia elettrica. Il guadagno in termini di produzione energetica, rispetto ai tradizionali impianti FV realizzati con strutture ad inclinazione fissa, è stimabile nel range $+10 \div +20 \%$.

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore ConvertItalia, in configurazione 1P, ovvero una fila di moduli posizionati verticalmente.



Figura 9 - immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 1P

Tutti gli elementi di cui è composto il tracker (pali di sostegno, travi orizzontali, giunti di rotazione, elementi di supporto e fissaggio dei moduli, ecc.) saranno realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo.

Tali strutture di sostegno vengono infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o in alternativa tramite avvitarmento, per una profondità di circa 2m. Non è quindi prevista la realizzazione di fondazioni in cemento o altri materiali. Tale scelta progettuale consente quindi di minimizzare l’impatto sul suolo e l’alterazione dei terreni stessi, agevolandone la rimozione alla fine della vita utile dell’impianto.

L’altezza dei pali di sostegno è stata determinata in maniera tale che la distanza tra il bordo inferiore dei moduli FV ed il piano di campagna sia non inferiore a 2,20 m (alla massima inclinazione dei moduli), al fine di consentire la conduzione di attività agricole al di sotto delle strutture stesse. Ciò comporta che la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 4.09m, sempre alla massima inclinazione.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Tabella 4 - Caratteristiche tecniche degli inseguitori mono-assiali

Tipologia di sistema ad inseguimento	Singolo asse orizzontale con backtracking
Angolo di tilt	0°
Angolo di azimuth	0-18°
Angolo di rotazione	±55°
Tipologia fondazioni	Pali infissi nel terreno
Temperatura di funzionamento	-10°C ÷ +50°C
Inclinazione massima del terreno	≤15° Nord-Sud, illimitata Est/Ovest

La distanza tra gli inseguitori (solitamente denominata *pitch*) per il presente progetto è pari a 5,5m, al fine di ottimizzare la produzione energetica a parità di consumo di suolo da una parte, e dall'altra di consentire il passaggio di un mezzo tra file successive per la conduzione di attività agricole nonché per le operazioni di manutenzione e pulizia moduli.

Sarà infine possibile posizionare in maniera automatica gli inseguitori ad una inclinazione idonea per consentirne l'ispezione ai fini di manutenzione nonché per il lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici.

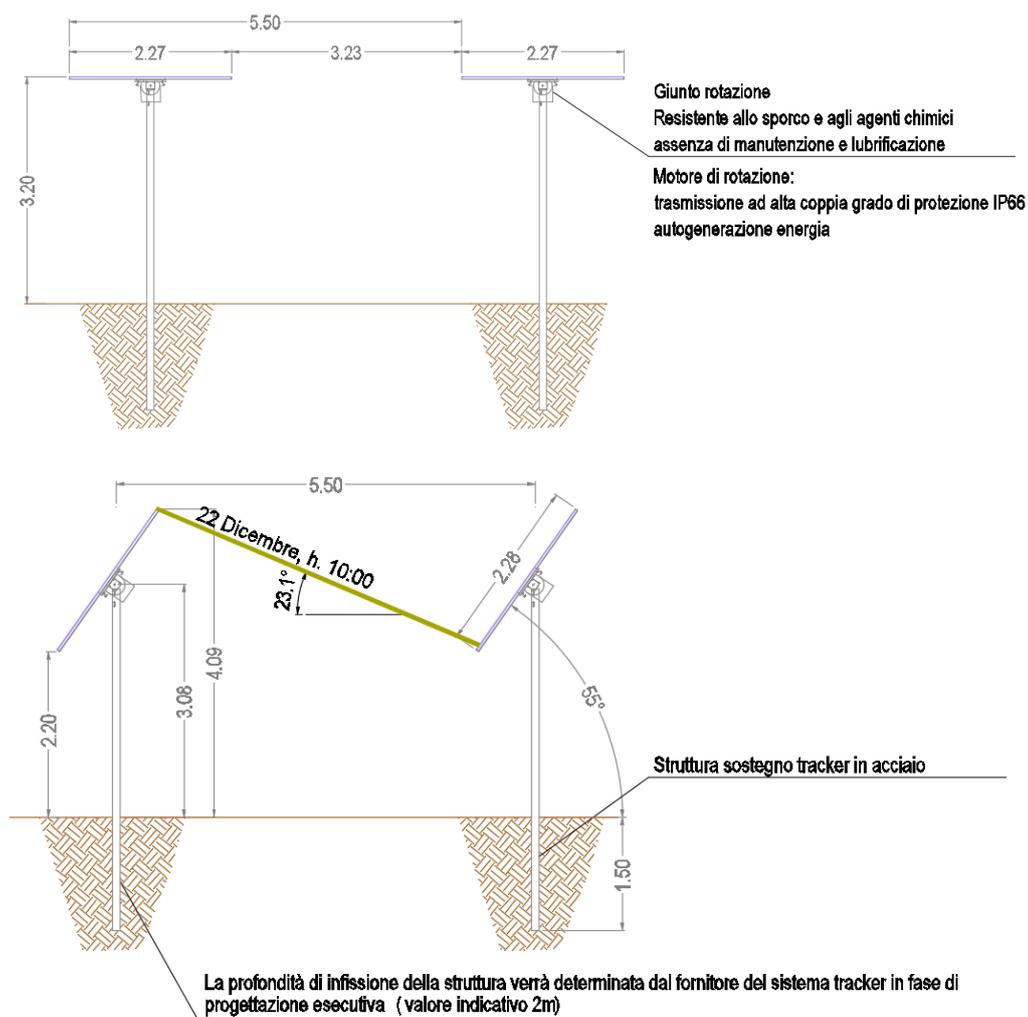


Figura 10 - Inseguitori mono-assiali: modalità di installazione e principali quotature

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.3 Inverter

Per il presente progetto è previsto l'impiego di inverter di stringa Sungrow, modello SG250HX, aventi una potenza nominale pari a 250 kW.



Figura 11 - Inverter di stringa Sungrow SG250 HX

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questo inverter sono compatibili con quelli delle stringhe di moduli FV ad esso afferenti, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita (800 V – 50 Hz) sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Gli inverter avranno in ingresso i cavi DC provenienti dalle stringhe; ogni inverter è in grado di ricevere fino a 24 input; gli ingressi in corrente continua saranno protetti tramite sezionatori mentre la sezione in corrente alternata sarà protetta tramite interruttore.

Gli inverter, aventi grado di protezione IP 66, saranno installati direttamente in campo configurazione "outdoor" e risultano adatti ad operare nelle condizioni ambientali che caratterizzano il sito di installazione dell'impianto FV (intervallo di temperatura ambiente operativa: -25...+60 °C).

Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche tecniche dell'inverter selezionato. Si ritiene opportuno sottolineare che la scelta definitiva del produttore/modello dell'inverter centralizzato sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità da parte dei produttori. L'architettura d'impianto non subirà comunque alcuna variazione significativa.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Tabella 5 – Principali caratteristiche dell'inverter selezionato

Type designation	SG250HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 500 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	30 A * 12
Max. DC short-circuit current	50 A * 12
Output (AC)	
AC output power	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Max. AC output current	180.5 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency	99.0 %
European efficiency	98.8 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1051 * 660 * 363 mm
Weight	99kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 2 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+App
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , optional 10mm ²)
AC connection type	OT/DT terminal (Max. 300 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4 Cabina di trasformazione

All'interno di ciascun campo saranno ubicate le cabine di trasformazione, realizzate in soluzione containerizzata, principalmente costituite da:

- Quadro BT
- 1 Trasformatore MT/BT;
- Quadro di media tensione;
- Quadro ausiliari.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in corrente alternata BT proveniente dagli inverter di stringa ubicati in campo, innalzarne il livello di tensione da BT a MT (da 800 V a 36 kV), collegarsi alla rete di distribuzione MT del campo al fine di veicolare l'energia generata verso la cabina di smistamento MT e successivamente verso la stazione elettrica di trasformazione MT/AT. In Figura 12 è riportato un layout preliminare di ciascuna cabina di trasformazione, nella quale è riportato il posizionamento dei principali componenti.

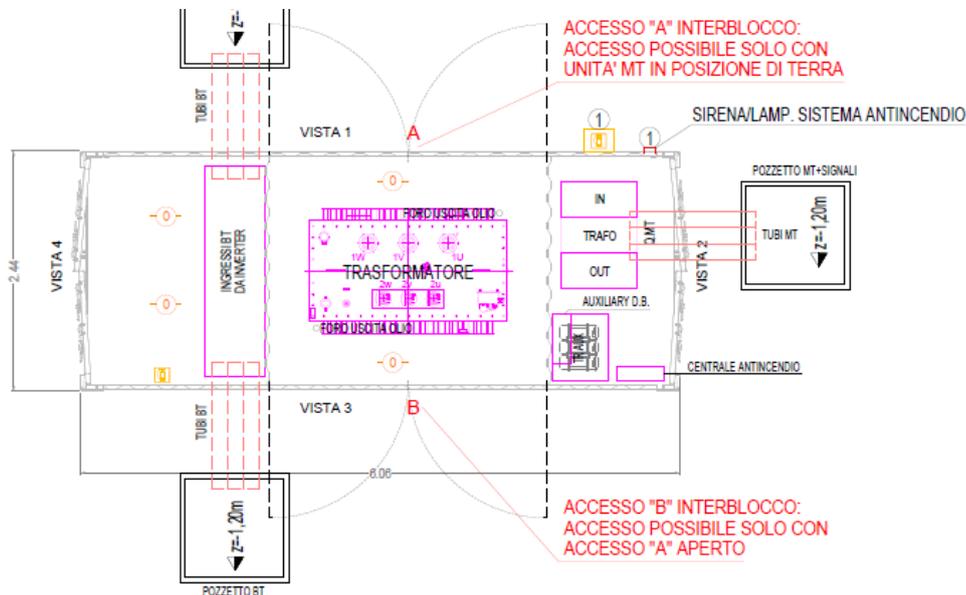


Figura 12 - Layout preliminare cabina di trasformazione BT/MT in configurazione skid

Saranno presenti cabine di una sola taglia, ovvero 3'000 kVA, a ciascuna delle quali risulteranno afferenti 12 inverter di stringa.

Le cabine di tipo container marino Hi-Cube da 20" ed hanno dimensioni approssimative pari a 6,06 x 2,89 x 2,44 m, e peso pari a circa 18 t, realizzate in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP54. Essendo tale cabina con un'apposita struttura prefabbricata, tale struttura (precaria) non necessita alcuna autorizzazione urbanistica accessoria.

Le cabine saranno situate in posizione baricentrica rispetto agli inverter di stringa ad essa afferenti, al fine di minimizzare la lunghezza dei cavidotti in bassa tensione e posate su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale, nonché la vasca di raccolta dell'olio del trasformatore. Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda al sovra-menzionato elaborato dedicato (*Particolare locali tecnici*).

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4.1 Trasformatore BT/MT

All'interno di ciascuna cabina sarà ubicato un trasformatore elevatore BT/MT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio.

Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate in Tabella 6 - Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche.

Tabella 6 - Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

Caratteristiche costruttive	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
Potenza	3'000 kVA
Gruppo vettoriale	Dy11y11
Tensione primario - V₁	36'000 V
Tensione secondario - V₂	800 V
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	6%
Perdite nel ferro	≤ 0,15%
Perdite nel rame	≤ 0,8%
Dimensioni	2,4x1,5x2,5 [m]
Peso – con olio	7 t
Peso – senza olio	5,35 t

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo naturale FR3, quindi caratterizzato da un minor impatto ambientale rispetto al più "tradizionale" olio minerale in quanto realizzato interamente con oli vegetali biodegradabili e con punto di fuoco molto più alto. Sono previsti non più di 1'850 litri di olio per ogni macchina. Ciascun trasformatore sarà installato sopra apposita vasca di fondazione per la raccolta oli, realizzata in cemento ed opportunamente trattata al fine di essere impermeabile agli oli stessi. La superficie in pianta della vasca, al netto dello spazio occupato dal trasformatore, sarà pari a 5m², ed avrà un'altezza pari a 0.4m, per un volume utile complessivo pari a 2m³.

In Figura 13 è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato all'interno di ciascuna cabina.



Figura 13 - Trasformatore BT/MT in olio

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.4.2 Quadro BT

Nella sezione in bassa tensione di ciascuna cabina di trasformazione saranno ubicati due quadri di parallelo (QPCA - 1000V – 2500A – 20kA) per la connessione in parallelo degli inverter di stringa. Ciascun QPCA sarà in grado di ricevere in ingresso fino a sei (6) inverter e sarà dotato di:

- interruttore di tipo scatolato (3Px2500A), motorizzato con funzione di protezione da sovracorrenti e sezionamento;
- Misuratore dell'energia generata;
- Scaricatore (classe 1+2) per protezione da sovratensioni;
- Relè di controllo della resistenza di isolamento (il sistema di distribuzione è IT);
- Dispositivo di generatore FV: n°6 interruttori manuali (3Px250A), ovvero un interruttore per ciascun inverter.

L'uscita di ciascun QPCA sarà quindi collegata al circuito secondario del trasformatore BT/MT.

3.4.3 Quadro MT

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto da tre unità:

- nr. 2 per l'attestazione dei cavi di MT sia lato rete che lato campo;
- nr. 1 per la protezione trasformatore MT/BT, con un relè di protezione dedicato per le protezioni:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente omopolare per la rimozione dei guasti monofase a terra (51N).

3.5 Sezione ausiliari

La sezione ausiliari sarà costituita un quadro in bassa tensione contenenti:

- Quadro di alimentazione sezione ausiliari;
- Trasformatori BT/BT (isolato in resina) di potenza nominale pari a 50 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- Un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione dei carichi della cabina di trasformazione, suddivisi in
 - Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
 - Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali.
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 2h@ 200 VA).

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-1600A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto dalle seguenti unità:

- nr. X partenze delle linee radiali, con X determinato dal numero di linee radiali in ingresso dal campo FV; questa unità serve per la protezione della linea in MT di ingresso ed è quindi accessoriata con un relè avente le seguenti protezioni MT:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67).
- nr. 1 partenza per la protezione del trasformatore ausiliari con sezionatore-fusibile MT;
- nr. 1 scomparto TV per l'alloggio dei trasformatori di misura di tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici di sbarra MT;
- nr. 1 scomparto partenza cavi MT che va verso la cabina MT di smistamento principale.

La sezione ausiliari sarà completata da un trasformatore MT/BT (resina E2C2F1, 36/0.4kV, installato nel locale tecnico di cabina) di potenza nominale pari a 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari, costituiti da:

- Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
- Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali;
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 12h@ 200 VA).

La cabina di smistamento MT principale avrà configurazione analoga alle cabine MT di campo FV, mentre il relativo quadro MT sarà composto dalle seguenti unità:

- nr. 5 partenze delle linee dirette verso campi FV e sistema di accumulo; questa unità serve per la protezione della linea in MT di ingresso ed è quindi accessoriata con un relè avente le seguenti protezioni MT:
 - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
 - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67).
- nr. 1 partenza per la protezione del trasformatore ausiliari con sezionatore-fusibile MT;
- nr. 1 scomparto TV per l'alloggio dei trasformatori di misura di tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici di sbarra MT;
- nr. 1 scomparto partenza cavi MT che va verso la cabina MT di smistamento principale.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.8 Sistema di Accumulo

Il Sistema di Accumulo è l'insieme di dispositivi, apparecchi e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo all'impianto di produzione Fotovoltaico.

Nello specifico caso il Sistema di Accumulo rilascerà l'energia elettrica accumulata in modo che la potenza immessa in rete non superi in nessun caso la potenza indicata da Terna nella STMG; in estrema sintesi il Sistema di Accumulo è caratterizzato dai seguenti dati nominali:

60 MWh – 30 MW_{AC}

Di seguito una descrizione essenziale degli elementi che costituiscono il Sistema di Accumulo:

- il Sistema di Accumulo sarà connesso in parallelo sul livello di Media Tensione ed in particolare nella cabina MT della Sottostazione di trasformazione AT/MT, con nr. 2 partenze linea MT dedicate;
- 2 linee MT costituiranno un sistema di distribuzione ad Anello Aperto con le sei cabine Power Container Station (di seguito PCS) del sistema di accumulo, per cui le unità MT di partenza nel quadro MT di Sottostazione AT/MT saranno scomparti interruttori con relè di protezione elettronica (prot. cod. ANSI 50/51, 67N);
- 10 cabine PCS essenzialmente costituite da:
 - Quadro Media Tensione (3 unità) 36kV-16kA-630A,
 - Trasformatore in olio AN=3'150kVA@40°C – 36/0,63[kV] – Dy11 – 6%,
 - Nr. 2 Inverter di conversione 4 quadranti, ognuno avente le seguenti caratteristiche: AN=1'732kVA@25°C e 1'575kVA@45°C – 1'000..1'500V_{DC} & 630V_{AC}-50Hz,
 - Sezione ausiliari per alimentare i servizi ausiliari del container PCS stesso e per alimentare i servizi ausiliari dei container batteria ad esso riconducibili;
- 10 quadri di parallelo DC per raggruppamento delle linee in ingresso/uscita dai container batterie che andranno ad alimentare il lato DC degli inverter di conversione;
- 12 container batterie al Litio, ognuno con una capacità fino a 5'184kWh – 1'152V_{DC};
- un sistema di supervisione centralizzato (Battery Management System – BMS), in grado di garantire la sicurezza del Sistema di Accumulo in ogni suo componente, sia in fase di funzionamento (carica/scarica) che di immagazzinamento.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.9 Elettrodotto MT esterno

La linea elettrica di trasmissione dell'energia generata tra il campo FV e la Sottostazione condivisa di trasformazione AT/MT sarà costituita da un elettrodotto interrato esercito in Media Tensione a 36 kV.

Il percorso del sovra-menzionato elettrodotto in MT si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a circa 10.6 km, ed è stato studiato al fine di minimizzare l'impatto sul territorio locale, adeguandone il percorso a quello delle sedi stradali preesistenti ed evitando ove possibile gli attraversamenti di terreni agricoli. Per ulteriori dettagli in merito al percorso del suddetto elettrodotto e alla modalità di gestione delle interferenze si rimanda all'elaborato dedicato.

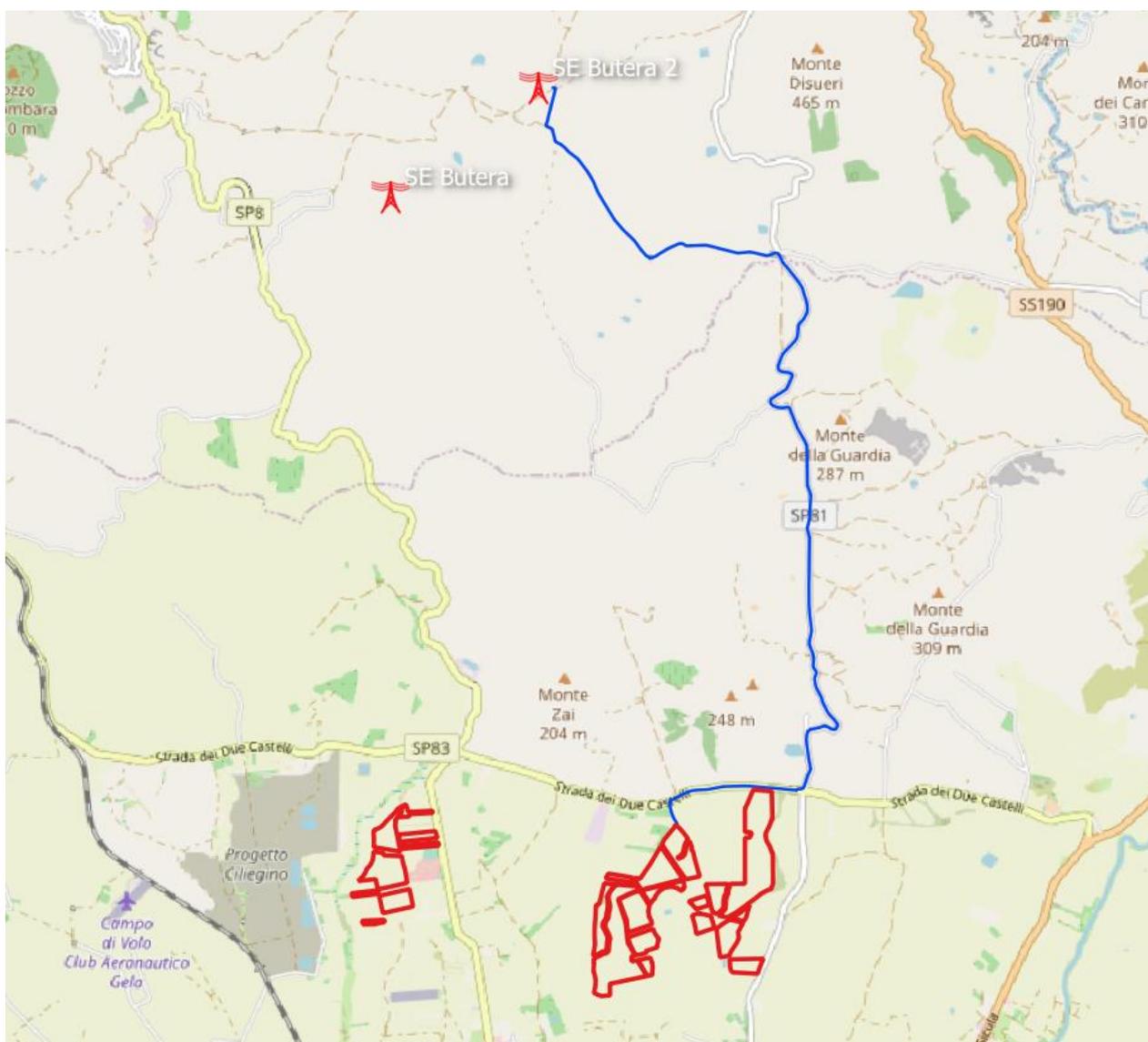


Figura 14 - Cavidotto MT esterno

Il cavidotto MT in uscita dal campo 1 e 2 è riportato graficamente nell'immagine sottostante.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

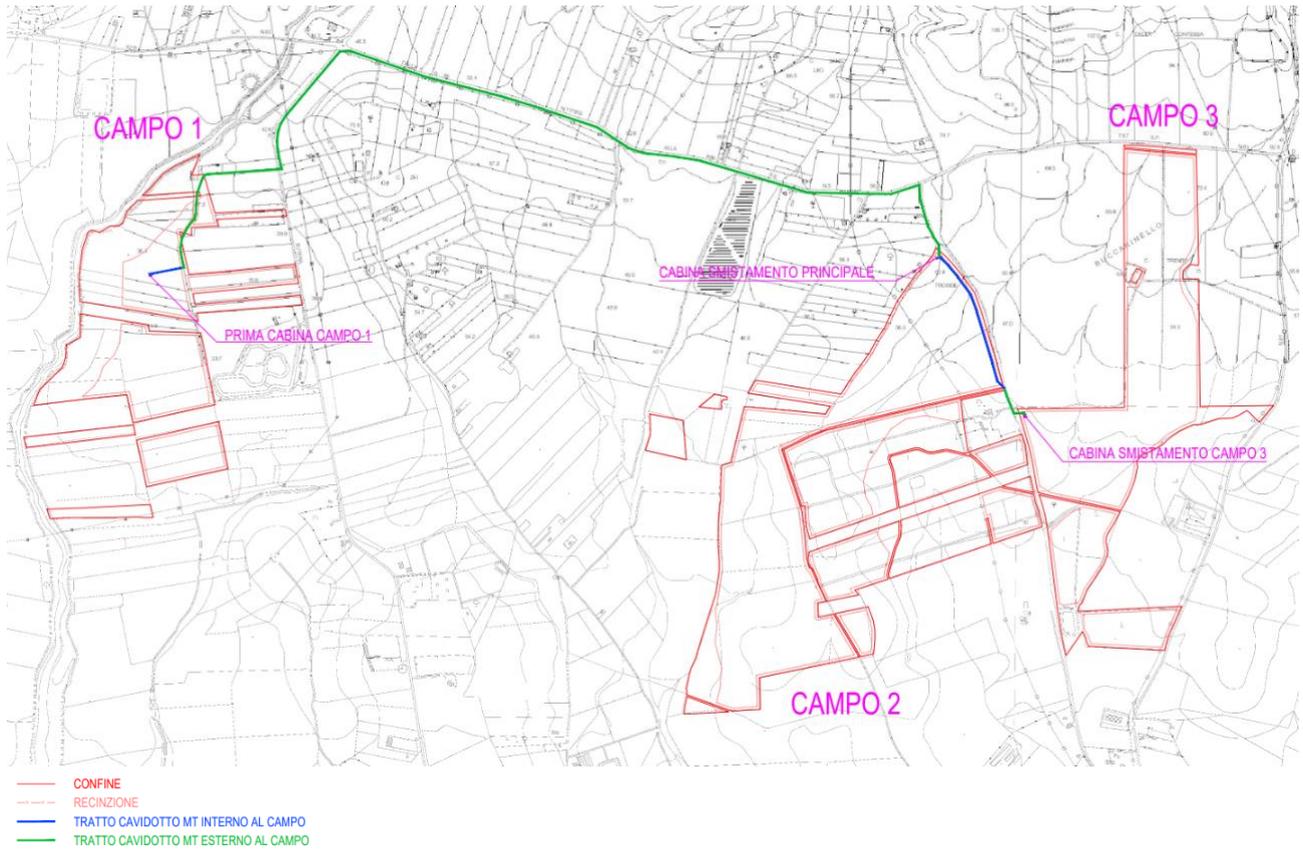


Figura 15 - Cavidotto MT esterno in uscita da campo 1 e 2

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.10 PTO

Il PTO è il Piano Tecnico delle Opere di connessione alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale), ovvero l'insieme di tutte le opere comprese dal Punto di Connessione del presente impianto FV, allo stallo AT all'interno della SE di trasformazione "Butera 2" di Terna, condiviso con altri impianti di produzione, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiaramonte Gulfi - Favara".

Le opere di connessione del presente progetto sono essenzialmente costituite da:

- Sottostazione Condivisa;
- Cavidotto AT, esercito a 150kV e di lunghezza pari a circa 300m;
- SE di trasformazione 150/220kV di Terna.

3.10.1 SE Condivisa

Al fine di condividere lo stallo in SE RTN a 150 kV con altri produttori, verrà realizzata un'area comune tra tre produttori. Tale area sarà costituita da un sistema a singola sbarra e da uno stallo arrivo/partenza linea AT interrata provvisto delle relative apparecchiature di sezionamento, interruzione protezione e misura. La connessione della SSE Utente - alla RTN sarà realizzato mediante collegamento in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV su una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/150 kV della RTN denominata "Butera 2", da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Chiaramonte Gulfi - Favara", previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori (mediante appunto l'Area Comune ai produttori).

La sottostazione condivisa sarà ubicata in posizione adiacente alla futura Sottostazione Terna, nel Comune di Butera (CL), ed interesserà una superficie pari a circa 5700 m².

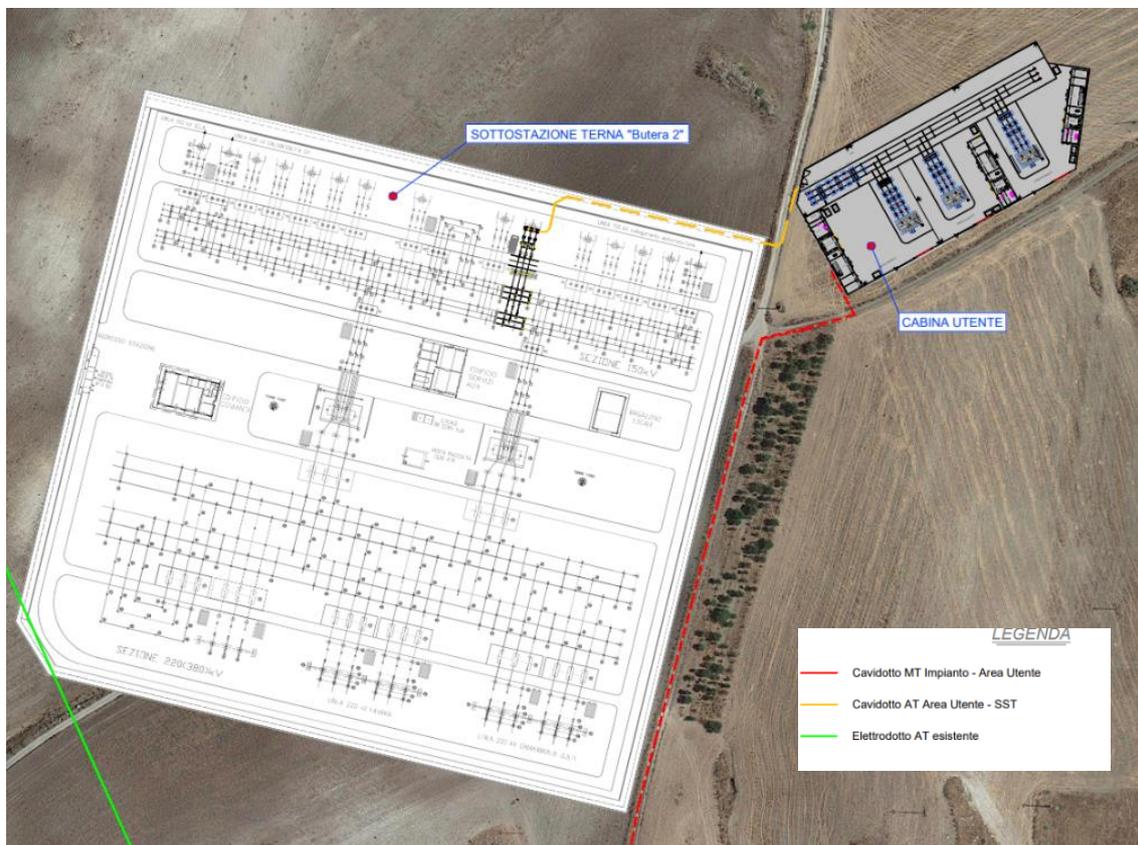


Figura 16 - Corografia con stazione MT/AT rispetto alla RTN e percorso del cavidotto in AT

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Di seguito è riportato il layout della sottostazione utente, con l'identificazione degli stalli assegnati.

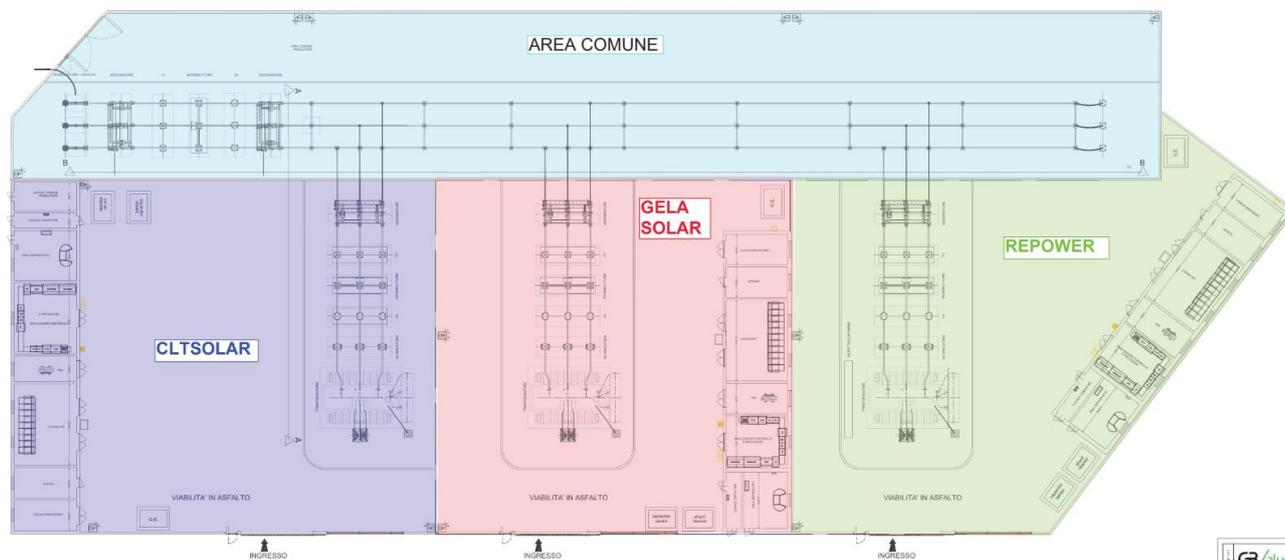


Figura 17 - Layout della sottostazione utente

La sottostazione Utente Produttore è quella riportata in centro ed è costituita essenzialmente da:

- Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione;
- Nr. 1 Trasformatore AT/MT di potenza pari a 100(120) MVA;
- Cabina Condivisa con le cabine consegna MT per i servizi ausiliari di SE Condivisa;
- Cabina di Sottostazione;
- Accessori (sistema antintrusione, illuminazione, protezione scariche atmosferiche, etc).

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.10.1.1 Componenti ed organi di manovra in Alta Tensione

I componenti ed organi di manovra in Alta Tensione e le loro funzionalità sono ben indicate dell'elaborato Schema Unifilare Generale, e riassumibili essenzialmente in:

- Sbarre AT con relativi isolatori di supporto a 150kV;
- N°1 stallo trasformatore dotato di:
 - Interruttore;
 - Trasformatori di corrente (TA) e di tensione (TV) induttivi;
 - Scaricatori di sovratensione;
- N°1 stallo generale di linea dotato di:
 - Interruttore;
 - TA e TV induttivi e capacitivi;
 - Scaricatori di sovratensione;
- Ciascuno stallo trasformatore e di linea in uscita sarà provvisto di sezionatore a doppia apertura laterale con lame di terra;

3.10.1.2 Trasformatori AT/MT

È previsto un trasformatore MT/AT da 100 (120) MVA.

Si riportano nella tabella seguente i dati di targa del trasformatore AT/MT:

Caratteristiche costruttive	ONAN / ONAF (Olio minerale)
Potenza	100 / 120 MVA
Gruppo vettoriale	YNd11
Tensione primario - V₁	150'000 V
Tensione secondario - V₂	36'000 V
Regolazione Tensione primaria	±12x1,25%
Frequenza nominale	50 Hz
V_{cc}	11%
Rendimento (indice PEI)	99,77%
Dimensioni	9,5 x 6,5 x 6 [m]
Peso	105t con olio 76t senza olio

Il massimo volume d'olio previsto per ciascuna macchina sarà non superiore a 35'000 litri.

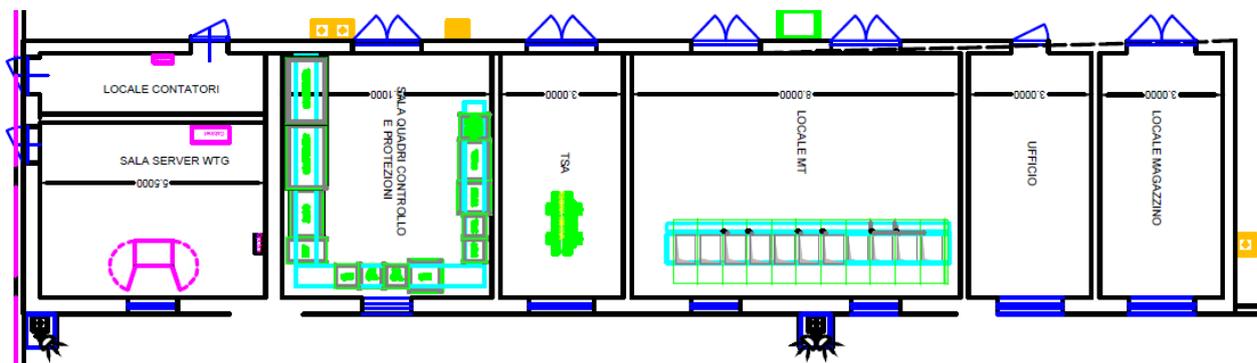
Il trasformatore sarà installato all'interno di apposita vasca di fondazione per la raccolta oli, realizzata in cemento ed opportunamente trattata al fine di essere impermeabile agli oli stessi.

La superficie in pianta della vasca, al netto dello spazio occupato dal trasformatore, sarà pari a circa 70m², ed avrà un'altezza pari a 0.7m, per un volume utile complessivo pari a 49 m³.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.10.1.3 Cabina di SE Condivisa

La cabina di SE Utente Produttore è essenzialmente costituita da 4 locali tecnici, di cui si riporta di seguito un estratto:



I locali sono:

- Sala di Controllo e protezione, dove saranno installati: il quadro di comando delle apparecchiature di AT, i relè di protezione AT, il contatore di energia ed il power plant controller, lo SCADA per la comunicazione con l'operatore di RTN e di supervisione dell'impianto di generazione, il quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di SE e QBatterie per garantire la continuità dei servizi ausiliari essenziali;
- Il Locale Media Tensione, dove è installato il quadro Media Tensione (QMT) che sarà classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-1'600A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l' Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.10.2 SE Smistamento 150/220kV

Il punto di connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) sarà nella nuova SE di Trasformazione Smistamento a 150/220kV denominata "Butera 2" che sorgerà nel Comune di Butera (CL).

Di seguito è riportato il lay-out di sottostazione, per ulteriori dettagli e quotature si rimanda agli elaborati ad essa dedicati all'interno della sezione PTO.

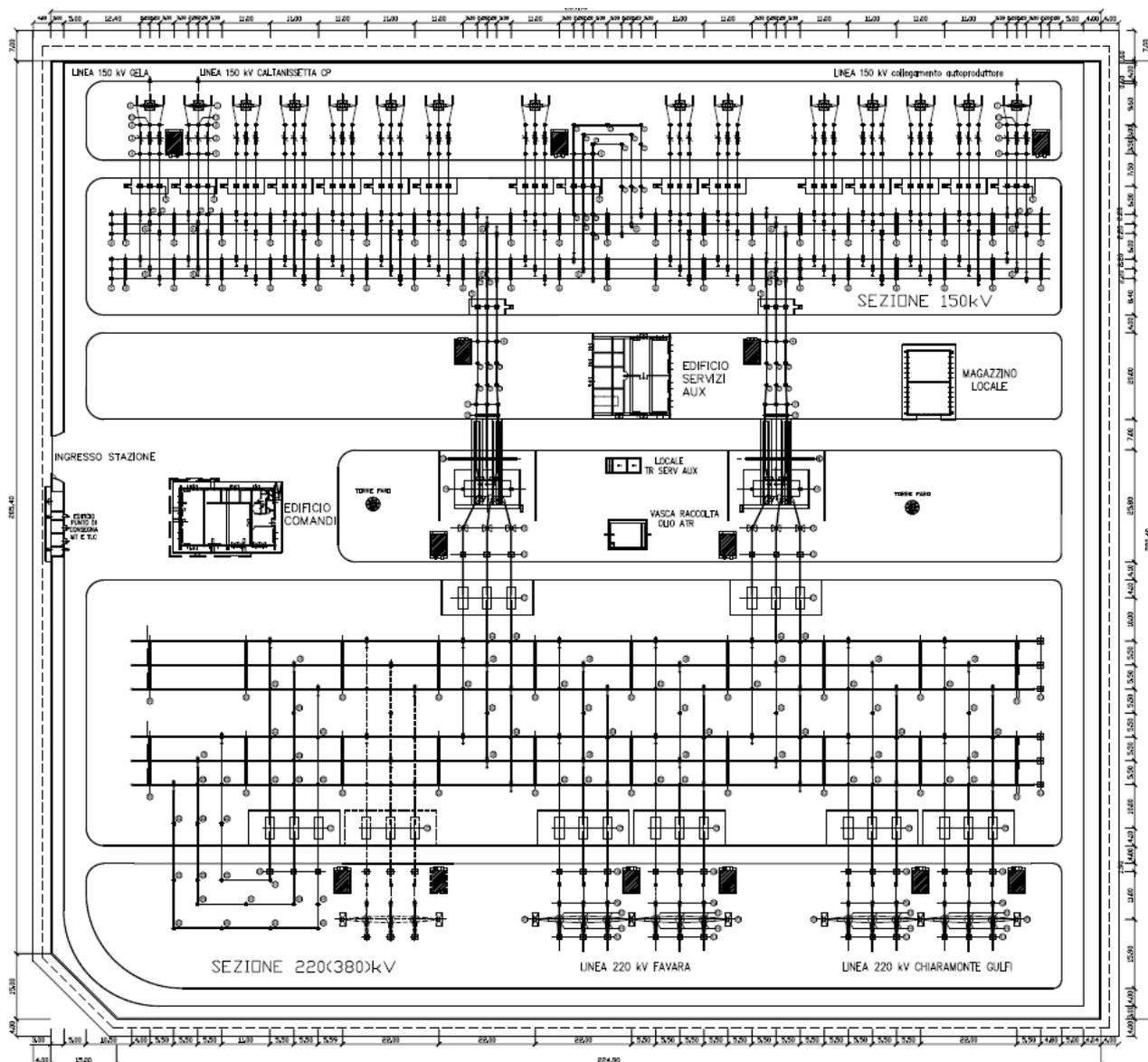


Figura 18 - Layout SE di smistamento 220 kV

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

3.11 Collegamenti elettrici

Il dimensionamento dei cavi eserciti in BT (in corrente continua) ed in MT (in corrente alternata), utilizzati per il trasporto di energia dai moduli FV alle cassette di parallelo stringa, quindi alle cabine di trasformazione, ed infine alle cabine di smistamento MT fino al punto di consegna, è stato effettuato tenendo conto dei seguenti criteri di verifica:

- verifica della portata di corrente e coordinamento protezioni;
- verifica della caduta di tensione;
- verifica della tenuta al corto circuito;
- verifica delle perdite.

Per i calcoli dettagliati relativi alle caratteristiche di cavi e cavidotti, nonché al dimensionamento dei cavi si rimanda agli specifici elaborati dedicati.

3.12 Protezioni elettriche

Protezione contro cto-cto

Per la porzione di rete elettrica in corrente continua, in caso di corto circuito la corrente (I_{sc}) è limitata a valori di poco superiori alla corrente di massima potenza (I_{mpp}) dei moduli fotovoltaici. Tali valori sono dichiarati dal costruttore e riportati sul datasheet del modulo FV. A protezione dei circuiti sono presenti, nelle cassette di stringa nonché nella sezione di input degli inverte centralizzati, appositi fusibili.

Nella sezione in corrente alternata la protezione è costituita da appositi interruttori automatici opportunamente dimensionati (per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati specifici).

Protezione dai contatti diretti

La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'implementazione dei seguenti accorgimenti:

- Installazione di prodotti con marcatura CE (secondo la direttiva CEE 73/23);
- Utilizzo di componenti con adeguata protezione meccanica (IP);
- Collegamenti elettrici effettuati mediante cavi rivestiti con guaine esterne protettive, con adeguato livello di isolamento e alloggiati in condotti porta-cavi idonei in modo da renderli non direttamente accessibili (quando non interrati).

Protezione dai contatti indiretti

Le masse delle apparecchiature elettriche situate all'interno delle varie cabine sono collegate all'impianto di terra principale dell'impianto.

Per i generatori fotovoltaici viene adottato il doppio isolamento (apparecchiature di classe II). Tale soluzione consente, secondo la norma CEI 64-8, di non prevedere il collegamento a terra dei moduli e delle strutture che non sono classificabili come masse.

Protezione dalle scariche atmosferiche

L'installazione dell'impianto fotovoltaico nell'area, prevedendo mediamente strutture di altezza contenuta e omogenee tra loro, non altera il profilo verticale dell'area medesima. Ciò significa che le probabilità della fulminazione diretta non sono influenzate in modo sensibile. Considerando inoltre che il sito non sarà presidiato, la protezione della fulminazione diretta è costituita da un'adeguata rete di terra che garantirà l'equipotenzialità delle masse.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Per quanto riguarda la fulminazione indiretta, bisogna considerare che l'abbattersi di un fulmine in prossimità dell'impianto può generare disturbi di carattere elettromagnetico e tensioni indotte sulle linee dell'impianto, tali da provocare guasti e danneggiarne i componenti. Per questo motivo gli inverter sono dotati di un proprio sistema di protezione da sovratensioni, sia sul lato in corrente continua, sia su quello in corrente alternata.

3.13 SCADA/monitoraggio

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di un sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) in grado di effettuare il monitoraggio del suo funzionamento al fine di verificare costantemente la corretta operatività dei suoi componenti e garantire i livelli prestazionali previsti in fase progettuale.

Esso sarà costituito fondamentalmente da:

- sensori e strumenti di misura ubicati in campo (ad es. centraline meteorologiche) e nei quadri elettrici ubicati all'interno delle cabine di trasformazione e smistamento;
- una rete dati, via cavo di segnale (RS485 e fibra ottica), per la lettura delle misure effettuate dai sovra-menzionati sensori, nonché di misure e segnali di allarme provenienti dalle apparecchiature dotate di sistema di comunicazione (es. protocollo ModBus RTU), quali:
 - Inverter di stringa: misure elettriche in CC e CA quali tensione, corrente, potenza, energia, frequenza, ecc. ed allarmi;
 - Tracker mono-assiali: posizione, consumo elettrico, allarmi, ecc.;
 - Trasformatori: misure elettriche, temperatura interna, stato protezioni, ecc.
 - Contatori energetici, centraline, ecc.
- PC industriali, ubicati presso ciascuna cabina di smistamento e trasformazione, in grado di gestire il flusso di dati, nonché di ricevere istruzioni provenienti dal gestore di rete o da operatore remoto e di inviare comandi ai principali componenti d'impianto (es. setpoint di funzionamento agli inverter);
- Server per la memorizzazione locale di tutti i dati acquisiti, nonché la trasmissione via internet degli stessi presso un server remoto, ubicato in un locale dedicato posizionato all'interno del prefabbricato "O&M + Security".

Presso ciascun campo FV sarà installata una stazione meteorologica dedicata, dotata di strumenti di misura (opportunamente certificati e tarati) in grado di acquisire i parametri necessari alla valutazione delle prestazioni energetiche del generatore FV tramite il calcolo dei principali indicatori prestazionali previsti dalla normativa di settore (IEC 61724-1/2/3).

Ciascuna stazione meteo comprenderà almeno i seguenti sensori:

- Piranometro a termopila per la misura dell'irraggiamento solare globale sul piano orizzontale;
- Piranometri a termopila installati in posizione solidale alle strutture ad inseguimento solare monoassiale per la misura dell'irraggiamento solare globale sul piano dei moduli FV;
- Sensore per la misura della temperatura ambiente (es. PT100);
- Sensori per la misura della temperatura di retro-modulo (es. PT100);
- Anemometro per la misura della velocità del vento dotato di banderuola per misura della direzione del vento;
- Sensori per misura di umidità dell'aria e pressione atmosferica.

Si prevede la realizzazione di un sistema software integrato in grado di consentire una visualizzazione organica di tutti i principali parametri operativi dei sovra-menzionati componenti, tramite apposito sinottico visualizzabile da operatore che consenta un efficace monitoraggio da remoto.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Lo SCADA sarà inoltre in grado di integrare gli allarmi provenienti sia dai singoli componenti (malfunzionamenti), che dagli impianti accessori dell'impianto FV, quale l'impianto antincendio e sistema anti-intrusione.

3.14 Impianti di sorveglianza / illuminazione

Al fine di garantire la non accessibilità del sito al personale non autorizzato e l'esercizio in sicurezza dell'impianto FV, ciascun campo sarà dotato di un sistema antintrusione.

I campi FV saranno recintati e ciascun punto di accesso sarà dotato di tastierino numerico per consentire l'accesso al solo personale autorizzato.

Il sistema di vigilanza sarà essenzialmente costituito da videocamere di sorveglianza posizionate:

- lungo la recinzione prevedendo una telecamera su ogni palo dedicato di altezza pari a 5m, ciascuna orientata in modo da guardare la successiva, posta ad una distanza massima pari a 70m, che dovrà essere il raggio d'azione della telecamera stessa. Ogni telecamera sarà inoltre dotata di sensore IR da ¼" per la visione notturna, con campo di funzionamento di circa 100m. Le videocamere saranno posizionate lungo la recinzione perimetrale di ciascun campo ad intervalli di 50÷70m;
- in prossimità di ogni cabina elettrica prevedendo una telecamera per poter controllare e registrare eventuali accessi alle cabine stesse.

Il sistema di vigilanza è completato da una postazione dotata di PC fisso, ubicata in un locale dedicato nel fabbricato adibito a "O&M e Security", tramite la quale sarà possibile visualizzare le video-registrazioni.

È prevista inoltre l'installazione di un sistema di illuminazione esterna perimetrale, costituito da lampade a LED (a basso consumo energetico, luce fredda) direzionali posizionate su pali, con funzione antintrusione, che si accenderà solo in caso di intrusione dall'esterno al fine di minimizzare l'inquinamento luminoso ed il consumo energetico. Un analogo sistema di illuminazione sarà previsto in corrispondenza delle cabine poste all'interno del campo FV.

Il sistema di illuminazione dell'impianto sarà compatibile con la normativa contro l'inquinamento luminoso in quanto sarà utilizzata per i corpi illuminanti la tecnologia led e saranno orientati in modo tale che la configurazione escluda la dispersione della luce verso l'alto e verso le aree esterne limitrofe

I fasci luminosi saranno diretti verso il basso, mentre i sensori di movimento del sistema di illuminazione saranno tarati in campo al fine di attivarsi esclusivamente con la presenza di entità significative (in termini di volume). Ciò consentirà all'impianto di non attivarsi per la maggior parte del tempo e non essendo attivato dalla presenza della fauna locale di piccola taglia (es. volpi, conigli, istrici etc.).

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4 Opere civili

La realizzazione del presente impianto FV comporta la necessità di eseguire alcune opere civili, necessarie per la sua costruzione, esercizio e manutenzione, che verranno descritte in dettaglio nei seguenti paragrafi.

4.1 Strutture di sostegno moduli FV

Tali strutture, le cui principali caratteristiche e modalità di funzionamento sono state descritte nel paragrafo dedicato, sono sostenute da pali metallici infissi a terra tramite battitura o avvitamento, quindi senza la necessità di realizzare fondazioni in cemento.

La profondità indicativa di infissione dei pali di sostegno è pari a 1...1,5m, comunque non oltre 1,5m. Il suo valore definitivo sarà tuttavia determinato caso per caso in funzione della specifica tipologia di terreno sottostante individuata tramite le apposite indagini geologiche.

Tutti gli elementi della struttura, inclusi i sistemi di fissaggio/ancoraggio dei moduli fotovoltaici, sono realizzati in acciaio galvanizzato a caldo in grado di garantire una vita utile delle strutture pari a 30 anni.

4.2 Cabine e prefabbricati

Le cabine e gli edifici prefabbricati previsti per l'impianto FV in oggetto saranno delle seguenti tipologie:

1. Cabina MT di smistamento (meglio descritta in questa stessa relazione nei paragrafi precedenti);
2. Cabina di trasformazione (meglio descritta in questa stessa relazione nei paragrafi precedenti);
3. Cabina adibita a magazzino;
4. Prefabbricato "O&M + Security".

Le cabine saranno realizzate in soluzioni containerizzate, con container marini di tipo HiCube da 40" per le cabine MT di campo e le cabine adibite a magazzino (12,2 x 2,44 x 2,9m), mentre da 20" per le cabine di trasformazione (6,1 x 2,44 x 2,9m).

Entrambe le soluzioni richiederanno apposite fondazioni, costituite da una base in cemento e da plinti parzialmente interrati, nelle quali saranno inoltre previsti appositi vasche per il passaggio dei cavi di potenza e segnale ed eventuale vasca di raccolta dell'olio del trasformatore. Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico dedicato.

Il prefabbricato "O&M + Security", con tipologia strutturale a monoblocco ad un unico piano fuori terra, occuperà una superficie pari a 60 mq (12m x 5 m) e altezza pari a circa 3m, poggiando su una soletta di 30 cm di spessore realizzata in cemento e avente dimensioni 14,5m x 7m, a sua volta posizionata su uno strato di 30 cm di terreno compattato, per una sporgenza complessiva dal piano del terreno di 60 cm.

All'interno di tale prefabbricato sarà ubicata la "sala controllo" tramite la quale accedere e consultare le informazioni provenienti dallo SCADA d'impianto, nonché la "sala security" per l'accesso alle telecamere di sorveglianza ed alle relative video-registrazioni.

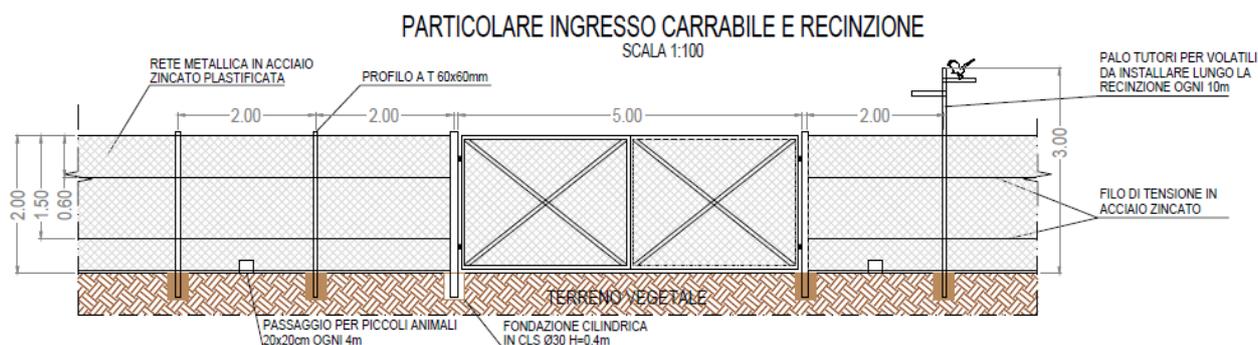
Per ulteriori dettagli in merito alle dimensioni nonché al layout interno del prefabbricato si rimanda al dedicato elaborato grafico "Particolare altri edifici".

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.3 Recinzione

Al fine di impedire l'accesso all'impianto FV a soggetti non autorizzati, l'intera area di pertinenza di ciascun campo sarà delimitata da una recinzione metallica, integrata con i sistemi di video-sorveglianza ed illuminazione precedentemente descritti. Essa costituisce un efficace strumento di protezione da eventuali atti vandalici o furti, con un minimo impatto visivo in quanto ubicata all'interno della fascia di mitigazione ambientale.

I particolari dimensionali delle recinzioni sono riportati nell'elaborato grafico "Sistema di sicurezza", di cui si riporta un estratto di seguito:



La recinzione perimetrale sarà costituita da una rete metallica in acciaio zincato, plastificata e di colore verde, mantenuta in tensione da fili in acciaio zincato posizionati lungo le estremità superiore e inferiore.

Il sostegno sarà garantito da pali verticali che saranno ancorati al terreno tramite fondazioni cilindriche realizzate in CLS, infisse nel terreno per una profondità non superiore a 40cm.

L'altezza massima della recinzione sarà pari a 2 m, mentre ogni 4 m verrà posizionata un'apertura 20x20cm a livello del suolo al fine di consentire il libero transito alla fauna selvatica di piccole dimensioni.

In prossimità dell'accesso principale di ciascun campo sarà predisposto un cancello metallico per gli automezzi avente larghezza di 5 m e altezza 2 m, e uno pedonale della stessa altezza e della larghezza di un metro e mezzo.

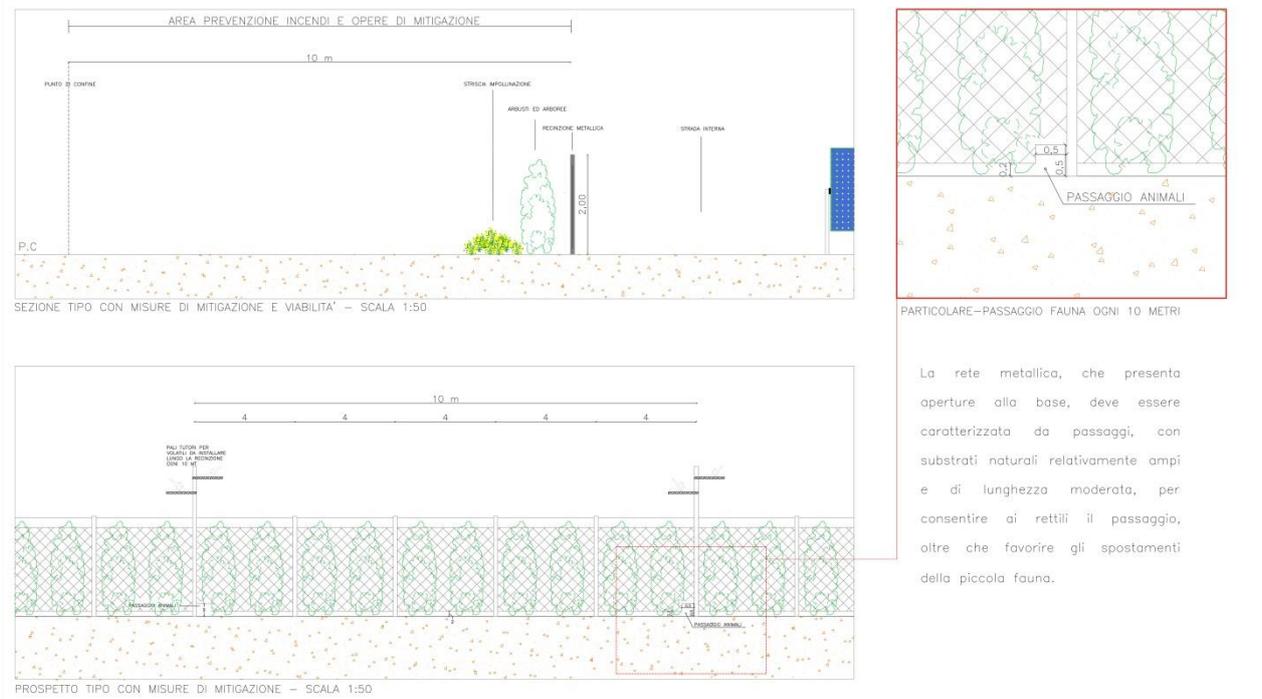
Ogni 10m verrà previsto un palo speciale in sostituzione di quelli normalmente previsti, alto 3m con tutori per volatili.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.4 Mitigazione ambientale

Lungo l'intero confine perimetrale dei campi sarà realizzata una fascia di mitigazione ambientale di ampiezza pari a 10 metri con lo scopo di minimizzare la visibilità dell'impianto dall'esterno.

Tali fasce a verde verranno realizzate, secondo lo schema riportato in figura, da una consociazione arborea costituita da vegetazione autoctona o storicizzata, alternando in prossimità della recinzione, piante di alloro con piante di lentisco e tamerici.



Altri accorgimenti consistono nella realizzazione di aperture nella recinzione di passaggi per consentire il transito della piccola fauna, l'installazione lungo la recinzione di pali tutori per i volatili a distanza adeguata, la creazione di strisce ed aree di impollinazione, sia ai bordi della recinzione che nelle aree libere dall'impianto.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.5 Gestione agronomica del sito

Tutto il territorio preso in esame, ove risultano localizzati gli impianti, può considerarsi di pianura o lievemente sub pianeggiante.

Tale condizione garantisce un'adeguata esposizione solare durante tutto l'arco della giornata.

L'area del Campo 1 è investita totalmente a seminativo. Nell'area del campo 2 e 3, anch'essa a seminativo, si riscontrano limitate presenze, filari di impianti arborei, con poche piante di ulivo nella parte centrale; detti impianti arborei saranno mantenuti e allo stesso tempo costituiranno punto di riferimento per una corretta gestione agronomica delle aree.

In tutti i campi non sono presenti all'atto del sopralluogo aree agricole interessate da colture con produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C.).

Il territorio risente, dal punto di vista botanico e faunistico, dello stress connesso alle diffuse attività agricole precedentemente svolte oltre che dal pascolo. Riguardo alle risorse naturali della zona e della loro capacità di rigenerazione, queste sono state negativamente influenzate dall'azione congiunta del pascolo e della manomissione meccanica per via delle attività agricole svolte sempre più spesso invasive.

Il progetto prevede, come anticipato, la **delimitazione dei campi con fasce a verde**, la creazione di **strisce ed aree di impollinazione, sia ai bordi della recinzione che nelle aree previste dell'impianto**. Queste produrranno bacche e fiori e favoriranno la nidificazione, in armonia con essenze arboree esistenti sempre autoctone, avendo cura di mitigare gli effetti della recinzione, la cui altezza media si attesta in mt 2.

Le fasce di impollinazione saranno costituite da essenze spontanee, effetto della rinaturalizzazione e da essenze messe a dimora intenzionalmente, quali le officinali in genere oltre che prevedere lavanda e rosmarino (nelle diverse varietà ed habitus vegetazionali).

Relativamente alle aree **ove insistono le strutture di sostegno dei moduli FV sarà effettuata la semina di essenze erbacee** che possano garantire da un lato la tenuta dei terreni per limitare quanto più possibile i fenomeni erosivi e di dilavamento, dall'altro mantenere alto il tenore di sostanza organica.

Il progetto prevede che le file dei pannelli siano distanziate tra loro in modo da permettere il passaggio dei raggi solari e consentire il passaggio delle macchine agricole, per agevolare le attività di gestione agricola e la trinciatura del cotico erboso secondo le buone pratiche di gestione del suolo.

Le **aree perimetrali** verranno realizzate, in parte con **alloro**. L'impianto dello stesso prevede la gestione agronomica anche ai fini economici, potendo in tal senso raccogliere, anche in parte, durante tutto l'anno, le sue foglie, il cui uso in cucina si presta bene ad integrarsi con altre essenze aromatiche, essendo un profumato ingrediente.

La **consociazione arborea-arbustiva**, costituita da vegetazione autoctona, **Pistacia lentiscus e tamerix**, popolamenti, tipologia **Salici e Pioppi**, ed in parte da **ulivi**, associate anche a **rosmarino e lavanda**, costituiranno le produzioni agricole per l'intera superficie agricola interna ai campi, mentre con riferimento alle fasce perimetrali saranno integrate con altre essenze in seguito indicate, da porre a dimora nelle aree che costituiscono fasce di rispetto, ai sensi dell'art 142 lett. B D.lgs 42.04, in prossimità di fiumi e torrenti o aree di vincolo, nei 150 mt, che risultano liberi da impianti, in cui si prevedono altresì, taberinto, corbezzolo, erica arborea, euforbia, calicotome e palma nana.

Nelle **aree interne all'impianto** è mantenuta l'attività agricola per come anticipato con la coltivazione di **filari di rosmarino**, alternando le aree con altri **filari di lavanda** sempre gestita agronomicamente, determinando conseguenze positive anche al contesto paesaggistico. **Nelle aree lasciate libere dai pannelli fotovoltaici**,

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

esterni ai campi di coltivazione saranno messi in atto **interventi di naturalizzazione con le essenze sopra richiamate** evitando l'impermeabilizzazione; saranno favoriti la persistenza, l'evoluzione e lo sviluppo, il potenziamento e il restauro ambientale delle formazioni vegetali e la loro ricostituzione con specie vegetali indicate proprie della vegetazione naturale dell'ambiente di riferimento.

Le essenze erbacee che verranno integrate con quelle spontanee, nelle porzioni alle stesse destinate, tra le file dei pannelli, saranno costituite da miscugli di graminacee e leguminose, quali: veccia, trifoglio subterraneo e sulla, che consentono anche un alto valore di azoto fissazione. In ogni caso la ramificazione delle radici rappresenta la componente essenziale per garantire l'aerazione del suolo agrario e la circolazione d'acqua.

Il sistema agrivoltaico proposto sarà 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 praticate e la continuità delle attività agricole.

Il sistema agrivoltaico sarà dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consentirà di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Il primo obiettivo nella progettazione dell'impianto agrivoltaico è senz'altro quello di mantenere e creare le condizioni necessarie per non compromettere dell'attività agricola e di allevamento, garantendo, al contempo, una sinergica ed efficiente produzione energetica. Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali. In particolare, nel presente progetto è garantito il rispetto di almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola ($S. agricola \geq 0,7 \cdot Stot$) oltre che della percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR), per come riportato nel doc nr. RS06REL0019A0 – RELAZIONE AGRONOMICA E DELLE OPERE DI MITIGAZIONE A VERDE per ulteriori approfondimenti.

Le azioni intraprese con il nostro progetto, **escludono categoricamente l'uso di agrofarmaci e fertilizzanti di sintesi**, facendo sì, di non arrecare in alcun modo danni al suolo fertile riscontrato nei fondi di nostro interesse.

In prossimità della centrale fotovoltaica, secondo le migliori tecniche di coltivazione, si è previsto di abbinare la **realizzazione di un apiario** che sarà ubicato nella parte ove porre a dimora essenze tipiche della vegetazione autoctona e/o storicizzata, prima richiamate e gestite secondo il successivo piano di manutenzione. Nella scelta complessiva delle specie sono state indicate e favorite quelle maggiormente appetibili per i pascoli apistici. Sarà privilegiata la possibilità di collocare arnie con utilizzo di api autoctone, in primis Apis mellifera sicula o ape nera, al fine di mantenere la trasmissione genetica delle specie.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.6 Viabilità interna

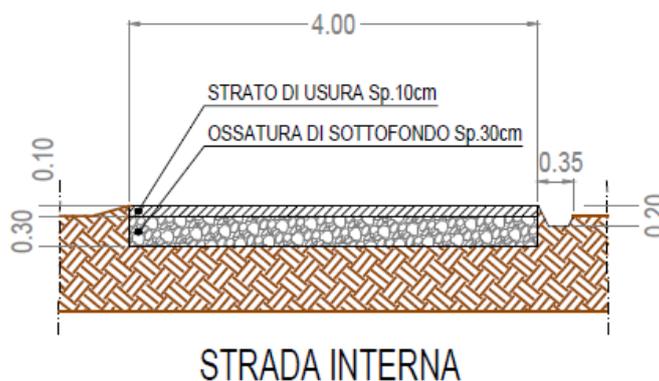
Al fine di garantire l'accessibilità dei mezzi di servizio per lo svolgimento delle attività di installazione e manutenzione dell'impianto, verrà predisposta una rete di viabilità interna.

Le strade di servizio saranno sia perimetrali che interne ai campi stessi, ed il loro posizionamento è stato studiato in considerazione dell'orografia e della conformazione dei terreni disponibili, in maniera tale da evitare raggi di curvatura troppo "stretti" o pendenze elevate che potrebbero comportare rischi per la sicurezza per la circolazione degli automezzi in fase di installazione (es. posa delle cabine elettriche) e manutenzione (es. verifica inverter o pulizia moduli FV). Lungo i bordi delle strade di servizio verranno interrate le linee di potenza (BT e/o MT) e di segnale.

Le strade di servizio saranno ad un'unica carreggiata e sarà assicurata la loro continua manutenzione. La larghezza delle strade viene contenuta nel minimo necessario ad assicurare il transito in sicurezza dei veicoli, e per il presente progetto è stata stabilita pari a 4 metri, mantenendo su ciascun lato una distanza dalle strutture dei moduli FV non inferiore ad un metro.

Al fine di minimizzare l'impatto sul terreno, la viabilità interna all'impianto sarà realizzata in terra battuta, con uno spessore pari a 10 cm posizionato su uno strato di pietrisco di spessore pari a 30 cm per facilitare la stabilità della stessa.

Per ulteriori dettagli in merito al posizionamento delle strade interne ad ogni campo FV si rimanda agli specifici elaborati grafici "Tavola della viabilità interna e Sistema di Drenaggio".



00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.7 Livellamenti e movimentazione di terra

Prima di procedere all'installazione dei vari componenti d'impianto, sarà necessario effettuare alcune attività di preparazioni dei terreni stessi.

In primis, verrà effettuata una sistemazione e pulizia dei terreni, accompagnata dalla rimozione di eventuali arbusti secchi, oltre che delle pietre superficiali, queste ultime saranno collocate in aree idonee per la realizzazione di nicchie ecologiche, che associata alla vegetazione prevista creare un *continuum anche vegetazionale* perfettamente integrato.

La scelta progettuale di utilizzare strutture di sostegno dei moduli FV a palo infisso e senza fondazioni consentirà di minimizzare la necessità di livellamenti localizzati. Tali livellamenti saranno invece necessari per le sole aree previste per il posizionamento delle cabine (soluzione containerizzata o prefabbricata) descritte al precedente paragrafo 4.2.

Si sottolinea come gli interventi di livellamento localizzati saranno minimi ed ottimizzati in fase di direzione lavori. Si tratterà di lievi profilature o livellamenti, al fine di garantire una pendenza del terreno tale da poter installare le strutture di sostegno.

Per quanto attiene alla stima dei volumi di scavo necessari per la realizzazione delle opere in oggetto di rimanda all'elaborato dedicato "*Calcolo superfici e volumi*".

Nessun intervento di profilatura o livellamento verrà eseguito nelle aree con vincolo paesaggistico.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

4.8 Cantierizzazione/realizzazione

La realizzazione dell'impianto sarà divisa in varie fasi. Ogni fase potrà prevedere l'impiego di uno o più macchinari (muletti, escavatrici, gru per la posa della cabine/container, ecc.), all'occorrenza cingolati al fine di poter operare senza la necessità di realizzare viabilità ad hoc con materiale inerte.

A questo proposito è opportuno precisare che non sono previsti interventi di adeguamento della viabilità pubblica preesistente al fine di consentire il transito dei mezzi idonei al montaggio e alla manutenzione.

La cantierizzazione dei terreni e l'esecuzione dei lavori sarà effettuata in fasi successive suddividendo i terreni in lotti, che saranno di volta in volta recintati verso l'esterno al fine di garantire la non accessibilità.

L'organizzazione delle aree cantierate (aree di deposito, impianti di cantiere, recinzioni, segnaletica) sarà effettuata secondo la specifica normativa di settore e come delineato all'interno del piano di sicurezza e coordinamento che sarà redatto in fase di progettazione costruttiva.

Per ulteriori informazioni in merito si rimanda all'elaborato dedicato "*Piano di cantierizzazione e ricadute occupazionali*".

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

5 Determinazione superfici complessive

Si riporta in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** un calcolo delle superfici e dell'indice di occupazione del terreno disponibile.

Tabella 7 - Riepilogo e totale superfici con calcolo indice di occupazione del terreno

Riepilogo e totale superfici		
Moduli FV	375.729	mq
Inverter di stringa	58	mq
Cabine di trasformazione BT/MT	610	mq
Cabina di smistamento MT	60	mq
Magazzino	268	mq
Sistema d'accumulo	995	mq
Totale	377.779	mq
Superficie lorda aree impianto	1.806.100	mq
Aree non utilizzabili	397.300	mq
Superficie netta	1.408.800	mq
Indice di copertura	26,8%	
Superficie SE Utente MT/AT	1.100	mq
Superficie SE Condivisa	5.700	mq

Per maggiori approfondimenti si rimanda all'elaborato RS06REL0003A0 – Calcolo superfici e volumi.

Il rapporto di copertura generale di progetto è pari a 26% del terreno disponibile per l'installazione dei moduli.

A tal proposito è bene precisare che, una volta posati i moduli, l'area sotto i pannelli resta libera e subisce un processo di rinaturalizzazione spontanea che porta in breve al ripristino del soprassuolo originario. Tale configurazione pertanto non sottrae fisicamente suolo, ma ne limita parzialmente le capacità di uso, impedendone ad esempio l'attività agricola - per quanto in maniera temporanea e reversibile - durante la vita utile dell'impianto.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

6 Gestione impianto / manutenzione

La conduzione dell'impianto fotovoltaico in condizione di regolare esercizio sarà di tipo non presidiato. Il sistema SCADA precedentemente descritto consentirà infatti di monitorare da remoto tutte le grandezze ed i parametri necessari per verificarne il corretto funzionamento, e di inviare segnali/comandi/setpoint di funzionamento ai principali componenti di impianto. Il controllo e monitoraggio dell'impianto sarà possibile anche in locale, ovvero tramite postazione PC ubicata nel prefabbricato "O&M + Security" precedentemente descritto.

L'intervento in campo è previsto per le varie attività di manutenzione ordinaria/programmata, con cadenze variabili in funzione della tipologia di attività da effettuare, di cui si riporta un elenco non esaustivo:

- Manutenzione del verde;
- Pulizia periodica della superficie frontale dei moduli FV, nonché dei sensori per la misura dell'irraggiamento solare;
- Controllo visivo dello stato di moduli FV e strutture di sostegno;
- Verifica e manutenzione periodica degli inverter di stringa, come prescritto dal produttore;
- Verifica e manutenzione dei quadri elettrici e della relativa componentistica;
- Controllo e manutenzione di cavidotti ed impianti di messa a terra;
- Controllo visivo, ed eventuale manutenzione, delle recinzioni e degli impianti anti-intrusione.

Solo in caso anomalie di funzionamento (es. allarmi rilevati da remoto) è previsto l'intervento in campo di ditte esterne specializzate.

Al fine di minimizzare i tempi di indisponibilità dell'impianto e massimizzarne la produzione energetica, si prevede di mantenere una minima scorta di parti di ricambio all'interno dei container adibiti a magazzino ubicati presso i campi FV.

Per ulteriori dettagli in merito alle attività di gestione e manutenzione dell'impianto si rimanda all'elaborato RS06REL0009A0 - Piano di dismissione e smaltimento impianto agri-FV.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

7 Cronoprogramma e costi realizzazione delle opere

Si stima che le attività di costruzione dell'impianto vengano realizzate in un arco temporale di poco più di 50 settimane.

Il dettaglio delle lavorazioni e le tempistiche di esecuzione sono riportati nell'elaborato specifico "RS06REL0006A0 - Cronoprogramma costruzione", di cui si riporta un estratto di seguito.



Figura 19 - Cronoprogramma

Il valore complessivo delle opere è stato stimato pari a 60.894.128,0 €.

Per il computo estimativo del costo delle opere necessarie per la realizzazione di questo impianto si faccia riferimento all'elaborato RS06REL0004A0 – CME.

Il Quadro economico complessivo è riportato nell'elaborato RS06REL0005A0 – QE e il valore assunto per il calcolo degli oneri è pari a € 77.989.919,7.

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

8 Dismissione

La vita utile di un impianto di generazione fotovoltaico è stimata in almeno 30 anni. Al termine di questa vita utile si procederà:

- allo smantellamento dell'impianto;
- al suo potenziamento in base alle nuove tecnologie che verranno presumibilmente sviluppate.

Considerando l'ipotesi di smantellamento dell'impianto, sarà individuata una data ultima dell'esercizio, dopo la quale inizierà una fase di dismissione e demolizione, che restituirà le aree al loro stato originario, ovvero allo stato preesistente prima della costruzione dell'impianto, come previsto anche nel comma 4 dell'art.12 del D. Lgs. 387/2003.

Con "dismissione e demolizione" si intende rimozione del generatore fotovoltaico in tutte le sue componenti, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento ovvero per il recupero.

Con il ripristino dei terreni vengono inoltre individuate le modalità operative di ripristino dei luoghi allo stato ante operam.

Per il finanziamento dei costi di queste opere verranno posti in bilancio congrui importi dedicati a tale scopo.

Per ulteriori dettagli in merito alle fasi di dismissione dell'impianto si rimanda all'elaborato dedicato "RS06REL0009A0 - Piano di dismissione e smaltimento impianto agri-FV".

00	30-08-2023	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione