



ENE 002a – Grosseto

Comune: Grosseto

Provincia: Grosseto

Regione: Toscana

Nome Progetto:

ENE 002a - Grosseto

Progetto di un impianto agrivoltaico sito nel comune di Grosseto in Località "Braccagni" di potenza nominale pari a 38.47 MWp in DC

Proponente:

GROSSETO GREEN POWER S.R.L.

Via Dante, 7

20123 Milano (MI)

P.Iva: 12660000964

PEC: grossetogreenpower@pec.it

Consulenza ambientale e progettazione:

ARCADIS Italia S.r.l.

Via Monte Rosa, 93

20149 | Milano (MI)

P.Iva: 01521770212

E-mail: info@arcadis.it

PROGETTO DEFINITIVO

Nome documento:

Relazione Tecnica Antincendio

Commessa	Codice elaborato	Nome file
30190245	PRO_REL_13	PRO_REL_13 - Relazione antincendio.pdf

Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	Dic. 23	Prima Emissione	MA	MA	SDA

Il presente documento è di proprietà di Arcadis Italia S.r.l. e non può essere modificato, distribuito o in altro modo utilizzato senza l'autorizzazione di Arcadis Italia s.r.l.

Indice

1 INTRODUZIONE	3
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO FV	3
3.1 Localizzazione	3
3.2 Descrizione del Progetto	4
4 CARATTERISTICHE TECNICHE	5
4.1 Moduli fotovoltaici	5
4.2 Dispositivi di conversione, trasformazione e protezione	6
4.2.1 Trasformatori	10
4.3 Inseguitore solare e strutture di supporto	11
4.4 Quadri elettrici di media tensione	13
4.5 Cavi elettrici	14
4.6 Impianti di messa a terra	15
4.7 Recinzione	17
4.8 Viabilità interna	18
4.9 Sistema antincendio impianto fotovoltaico	19
4.10 Classificazione macchine ai fini antincendio e distanze di sicurezza	19

Elenco Figure

Figura 1 - Scheda tecnica modulo fotovoltaico	6
---	---

1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica generale costituisce parte integrante del progetto definitivo di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 38,47 MWp e potenza in immissione CA di 33,60 MW, da realizzarsi in aree ubicate nel Comune di Grosseto (GR). Il codice del progetto è **ENE002a - Grosseto**.

Si prevede che il campo fotovoltaico venga collegato a una futura Stazione Elettrica Utente condominiale 30kV/132kV da costruirsi a fianco alla nuova Stazione Elettrica (SE) a 132 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN 132 kV “Grosseto – Menga”, previo potenziamento della direttrice RTN a 132 kV “Suvereto - Follonica RT – Menga - Grosseto”.

Si prevede pertanto un cavidotto a 30kV per arrivare alla SEU condivisa distante circa 7,4 Km di cui il capofila è la società Le Rogae. Altri produttori che saranno collegati alla nuova SEU sono: Le Rogae, Sorgenia, Eman e Valle Bruna.

La proponente è la società GROSSETO GREEN POWER S.R.L. con sede legale in Milano (MI), Via Dante n. 7, codice fiscale e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Milano Monza Brianza Lodi 12660000964, R.E.A. MI-2676149

La denominazione dell’impianto è “ENE002a - Grosseto”.

Gli impianti FV non configurano, di per sé stessi, attività soggette al controllo ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi (CPI) tuttavia, dato che i trasformatori elevatori BT/MT e MT/AT contengono un volume di olio isolante superiore a 1'000 litri, l’installazione e l’esercizio dei trasformatori ricade tra le attività soggette al controllo di prevenzione incendi di cui al DPR n°151 del 01/08/2011.

Nello specifico tale attività è classificabile come **48-B “Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m³”** secondo l’allegato I al sovra-menzionato DPR.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito il quadro normativo di riferimento.

- DPR n°151 del 01/08/2011 “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122” e allegati.
- DM 07/08/2012 “Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell’articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151”
- DM 15/07/2014 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l’installazione e l’esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³”
- DM 30/11/1983 - Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.

3 CARATTERISTICHE DELL’IMPIANTO FV

3.1 Localizzazione

L’impianto è previsto in un’area unica del comune di Grosseto. Le coordinate geografiche di riferimento sono le seguenti:

- Latitudine 42,76°N
- Longitudine 11,07 °E

Il sito presenta un'orografia prevalentemente pianeggiante, con un'altitudine media compresa indicativamente tra le quote di 6 m e 13 m s.l.m.

L'area di progetto è facilmente accessibile mediante le Strade Provinciali S.P. 152, SP41 e la Via Aurelia SS1 (E80).

Il cavidotto di collegamento alla SEU, che sarà completamente interrato, con eccezione di un tratto dove sarà installato fuori terra seguendo il percorso del cavalcavia della strada che raccorda la Strada Provinciale Bozzone e la SP152. Si svilupperà per circa 7,4 km al di sotto di viabilità esistente ed interesserà il comune di Grosseto, fino ad arrivare alla nuova Stazione Elettrica Utente.

3.2 Descrizione del Progetto

L'impianto sarà strutturato in un unico sottocampo ed occuperà una superficie complessiva di circa 57,25 ettari. L'impianto sarà dotato di diverse "power station" tipo skid o container, che conterranno in un'unica struttura metallica gli inverter di tipo centralizzato, il trasformatore elevatore a 30kV, le celle di impianto e quelle dell'entresci dell'anello di MT (30kV).

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 55.748 moduli di tipo bifacciali, aventi potenza di picco pari a 690 Wp e dimensioni di 2384 x 1303 x 33 mm, montati su strutture di sostegno ad inseguimento solare mono-assiale (trackers installati in direzione nord-sud, capaci di ruotare in direzione est-ovest, consentendo, pertanto, ai moduli di "seguire" il Sole lungo il suo moto diurno e ottimizzando la produzione).

I moduli saranno installati su strutture di sostegno ad inseguimento solare mono assiale con disposizione unifilare (224 inseguitori con configurazione 1V14 e 1879 inseguitori con configurazione 1V28). La conversione da corrente continua a corrente alternata sarà realizzata mediante convertitori statici trifase (inverter) di tipo centralizzato, per un totale di 16 inverter racchiusi in altrettanti skid o container cabinati.

Il Progetto prevede una superficie totale (Stot) pari a 57,25 Ha.

La S_n è calcolata considerando la superficie occupata dai pali di sostegno degli inseguitori in quanto il progetto rispetta il paradigma di $H_1 \geq H_{min}$, infatti l'altezza minima da terra risulta essere pari a 2,2 m.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE

4.1 Moduli fotovoltaici

Il dimensionamento dell'impianto è stato realizzato con una tipologia di modulo fotovoltaico composto da 132 celle in silicio monocristallino, ad alta efficienza, connesse elettricamente in serie.

L'impianto sarà costituito da un totale di 55.748 moduli per una conseguente potenza di picco pari a 38,47 MWp.

Le caratteristiche principali della tipologia di moduli scelti sono le seguenti:

- Marca: Trinasolar
- Modello: Vertex N Bifacial Dual Module - TSM-NEG21C.20
- Caratteristiche geometriche e dati meccanici
- Dimensioni: 2384 x 1303 x 33 mm
- Peso: 38,3 kg
- Tipo celle: silicio monocristallino
- Telaio: alluminio anodizzato
- Caratteristiche elettriche (STC)
- Potenza di picco (Wp): 690 Wp
- Tensione a circuito aperto (Voc): 47,9 V
- Tensione al punto di massima potenza (Vmpp): 40,1 V
- Corrente al punto di massima potenza (Impp): 18,61 A
- Corrente di corto circuito (Isc): 18,25 A

I moduli previsti dal progetto sono in silicio monocristallino, con tecnologia bifacciale che consente di catturare la luce solare incidente sul lato anteriore che sul lato posteriore del modulo, garantendo così maggiori performance del modulo in termini di potenza in uscita e, di conseguenza, una produzione più elevata dell'impianto fotovoltaico. Il retro del modulo bifacciale, infatti, viene illuminato dalla luce riflessa dall'ambiente, consentendo al modulo di produrre in media il 25% di elettricità in più rispetto a un pannello convenzionale con lo stesso numero di celle. I moduli saranno montati su strutture a inseguimento mono assiale (tracker), in configurazione monofilare con configurazione 1V14 e 1V28.

La Figura 1 riporta la scheda tecnica del modulo fotovoltaico scelto.

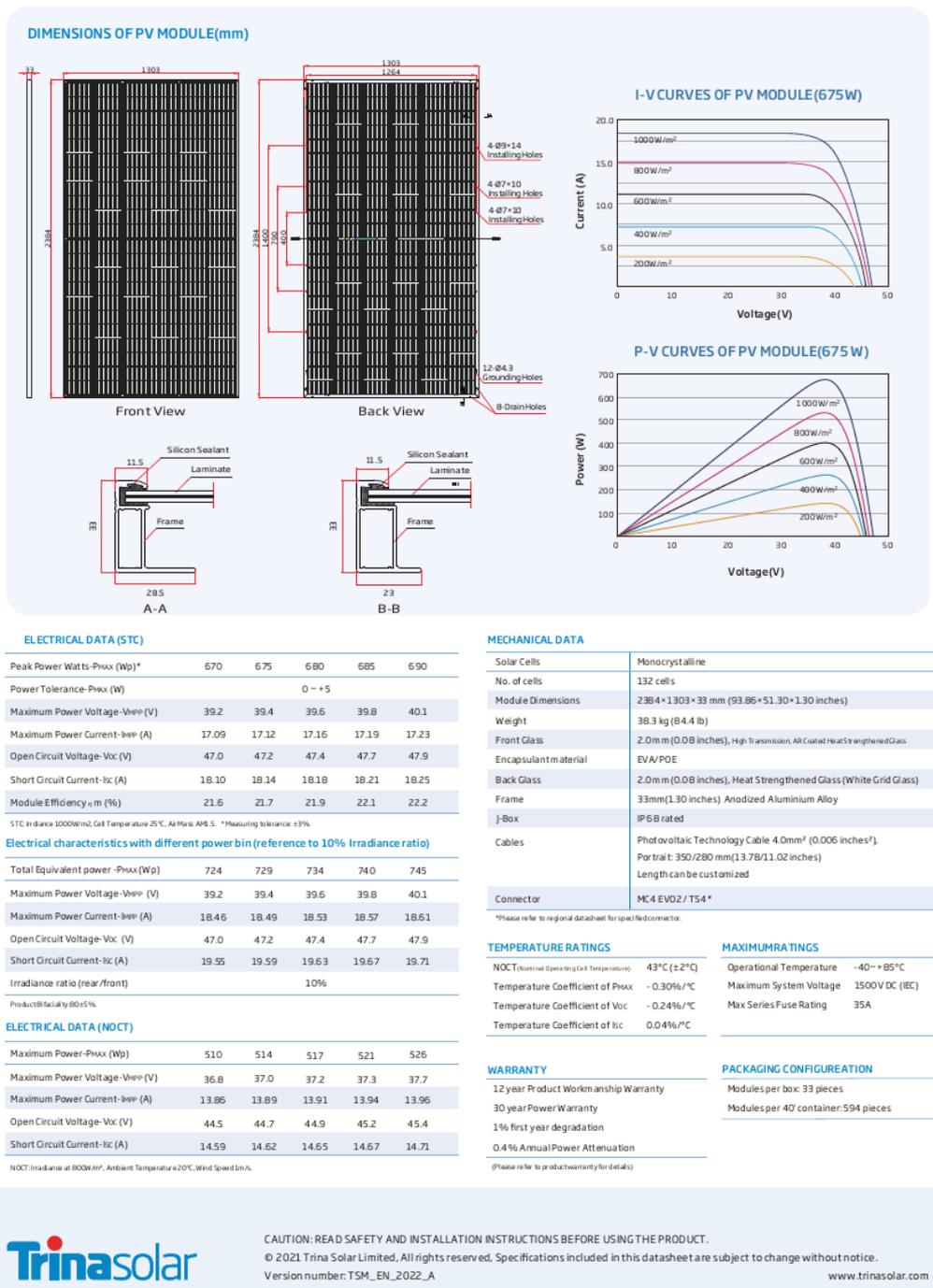


Figura 1 - Scheda tecnica modulo fotovoltaico

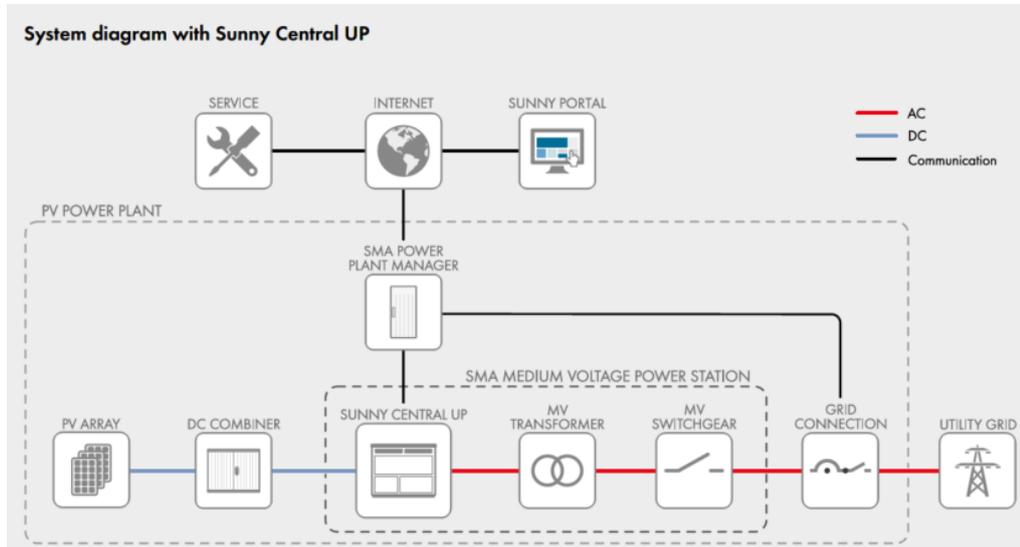
4.2 Dispositivi di conversione, trasformazione e protezione

Nell'impianto in oggetto si intende installare dei "container" (MV Power Station) che conterranno al suo interno la seguente apparecchiatura: il convertitore di frequenza (inverter), il trasformatore elevatore e gli elementi di protezione in media tensione (celle). Tutto il sistema sarà fornito dalla stessa società produttrice marca SMA.

Questo tipo di "power station" con la potenza dei nuovi robusti inverter centralizzati, Sunny Central UP o Sunny Central Storage UP, e con componenti di media tensione

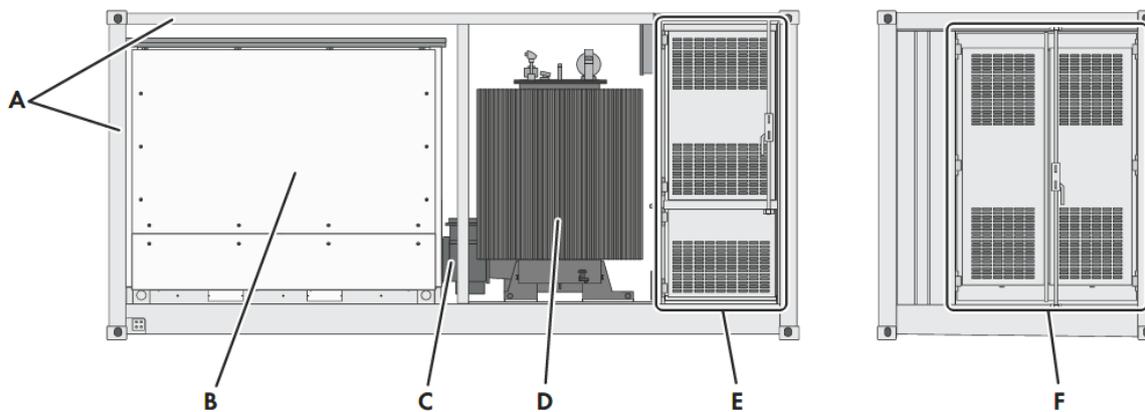
adattati, offrono una densità di potenza ancora maggiore ed è una soluzione chiavi in mano disponibile. Essendo la scelta ideale per le centrali fotovoltaiche funzionanti a 1500 VDC.

Di seguito uno schema a blocchi di collegamento:



Queste unità preassemblate sono disponibili in diverse taglie di potenza: 2.400kVA/2.520kVA/2.640kVA/2.760kVA/4.400 kVA.

Vista frontale tipo del Power Station:



Position	Designation	Explanation
A	Rack	The MV Power Station is equipped with a rack depending on the order option "Sea freight".
B	Sunny Central	The Sunny Central is a PV inverter that converts the direct current generated in the PV arrays into grid-compliant alternating current.
C	Low-voltage connection	Low-voltage connection between medium-voltage transformer and inverter with protective cover.
D	Medium-voltage transformer	The MV transformer converts the inverter output voltage to the voltage level of the medium-voltage grid.
E	LV cabinet	The low-voltage cabinet contains the station subdistribution and the optional low-voltage transformer.
F	Medium-voltage cabinet	Medium-voltage switchgear The medium-voltage switchgear connects and disconnects the medium-voltage transformer to and from the medium-voltage grid.

La soluzione di sistema è facile da trasportare e veloce da montare e mettere in servizio. L'MVPS e tutti i componenti sono sottoposti a test di tipo.

I dispositivi di conversione (inverter) dovranno essere dimensionati in modo da consentire il funzionamento ottimale dell'impianto e rispettare la norma CEI 0-16; dovranno avere almeno 10 anni di garanzia e rendimento europeo non inferiore al 94%.

Dovranno essere dichiarate dal costruttore le seguenti caratteristiche minime:

- inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20;
- funzione MPPT (Maximum Power Point Tracking) di inseguimento del punto a massima potenza sulla caratteristica I-V del campo;
- ingresso cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT;
- sistema di misura e controllo d'isolamento della sezione cc; scaricatori di sovratensione lato cc; rispondenza alle norme generali su EMC: Direttiva Compatibilità Elettromagnetica (89/336/CEE e successive modifiche 92/31/CEE, 93/68/CEE e 93/97/CEE);
- trasformatore di isolamento, incorporato o non, in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20;
- protezioni di interfaccia integrate per la sconnessione dalla rete in caso di valori fuori soglia di tensione e frequenza e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale;
- conformità marchio CE; grado di protezione IP65;
- dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati di impianto (interfaccia seriale RS485 o RS232).

Per il progetto in oggetto, la conversione da corrente continua a corrente alternata, l'elevazione da bassa tensione (BT) in media tensione (MT) sarà realizzata mediante unità di conversione e di potenza di tipo centralizzato marca SMA, modello SC 4200 UP.

Il modello utilizzato sono gli inverter da 4.200kVA, costituito da tre moduli di potenza in parallelo, ciascuno dei quali fornisce 1.400 kVA, controllati da scheda elettronica.

Ogni singolo modulo di potenza che compone l'inverter può essere attivato o disattivato, a seconda della quantità effettiva di energia disponibile sulla DC, ottenendo l'ottimizzazione dell'efficienza a qualsiasi livello di potenza.

L'impianto prevede una soluzione con sistema multi-power station alloggiati in strutture container per gruppi a 3 inverter. Il campo agrivoltaico prevede complessivamente 8 container da 4.200 kVA per un totale di 33,6 MVA di potenza installata in CA.

I container, progettati e costruiti per il trasporto con tutti i componenti già installati al suo interno, hanno le seguenti dimensioni: lunghezza 6058 mm, larghezza 2.438 mm, altezza 2.896 mm.

Il container è costruito con telai in acciaio zincato.

Tutti gli inverter nel container di alloggiamento sono collocati uno accanto all'altro, con il frontale rivolto dalla stessa parte. L'aspirazione dell'aria di raffreddamento avviene dal

frontale, lo scarico dell'aria calda in uscita dalla parte posteriore, come nella figura qui sotto.

La Tabella seguente riporta le caratteristiche tecniche della MV Power Station prevista:

Dati tecnici	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
Ingresso (CC)		
Inverter selezionabili	1 x SC 4000 UP oppure 1 x SCS 3450 UP oppure 1 x SCS 3450 UP-XT	1 x SC 4200 UP oppure 1 x SCS 3600 UP oppure 1 x SCS 3600 UP-XT
Tensione di ingresso max	1500 V	1500 V
Numero ingressi CC	a seconda dell'inverter scelto	
Zone Monitoring integrato	○	
Uscita (CA) lato di media tensione		
Potenza nominale con SC UP (da -25°C a +35°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3600 kVA	4200 kVA / 3780 kVA
Potenza nominale con SCS UP (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	3450 kVA / 2930 kVA	3620 kVA / 3075 kVA
Potenza di carica SCS UP-XT (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	3589 kVA / 3001 kVA	3769 kVA / 3152 kVA
Potenza di scarica con SCS UP-XT (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Tensioni nominali tipiche CA con una tolleranza di +/- 10 %	da 10 kV a 35 kV	da 10 kV a 35 kV
Frequenza di rete CA	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Gruppo vettoriale del trasformatore Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Tipo di raffreddamento del trasformatore	KNAN ²⁾	KNAN ²⁾
Perdite standard a vuoto del trasformatore / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Perdite standard di corto circuito / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Fattore massimo di distorsione	< 3 %	
Immissione di potenza reattiva (fino a max 60% della potenza nominale)	○	
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile	1 / 0,8 induttivo fino a 0,8 capacitivo	
Rendimento inverter		
Rendimento max ³⁾ / Europ. Rendimento ³⁾ / Rendimento CEC ⁴⁾	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %	98,8 % / 98,7 % / 98,5 %
Dispositivi di protezione		
Dispositivo di disinserzione lato ingresso	Sezionatore di carico CC	
Dispositivo di sgancio lato uscita	Interruttore a vuoto MT	
Protezione contro le sovratensioni CC	Scaricatore di sovratensioni tipo I	
Separazione galvanica	●	
Resistenza ad archi elettrici cabina elettrica MT (secondo IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
Dati generali		
Dimensioni (L x A x P)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Peso	< 18 t	
Autoconsumo (max / carico parziale / medio) ³⁾	< 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW	
Autoconsumo (stand-by) ¹⁾	< 370 W	
Temperatura ambiente da -25°C a +45°C / da -25°C a +55°C / da -35°C a +55°C / da -40°C a +45°C	● / ○ / ○ / ○	
Grado di protezione secondo IEC 60529	Cabine elettriche IP23D, elettronica inverter IP54	
Ambiente: standard / critico	● / ○	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa	95% (per 2 mesi/anno)	
Altitudine operativa max. s.l.m. 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fabbisogno d'aria fresca inverter	6500 m ³ /h	
Dotazione		
Collegamento CC	Capicorda	
Collegamento CA	Connettore angolare conico esterno	
Tap changer per trasformatore di media tensione: senza / con	● / ○	
Avvolgimento di schermatura per trasformatore MT: senza / con	● / ○	
Pacchetto monitoraggio	○	
Colore involucro cabina	RAL 7004	
Trasformatore per utilizzatori esterni: senza / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	
Impianto di distribuzione in media tensione: senza / 1 feeder / 3 feeder	● / ○ / ○	
2 feeder con sezionatore di carico, 1 feeder trasformatore con interruttore di potenza, resistenza ad arco elettrico interno IAC A FL 20 kA 1 s secondo IEC 62271-200	● / ○ / ○	
Resistenza ai cortocircuiti impianto di distribuzione in media tensione (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)	● / ○ / ○	
Accessori dei quadri di distribuzione in media tensione: senza / contatti ausiliari / motore per feeder trasformatore / collegamento a cascata / monitoraggio	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Contenitore di raccolta olio integrato: senza / con	● / ○	
Standard (per ulteriori standard si veda la scheda tecnica dell'inverter)	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1, CSC Certificate	
Denominazione del tipo	MVPS-4000-S2-10	MVPS-4200-S2-10

● Dotazione di serie ○ Opzionale – Non disponibile

1) Dati riferiti all'inverter. Per ulteriori dettagli si veda la scheda tecnica dell'inverter.

2) KNAN = estere con raffreddamento naturale ad aria

3) Efficienza misurata sull'inverter senza autoalimentazione

4) Efficienza misurata sull'inverter con autoalimentazione

4.2.1 Trasformatori

Il trasformatore di media tensione è il collegamento tra l'inverter e la rete di media tensione. Le posizioni degli elementi di comando e di visualizzazione del trasformatore di media tensione possono variare a seconda del produttore e delle opzioni selezionate. La pressione e il livello dell'olio possono essere monitorati tramite un relè di protezione ermetico, come elementi opzionali.

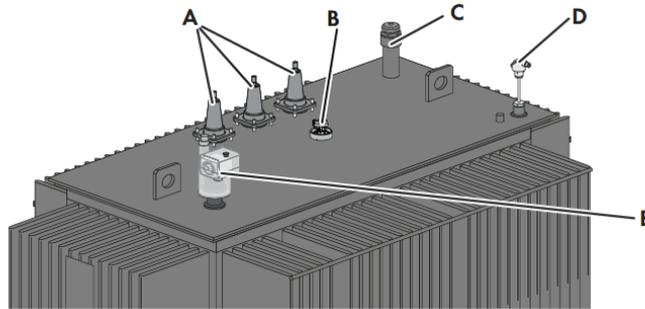


Figure 12: Components of the medium-voltage transformer (example)

Position	Designation
A	High-voltage enclosure openings for the connection of AC cables.
B	Tap changer for adjusting the transmission ratio*
C	Oil filler neck with pressure relief valve*
D	Oil temperature (thermometer PT100)
E	Hermetic protection device or single devices for pressure and oil level*

* Optional

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno di potenza pari a 4.000kVA a singolo secondario. Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche:

- frequenza nominale: 50 Hz/60Hz
- rapporto di trasformazione: $V1n/V2n$: 600 V/30kV
- campo di Regolazione tensione maggiore: $\pm 2 \times 2,5\%$
- tipologia di isolamento: no olio minerale
- livello di isolamento primario: 1,1/3 kV
- livello di isolamento secondario: 36/70/120kV
- simbolo di collegamento: Dy11.
- $U_{cc}=8,3\%$
- collegamento primario: a triangolo
- collegamento secondario: a stella
- temperatura ambiente max 45°C.
- installazione esterna
- tipo raffreddamento KNAN
- altitudine sul livello del mare ≤ 1000 m
- fattore massimo di distorsione: $<3\%$

Lo skid prevede la vasca di raccolta liquido isolante integrato.

4.3 Inseguitore solare e strutture di supporto

Un inseguitore solare è un dispositivo meccanico automatico il cui scopo è quello di orientare il pannello fotovoltaico nella direzione dei raggi solari. Gli inseguitori fotovoltaici mono assiali (tracker) sono dispositivi che "inseguono" il Sole ruotando attorno a un solo asse.

Grazie a questi strumenti - noti anche come tracker solari - è possibile orientare il pannello fotovoltaico verso l'irraggiamento solare, permettendo di mantenere sempre l'inclinazione di 90° tra il pannello e i raggi del sole, in modo da ottimizzare l'efficienza energetica.

I moduli fotovoltaici saranno sorretti da montanti in acciaio infissi nel terreno a file parallele con asse nord-sud ed opportunamente distanziate sia per mantenere gli spazi necessari sia ad evitare il reciproco ombreggiamento dei pannelli laterali, sia per l'impiego di questi "corridoi" naturali di terreno per il transito di macchine agricole atte alla manutenzione e al lavaggio delle superfici attive dei moduli nonché alla necessaria pulizia dei luoghi.

In definitiva, i supporti dei pannelli sono costituiti da strutture a binario, composte da due profilati metallici distanziati tra loro da elementi trasversali che formano la superficie di appoggio dei pannelli. Tali strutture sono collegate a dei montanti verticali, costituiti da pali metallici di opportuno diametro, i quali garantiscono l'appoggio del terreno per infissione diretta, senza ricorso quindi a fondazioni permanenti.

L'inseguitore monoassiale utilizza una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione lungo l'arco solare est-ovest su un asse di rotazione orizzontale nord-sud, posizionando così i pannelli sempre con l'angolazione ottimale.

L'inseguitore solare ha lo scopo di ottimizzare la produzione elettrica dell'effetto fotovoltaico (il silicio cristallino risulta molto sensibile al grado di incidenza della luce che ne colpisce la superficie). Le modalità di inseguimento utilizzano la tecnica del backtracking: i servomeccanismi orientano i moduli in base ai raggi solari solo nella fascia centrale della giornata, e invertono il tracciamento a ridosso dell'alba e del tramonto. La posizione notturna di un campo fotovoltaico con backtracking è con i pannelli perfettamente orizzontali rispetto al piano campagna. Dopo l'alba, il disassamento dell'ortogonale dei moduli rispetto ai raggi solari viene progressivamente ridotto in base all'orario ed alla stagione programmata. Prima del tramonto viene eseguita una analoga procedura, ma in senso contrario, riportano i moduli del campo fotovoltaico in posizione orizzontale per il periodo notturno.

L'algoritmo di backtracking che comanda i motori elettrici consente ai moduli fotovoltaici di seguire automaticamente il movimento del sole durante tutto il giorno, arrivando a catturare il 25 % in più di luce solare rispetto al sistema ad inclinazione fissa previsto dal progetto originario.

Si possono distinguere quattro grandi tipi di inseguitori:

- inseguitori di tilt;
- inseguitori di rollio;
- inseguitori di azimuth;
- inseguitori ad asse polare.

Nel caso specifico, saranno utilizzati inseguitori di rollio.

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici sono realizzate in profilati metallici in acciaio zincato su cui vengono fissati i moduli, rigidamente collegati ad una trave centrale mossa da un piccolo motore elettrico che consente la rotazione. La struttura è ancorata al terreno mediante montanti metallici infissi nel terreno mediante una macchina operatrice munita di battipalo.

Tale metodologia di fissaggio garantisce un'ottima stabilità della struttura, rendendola capace di sopportare le sollecitazioni causate dal carico del vento e dal sovrastante peso strutturale (moduli fotovoltaici).

Questa tecnica di infissione permette di non interferire né con la morfologia del terreno né col suo assetto agrario ed idrografico, evitando l'utilizzo e la posa di qualsiasi altra struttura di ancoraggio (es. plinti in calcestruzzo).

Per il progetto in oggetto si utilizzeranno tracker della Convert Italia S.p.A., in soluzione 1P (configurazione unifilare) con interasse tra le file pari a c.a 6,60m metri e distanza libera di passaggio tra i moduli c.a 3,90m/5m.

Si prevede inoltre l'impiego delle seguenti tipologie di strutture:

- Struttura 1x28 e 1x14 moduli fotovoltaici da 690 Wp disposti in portrait.

Eventuali diverse modalità di installazione dei pannelli fotovoltaici potranno essere valutate nella successiva fase progettuale a seguito di più puntuali riscontri che scaturiranno dall'esecuzione delle indagini geologiche e geotecniche di dettaglio e dei rilievi topografici.

Si riassumono di seguito le caratteristiche ed i vantaggi della struttura utilizzata:

- Logistica.
- Alto grado di prefabbricazione.
- Montaggio facile e veloce.
- Componenti del sistema perfettamente integrati.

Caratteristiche meccaniche

- Tecnologia inseguimento: orizzontale, tracker bilanciato a singolo asse con file guidate in modo indipendenti in entrambi i sensi di rotazione.
- Massimo errore dell'inseguimento: +/-2°.
- Angolo di rotazione: +/-55°.
- Compatibilità moduli: adattabile ad ogni tipo di moduli fotovoltaici (bifacciali).
- Inclinazione del terreno: fino a 7° N-S (oltre in opzione). Illimitato E-O.
- Configurazione: 1 modulo in "portrait".

Specifiche elettroniche

- Motore: attuatore lineare con motore a induzione CA con decodificatore integrato.
- Sistema: quadro elettronico di controllo per una molteplicità di architetture.
- Alimentazione elettrica: alimentazione da sorgente ausiliare in CA, autoalimentato da stringa fotovoltaica (soluzione patentata senza batterie) oppure alimentatore intelligente integrato con inverter di stringa.
- Rango di temperatura operativa: -20°C/+50°C (ranghi estenditi a richiesta).
- Metodo di inseguimento solare: orologio astronomico con GPS, auto configurabile; non richiede sensore di tilt o di irradiazione.
- Comunicazione: da remoto via Modbus in tempo reale oppure tempo reale locale.

Installazione

- Fondazione: Compatibile con ogni tipo di fondazione (calcestruzzo, palo o avvitemento a terra).
- Metodo di installazione: non richiede personale specializzato.
- Metodo di installazione moduli: con morsetto, bullone o rivetto.

4.4 Quadri elettrici di media tensione

Per il progetto in esame è previsto un quadro a 30kV collettore di impianto denominato "QMT" che sarà installato ai confini dell'area impianto fotovoltaico; il suddetto quadro raccoglie le linee in arrivo a 30kV dalle cabine di conversione e trasformazione dei vari cluster oltre a fornire i Servizi Ausiliari per l'area del campo fotovoltaico.

Le caratteristiche tecniche del quadro a 30kV sono le seguenti:

- Tensione nominale/esercizio: 27-36 kV.
- Frequenza nominale: 50 Hz.
- N° fasi: 3.
- Corrente nominale delle sbarre principali: fino a 1250 A.
- Corrente di corto circuito: 31.5 kA/1s o 40kA/0,5s.
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 16-25 kA.
- Tenuta arco interno: 31,5kA/1s o 40kA/0,5s.

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

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

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

Il quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro fino a 40kA per 0.5 s (CEI-EN 60298).

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

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- conta manovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto-chiuso dell'interruttore.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il sistema di protezione associato a ciascun interruttore cluster è composto da:

- trasduttori di corrente di fase e di terra (ed eventualmente trasduttori di tensione) con le relative connessioni al relè di protezione;
- relè di protezione con relativa alimentazione;
- circuiti di apertura dell'interruttore.

Il sistema di protezione sarà costituito da opportuni TA di fase, TO (ed eventualmente TV) che forniscono grandezze ridotte a un relè che comprende la protezione di massima corrente di fase almeno bipolare a tre soglie, una a tempo dipendente, le altre due a tempo indipendente definito. Poiché la prima soglia viene impiegata contro il sovraccarico, la seconda viene impiegata per conseguire un intervento ritardato e la terza per conseguire un intervento rapido, nel seguito, per semplicità, ci si riferirà a tali soglie con i simboli:

- I> (sovraccarico);
- I>> (soglia 51, con ritardo intenzionale);
- I>>> (soglia 50, istantanea);
- 67 protezione direzionale.

La regolazione della protezione dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente. I valori di regolazione della protezione generale saranno impostati dall'Utente in sede di progetto esecutivo

Sono previste, inoltre, le seguenti protezioni:

- massima tensione (senza ritardo intenzionale) (soglia 59);
- minima tensione (ritardo tipico: 300 ms) (soglia 27);
- massima frequenza (senza ritardo Rev. 0 del 21/07/2022);
- minima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81<);
- massima tensione omopolare V0 (ritardata) (soglia 59N). intenzionale) (soglia 81>).

4.5 Cavi elettrici

Per l'interconnessione tra le cabine interne al campo fotovoltaico verranno usati cavi del tipo ARG7H1R - 18/30 kV e del cavidotto in uscita alla sezione a 30 kV della Stazione Elettrica Utente verranno usati cavi del tipo ARE4H5E - 18/30 kV.

I cavi ARE4H5E - 18/30 kV sono isolati in polietilene del tipo XLPE, con doppia guaina, la prima di PE composto estruso e la seconda idem con una miglioria alla resistenza agli impatti, con conduttore in alluminio.

Caratteristiche tecniche:

- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio (classe 2 acc. to IEC 60228).
- Semiconduttivo interno: composto semiconduttore estruso.
- Isolante: Mescola di polietilene reticolato estruso (XLPE).
- Semiconduttivo esterno: mescola semiconduttore estrusa.
- Tenuta all'acqua longitudinale: nastro semiconduttore bloccaggio acqua.
- Schermatura metallica e barriera radiale all'acqua: nastro di alluminio longitudinalmente applicato (spessore nominale 0,20 mm).

- Guaina: miscela di PE estruso colore rosso.

Applicazioni

I cavi possono essendo installati in posa interrata non richiedono caratteristiche speciali, come ad esempio:

- non propagazione dell'incendio e ridotta emissione di sostanze corrosive;
- ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e assenza di gas corrosivi.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%.

I cavi ARG7H1R - 18/30 kV sono isolati in polietilene del tipo XLPE, con doppia guaina, la prima di PE composto estruso e la seconda idem con una miglioria alla resistenza agli impatti, con conduttore in alluminio.

Caratteristiche tecniche:

- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio (classe 2 acc. to IEC 60228).
- Semiconduttivo interno: composto semiconduttore estruso.
- Isolante: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo.
- Semiconduttivo esterno: estruso, pelabile a freddo (solo cavi $U_0/U \geq 6/10$ kV).
- Schermatura metallica fili di rame rosso con nastro di rame in contro spirale.
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz colore rosso.

Applicazioni

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale.

Ammissa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Per i cavi così detti solari, la portata dei cavi (Iz) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

Altri cavi utilizzati nel progetto:

- Cavi di bassa tensione per CC: H1Z2Z2-K – 1,5/1,5 kV.
- Cavi di bassa tensione: FG16R16, FG16OR16 0,6/1 kV.
- Cavi di bassa tensione: ARE4R, ARE4OR 0,6/1 kV.
- Cavi di bus: speciale MOD BUS / UTP CAT6 ethernet.

4.6 Impianti di messa a terra

L'impianto di terra sarà unico per tutta l'area del campo fotovoltaico, ad esso dovranno essere connessi tutti i conduttori che realizzano la messa a terra di funzionamento (scaricatori e sistemi per la protezione contro le scariche atmosferiche ed elettrostatiche), l'impianto di terra dovrà essere eseguito in modo da soddisfare le seguenti condizioni:

- efficienza garantita nel tempo;
- dispersione delle correnti di guasto senza subirne danni.

L'impianto comprenderà, infine, la rete dei conduttori di protezione, installati negli stessi condotti dei cavi di fase ed estesa a tutti gli utilizzatori.

L'impianto di terra viene realizzato sotto forma di conduttore circolare chiuso, integrato con dei picchetti di messa a terra. Il conduttore circolare, infatti, limita la tensione di un fulmine. I picchetti di terra, invece, garantiscono un valore di resistenza di terra ancora più contenuto e costante per l'intero impianto di messa a terra.

L'impianto di terra dovrà essere coordinato in modo opportuno per evitare, in caso di guasto sulle apparecchiature in AT, il trasferimento di elevate tensioni totali di terra che, attraverso il percorso elettrico, si potrebbero propagare alle masse e alle masse estranee dell'impianto utilizzatore

La realizzazione della messa a terra consiste nel collegamento all'impianto di terra esistente delle masse dell'impianto fotovoltaico.

Un buon livello di sicurezza sia all'interno sia all'esterno dell'impianto la si ottiene contenendo le tensioni di passo e di contatto con particolari accorgimenti atti a ridurre i gradienti di potenziale nel terreno e a garantire una efficiente equipotenzialità tra le masse e le masse estranee.

La cabina elettrica deve essere dotata di un impianto di terra conforme alle Norme CEI 64-8; le masse estranee facenti parte della cabina devono essere collegate all'impianto di terra secondo le prescrizioni della Norma CEI EN 61936 e CEI EN 50522.

L'impianto disperdente sarà realizzato al di sotto del vano cabina mediante la realizzazione di una maglia di terra realizzata con treccia di rame nudo da 35mmq e 50mmq. I conduttori saranno fissati mediante morsetti a pettine.

L'impianto di terra, in presenza della corrente di guasto IG (fornita dal Distributore) non deve presentare in nessun punto, sia interno che esterno alla cabina, una tensione di passo e di contatto superiore al valore di tensione specificato nelle Norme CEI assunto in relazione al tempo di intervento delle protezioni. In sede di collaudo dovrà essere effettuata una misura della tensione di passo e di contatto secondo il dettato della Norma CEI 64-8 al fine di verificare il corretto dimensionamento della rete di terra.

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra opportunamente predisposto.

Tutte le parti metalliche accessibili delle macchine, delle apparecchiature, e della struttura suscettibili di entrare in contatto con elementi in tensione in seguito a guasti o di introdurre il potenziale di terra devono essere collegate al dispersore normalmente per mezzo di una sbarra che funge da collettore.

Inoltre, l'efficienza dell'impianto di terra deve essere garantita nel tempo, e le correnti di guasto devono essere sopportate senza danno.

Normativa

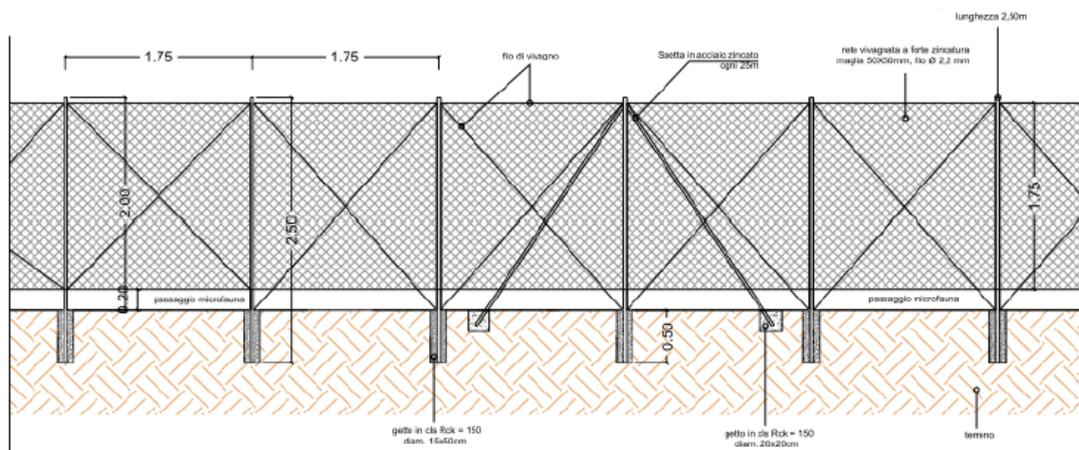
- Legge 5 marzo 1990, n° 46: "Norme per la sicurezza degli impianti";

- Norma CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua";
- Norma CEI 64-12: "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- Norma CEI 64-14: "Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori";
- Norma CEI 81-10: "Protezione di strutture contro i fulmini".

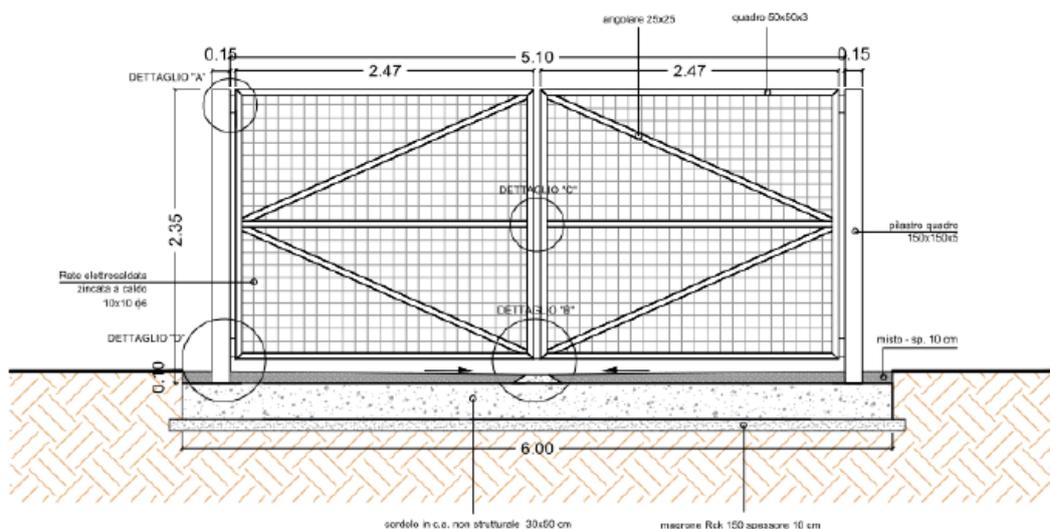
4.7 Recinzione

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 "Particolare cancello accessi e viabilità", di cui si riporta un estratto di seguito:



In tanto il cancello principale di accesso sarà simile a quanto sotto riportato:



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.

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.

4.8 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 AT) e di segnale.

Le strade di servizio saranno ad un'unica carreggiata e sarà assicurata la loro continua manutenzione. La larghezza delle strade è stata stabilita pari a 3,5 metri, mantenendo su ciascun lato una distanza dalle strutture dei moduli FV non inferiore ad un metro, e presenteranno un raggio di volta superiore a 13 metri.

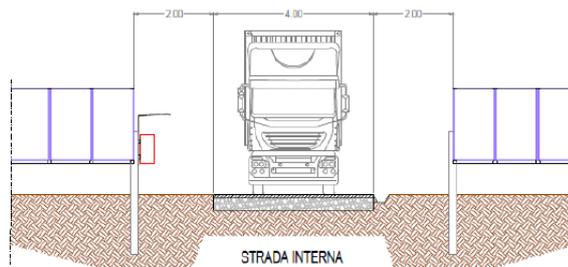
Al fine di minimizzare l'impatto sul terreno, la viabilità interna all'impianto sarà realizzata in terra battuta, con uno spessore pari a 10 cm posizionato su uno strato di pietrisco di spessore pari a 30 cm per facilitare la stabilità della stessa.

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

PARTICOLARE STRADA SCALA 1:100



STRADA PRINCIPALE CON TIR TRASPORTA CONTAINER SCALA 1:100



4.9 Sistema antincendio impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico, ai sensi del DPR 151/2011, sarà soggetto ai controlli dei Vigili del Fuoco per quanto attiene all'area di generazione:

- Attività 48: Centrali termoelettriche, macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 mc (per quanto attiene all'olio isolante contenuto nei trasformatori BT/AT).

Saranno rispettate le fasce di rispetto previste dalla normativa vigente e le indicazioni sugli accessi alle aree, nonché le prescrizioni del Comando provinciale dei Vigili del Fuoco.

Per gli interventi di prima necessità, in prossimità delle strumentazioni elettriche quali inverter, quadri, e trasformatori, saranno localizzati/installati estintori adatti, catalogati secondo la classe E, caricati con estinguente del tipo non tossico.

Per gli interventi di prima necessità nell'intera area dell'impianto fotovoltaico saranno inoltre localizzati/installati estintori adatti per classe A-B-C con capacità estinguente non inferiore a 13A - 89B, caricati con polveri o fluidi del tipo non tossico.

In relazione alla presenza di lavoratori, si sottolinea come l'impianto fotovoltaico in fase di esercizio preveda attività di carattere saltuario. Il personale addetto alla manutenzione dell'impianto sarà esclusivamente rappresentato da personale addestrato e abilitato a operare su impianti elettrici, ed avrà il compito di supervisione e controllo delle apparecchiature elettriche. Tutti i lavoratori saranno informati – formati ed equipaggiati di D.P.I. in linea con le disposizioni del D.Lgs 81/2008 e successive modificazioni e/o integrazioni.

4.10 Classificazione macchine ai fini antincendio e distanze di sicurezza

Ai sensi del DM 15/07/2014 le installazioni di macchine elettriche, ai fini antincendio, sono così classificate:

Tipo	Tipo Area e Volume Liquido Combustibile
Tipo A0	installazione in area non urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 1.000 l e ≤ 2.000 l
Tipo A1	installazione in area urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 1.000 l e ≤ 2.000 l
Tipo B0	installazione in area non urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 2.000 l e ≤ 20.000 l
Tipo B1	installazione in area urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 2.000 l e ≤ 20.000 l
Tipo C0	installazione in area non urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 20.000 l e ≤ 45.000 l
Tipo C1	installazione in area urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 20.000 l e ≤ 45.000 l
Tipo D0	installazione in area non urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 45.000 l
Tipo D1	installazione in area urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 45.000 l

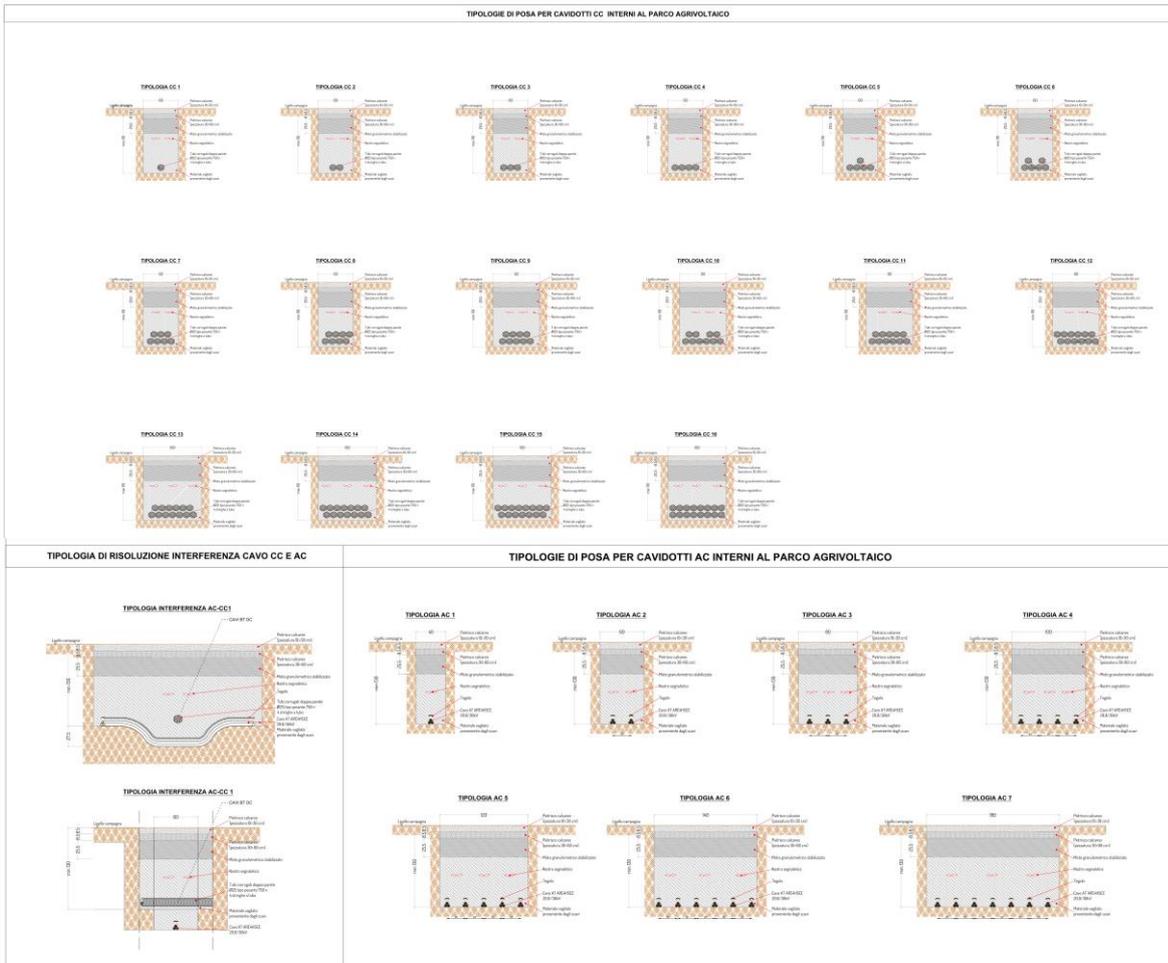
I trasformatori BT/AT che si trovano dentro il campo fotovoltaico ricadono in categoria B0 in quanto il volume di olio contenuto al loro interno è pari a circa 2'250 litri.

Per quanto concerne le macchine elettriche installate all'aperto, vengono prescritte delle distanze minime da rispettare in modo tale che l'eventuale incendio di una di esse non costituisca pericolo per le altre installazioni o per fabbricati posti nelle vicinanze.

Le distanze minime sono riportate nella seguente tabella:

Volume del liquido della singola macchina (l)	Distanza (m)
$1.000 < V \leq 2.000$	3
$2.000 < V \leq 20.000$	5
$20.000 < V \leq 45.000$	10
$V > 45.000$	15

Per quanto concerne i container in corrispondenza dei quali saranno installati i trasformatori BT/AT la distanza da rispettare sarà superiore a 5 m. Ad ogni modo nel caso specifico, le MV Power Station contenenti i trasformatori sono tutte installati all'aperto non presentando nessun tipo di fabbricato o elemento intorno ai 5m.



Arcadis Italia S.r.l.

via Monte Rosa, 93
20149 Milano (MI)
Italia
+39 02 00624665

<https://www.arcadis.com/it/italy/>