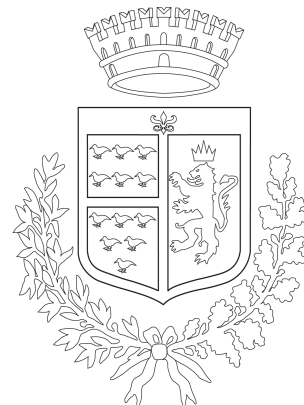


PROTEZIONE CIVILE
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della Protezione Civile



Comune di VALVA

Provincia di SALERNO

Via XXIII Novembre 1980

84020 VALVA -SA-

FONDO PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO SISMICO

Annualità 2011-2012

CONCESSIONE DI CONTRIBUTI FINALIZZATI ALLA ESECUZIONE DI INTERVENTI DI
MIGLIORAMENTO/ADEGUAMENTO SISMICO O DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DI EDIFICI E
INFRASTRUTTURE DI INTERESSE STRATEGICO O RILEVANTE

Post OPERAM
PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Relazione Specialistica IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Fase PROGETTUALE

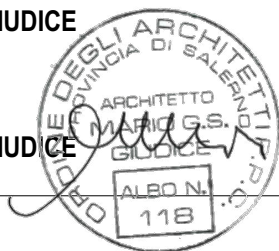
Progetto ESECUTIVO

II PROGETTISTA
Arch. Mario G. S. GIUDICE

Data

II RUP
Arch. Mario G. S. GIUDICE

Data



Scala Elaborato

TAVOLA

IFotov.01

Revisione

..._..._...

PROGETTO ESECUTIVO

Impianto fotovoltaico

RELAZIONE TECNICA

Termologia

Cella fotovoltaica

Dispositivo semiconduttore che genera elettricità quando è esposto alla luce solare

Modulo fotovoltaico

Assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e / o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice di alluminio anodizzato.

Stringa

Un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa.

Campo

Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto.

Corrente di cortocircuito

Corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Tensione a vuoto

Tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare

Potenza massima di un modulo o di una stringa

Potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione, nel punto della caratteristica corrente-tensione dove il prodotto corrente-tensione ha il valore massimo.

Condizioni standard di funzionamento di un modulo o di una stringa

Un modulo opera alle "condizioni standard" quando la temperatura delle giunzioni delle celle è 25°C. la radiazione solare è 1.000 W/m² e la distribuzione spettrale della radiazione è quella standard (AM 1,5).

Potenza di picco

Potenza erogata nel punto di potenza massima alle condizioni standard.

Efficienza di conversione di un modulo

Rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto della sua superficie per la radiazione solare, espresso come percentuale.

Convertitore CC/CA (Inverter)

Convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, tramite un ponte a semiconduttori, opportune apparecchiature di controllo che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico ed un trasformatore.

Angolo di Azimut

Angolo dalla normale alla superficie e dal piano meridiano del luogo; è misurato positivamente da sud verso ovest.

Angolo di Tilt

Angolo che la superficie forma con l'orizzonte; è misurato positivamente dal piano orizzontale verso l'alto

Premessa

Lo scopo del presente progetto esecutivo è quello di fornire le indicazioni per la realizzazione di un impianto fotovoltaico che sarà realizzato sulla copertura del nuovo edificio adibito a sede della Protezione Civile del Comune di Valva.

L'impianto ha una potenza nominale pari a 10 kWp ed è composto da:

- N.ro 40 moduli FV in silicio multicristallino;
- N.ro 1 Inverter;
- Nr.1 Quadro MT e trasformatore MT;
- Altro (cavi, cassette stringa, quadri di campo, ecc.).

1. DESCRIZIONE DEL SITO

Comune di localizzazione

Il comune dove verrà realizzato l'impianto è Valva in provincia di Salerno, Il complesso oggetto dell'intervento è posto lungo la strada Provinciale.

1.1 OGGETTO E SCOPO

La presente relazione ha lo scopo di fornire una generale descrizione tecnica del progetto di realizzazione di un impianto di generazione elettrica con l'utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

L'intervento in oggetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico (FV) della potenza totale di circa **10 kW_p** da installare sulla copertura dell'edificio di progetto.

Il campo fotovoltaico sarà composto da 2 sottocampi da installare direttamente su copertura in modo non accostato ed intervallati da campi vuoti per consentire il passaggio della luce verso il basso. I singoli moduli sono installati su un telaio in acciaio zincato formando un pannello di quattro moduli, il pannello così composto è montato a gruppi di tre su un sistema inseguitore a motoriduttore. L'impianto sarà strutturato in 2 sottocampi completamente autonomi, con uscita in trifase 380 V – 50 Hz e due quadri di parallelo per il collegamento delle stringhe dei moduli collegati in serie.

Ciascun sottocampo completamente autonomo, sarà montato rivolto a SUD con una inclinazione di circa 30° rispetto all'orizzontale e posizionato a quinconce in modo tale da evitare ombreggiamento reciproco o dovuto ad ostacoli. Le strutture di sostegno saranno realizzate in profili in acciaio zincato a caldo dopo la lavorazione e fissate sulla copertura dell'edificio. Le uscite in trifase con tensione 380 V – 50 Hz, poste a valle dell'inverter, dei sottocampi saranno allacciate ad un quadro in lamiera contenente tutte le protezioni di ogni singolo ingresso ed un sistema di

sbarre che unisce tutti i sottocampi in un solo sistema trifase con neutro. Dal sistema di sbarre tramite un interruttore automatico magnetotermico (sezione arrivi), con relative protezioni e strumentazione di controllo (sistema di misura e interfaccia), si alimenta un trasformatore di potenza di caratteristiche adeguate con il quale si provvederà eventualmente ad elevare la tensione di uscita a 20 kV per consegnarla all'ente distributore (ENEL) (sistema di trasformazione). Uno scomparto di detto quadro sarà interamente destinato alle misure ed al sistema di interfaccia rete conforme alla specifica ENEL DV 604

Il posizionamento del campo fotovoltaico con l'inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale deriva da una valutazione tecnico-economico tra la limitazione di altezza delle strutture in funzione del sistema di inseguimento adottato e l'esigenza di sfruttare la superficie utile esposta per ottenere le migliori prestazioni energetiche.

Per quanto riguarda la stima di produttività si sono considerati i valori di insolazione del comune di Valva (SA) secondo la normativa UNI 10349.-8477 .

I livelli di tensione nominale dell'impianto sono di 434,78 V (533.71 V a vuoto) lato c.c., 400 V - 50 Hz. lato trifase BT e 10 kV punto di consegna in rete.

Gli impianti sono costituiti dai seguenti componenti principali:

- Campo fotovoltaico
- Inverter
- Quadro di parallelo
- Strutture di supporto moduli
- Cabina di trasformazione

DATI DI PROGETTO

Località: Valva (SA);

Orientamento: SUD (azimut 0°);

Ombre / Ostacoli: assenti (nelle zone interessate);

Superficie disponibile nella zona interessata: oltre 60 m² ;

Tipologia della superficie: superficie pianeggiante;

Tipologia di installazione: su copertura;

Contratto di fornitura elettrica: ENEL Distribuzione S.p.A. ;

Tensione di consegna in rete: 10 kV.

2.1 Dati di progetto di carattere generale

Dati	Valori stabiliti
Committente	

Scopo del lavoro	Realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete di distribuzione in Mt
Vincoli da rispettare	<input type="checkbox"/> Eventuali a vincoli ambientali <input type="checkbox"/> Interfacciamento alla rete consentito a norme CEI e normativa di unificazione ENEL <input type="checkbox"/> Impatto visivo contenuto <input type="checkbox"/> Il convertitore statico e i quadri dovranno essere posizionati in locali accessibili solo a personale specializzato

2.2 Dati di progetto relativi all'utilizzazione dell'area

Dati	Valori stabiliti
Destinazione d'uso	Protezione Civile
Barriere architettoniche	Nessun impedimento di accessibilità al luogo ipotizzato per l'installazione dei moduli fotovoltaici

2.3 Dati di progetto relativi alla rete di collegamento

In sito è già presente un punto di consegna ENEL con le caratteristiche seguenti.

Dati	Valori stabiliti
Tipo di fornitura	Alternata monofase 230 V 50 Hz
Stato del neutro	Sistema di alimentazione TT
Potenza contrattuale	10 kW
Società di distribuzione	ENEL
Intestatario	
Codice cliente	

2.4 Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico

Dati	Valori stabiliti
Caratteristica area di installazione	<input type="checkbox"/> orientato verso Sud <input type="checkbox"/> Superficie utilizzabile circa 60 m ²
Posizione quadro di parallelo e/o interfaccia	Nei pressi del gruppo di misura ENEL
Posizione dell'inverter	<input type="checkbox"/> In locale inverter già esistente

	<input type="checkbox"/> Montaggio a pavimento <input type="checkbox"/> Nelle immediate vicinanze del campo fotovoltaico
--	---

2.5 Dati di rilievo clinometrico

Dai dati forniti dal committente, e dai sopralluoghi effettuati, si deduce che nel punto di installazione del generatore fotovoltaico non esiste nessun tipo di ombreggiamento.

3. NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

Nella redazione del presente progetto esecutivo, inerente la realizzazione di una centrale fotovoltaica presso l'edificio di nuova edificazione di proprietà del Comune di Valva (SA), sono state considerate e dovranno essere ottemperate nella esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.




Si riportano di seguito le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico:

- CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- Norma CEI 11-20 e standard ENEL per la connessione alla rete;
- CEI/IEC/0 JRC/ESTI CEI EN 61277 per moduli fotovoltaici;
- UNI 10349 e UNI 8477 per il calcolo dell'energia producibile
- CEI 110-1/6/7/8 per la compatibilità elettromagnetica delle apparecchiature;
- CEI 110-31 e CEI 110-28 per il contenuto delle armoniche e/o disturbi indotti dalla rete,
- CEI 60439-1 e IEC 439 per i quadri elettrici;
- CEI EN 61724 per misura ed acquisizione dati;
- UNI/ISO e CNR UNI 10011 per la parte meccanica di ancoraggio dei moduli;
- DPR 547/55 e D. Lgs. 626/94 e successive modifiche, per la sicurezza e la prevenzione infortuni;
- L. 46/90 e DPR 447/91 per la sicurezza elettrica;
- Normativa USL per la sicurezza e la prevenzione infortuni.

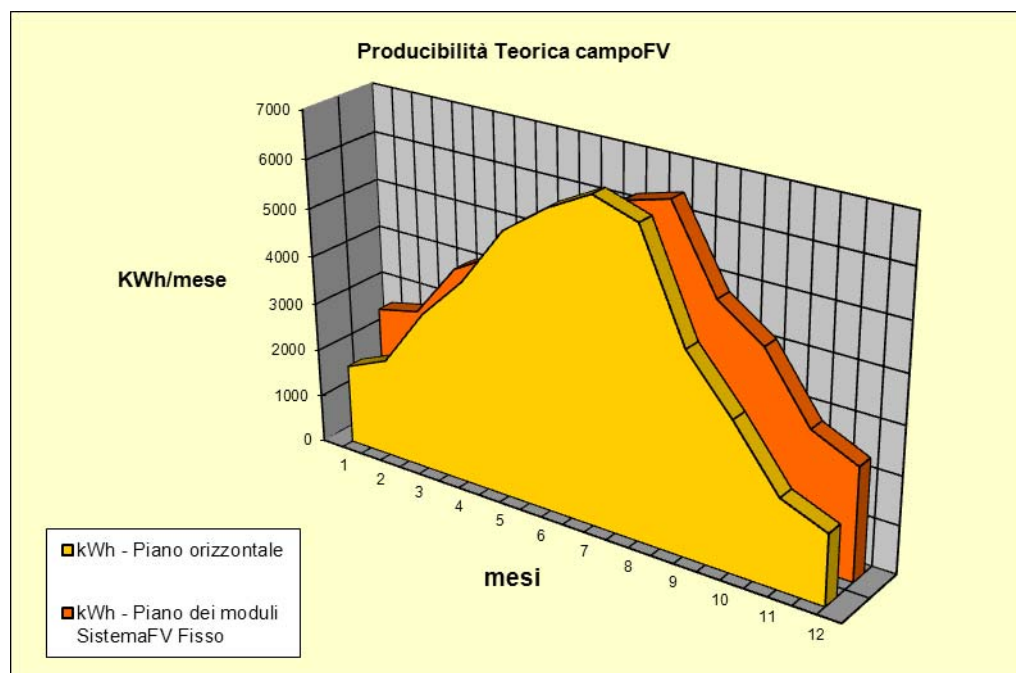
L'elenco normativo riportato non è esaustivo per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, vanno comunque applicate.

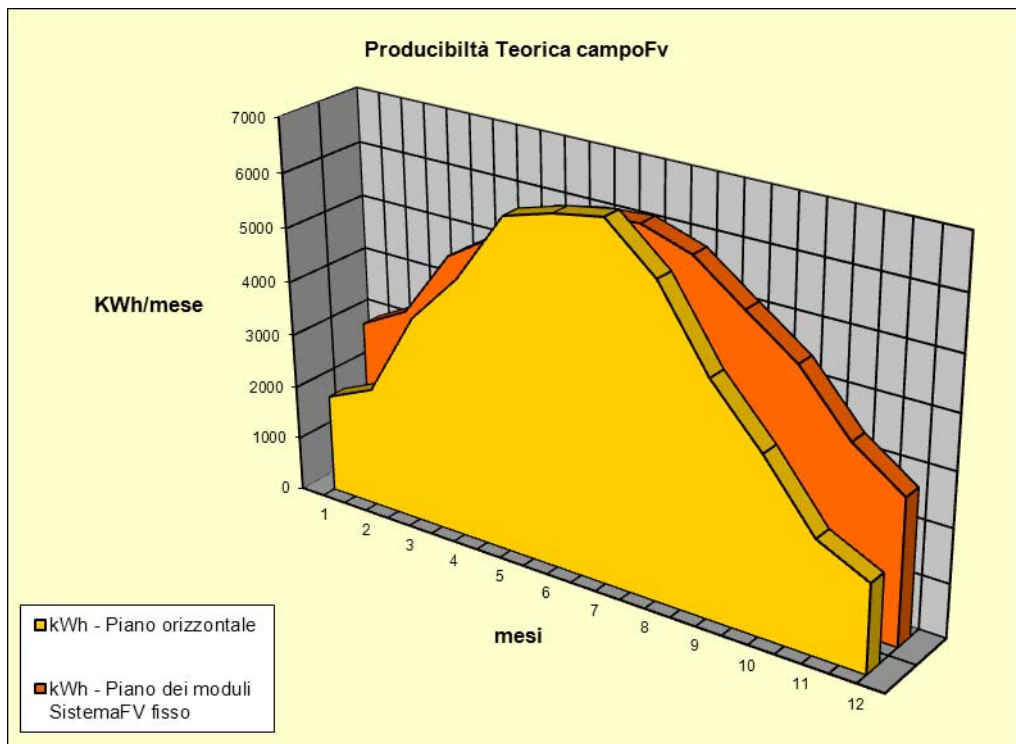
3.1 AMBITO DEL PROGETTO: riduzione inquinamento e risparmio energetico.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico ed immessa in rete (42107 kWh) consentirà di evitare emissioni di CO₂ pari a 28422 kg/anno che considerando la vita media dell'impianto di 20 anni si eviteranno emissioni di CO₂ pari a 568 ton

Emissioni Evitate CO₂ [Kg/anno]	TEP/anno	Emissioni Evitate NO_x [Kg/anno]
28422	9,7	63,2
		
568	193,7	1,3
Emissioni Evitate CO₂ 20anni [ton]	TEP 20anni	Emissioni Evitate NO_x [ton] 20anni

Nei grafici che seguono si riporta la producibilità teorica su base mensile, calcolata secondo i dati di radiazione UNI ed ENEA.

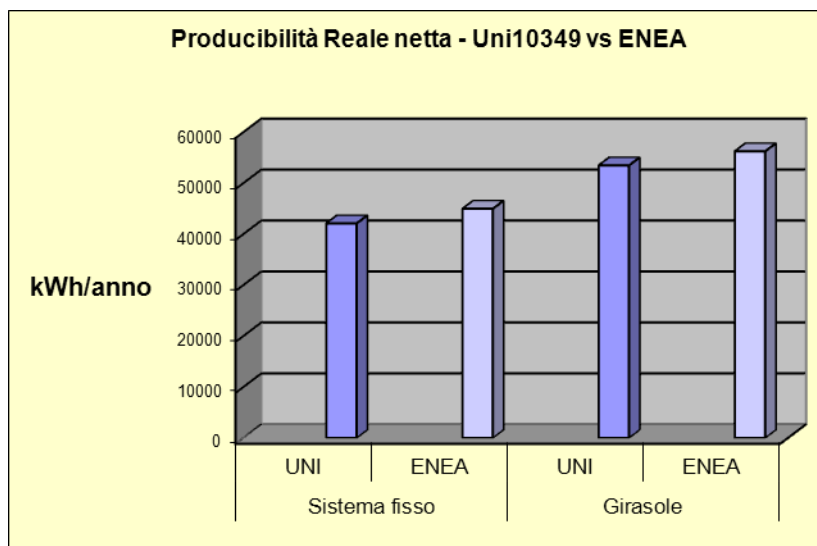




Producibilità teorica mensile

Considerando che l'impianto in oggetto sarà di tipo fisso solare e stimando le perdite in circa al 17.46 %, il rendimento dell'impianto è di oltre 10000 kWh/anno, nel grafico che segue si riporta il confronto tra la producibilità reale netta del sistema fisso e la producibilità del sistema a inseguimento.

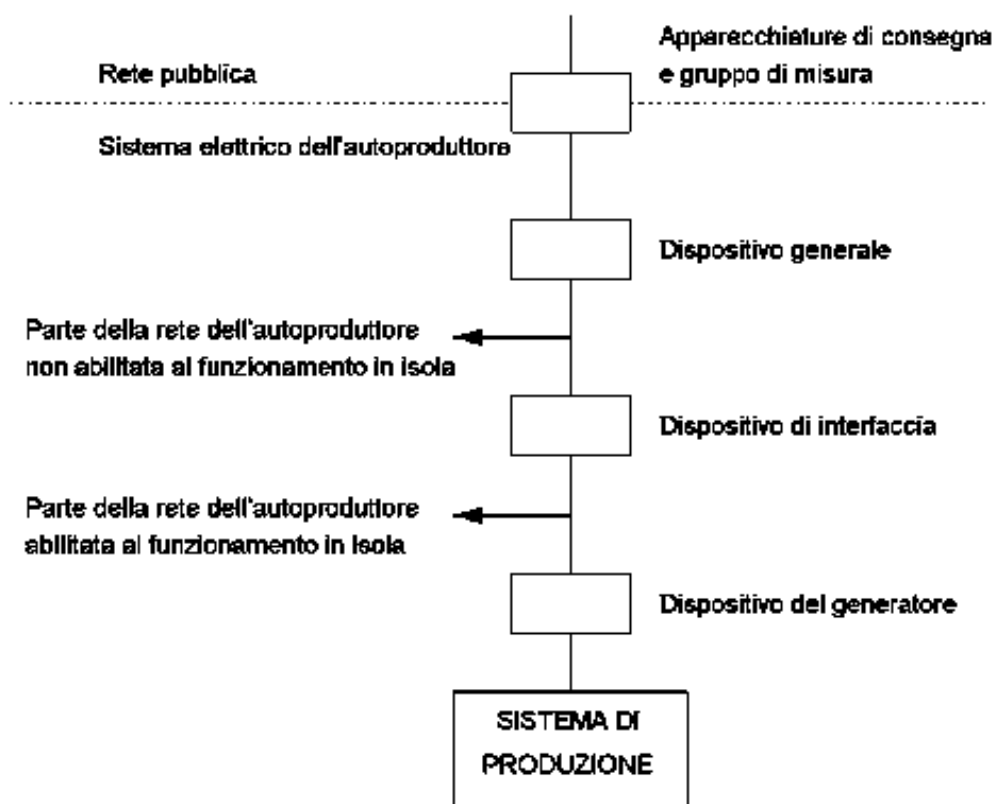
Producibilità Reale Netta Impianto UNI 10349 [kWh/anno]	Producibilità Netta Impianto kWh/a/kWp
42107	1303,6
Producibilità Reale Netta Impianto ENEA [kWh/anno]	Producibilità Netta Impianto ENEA [kWh/a/kWp]
44980	1392,6



4. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

4.1 Configurazione del sistema

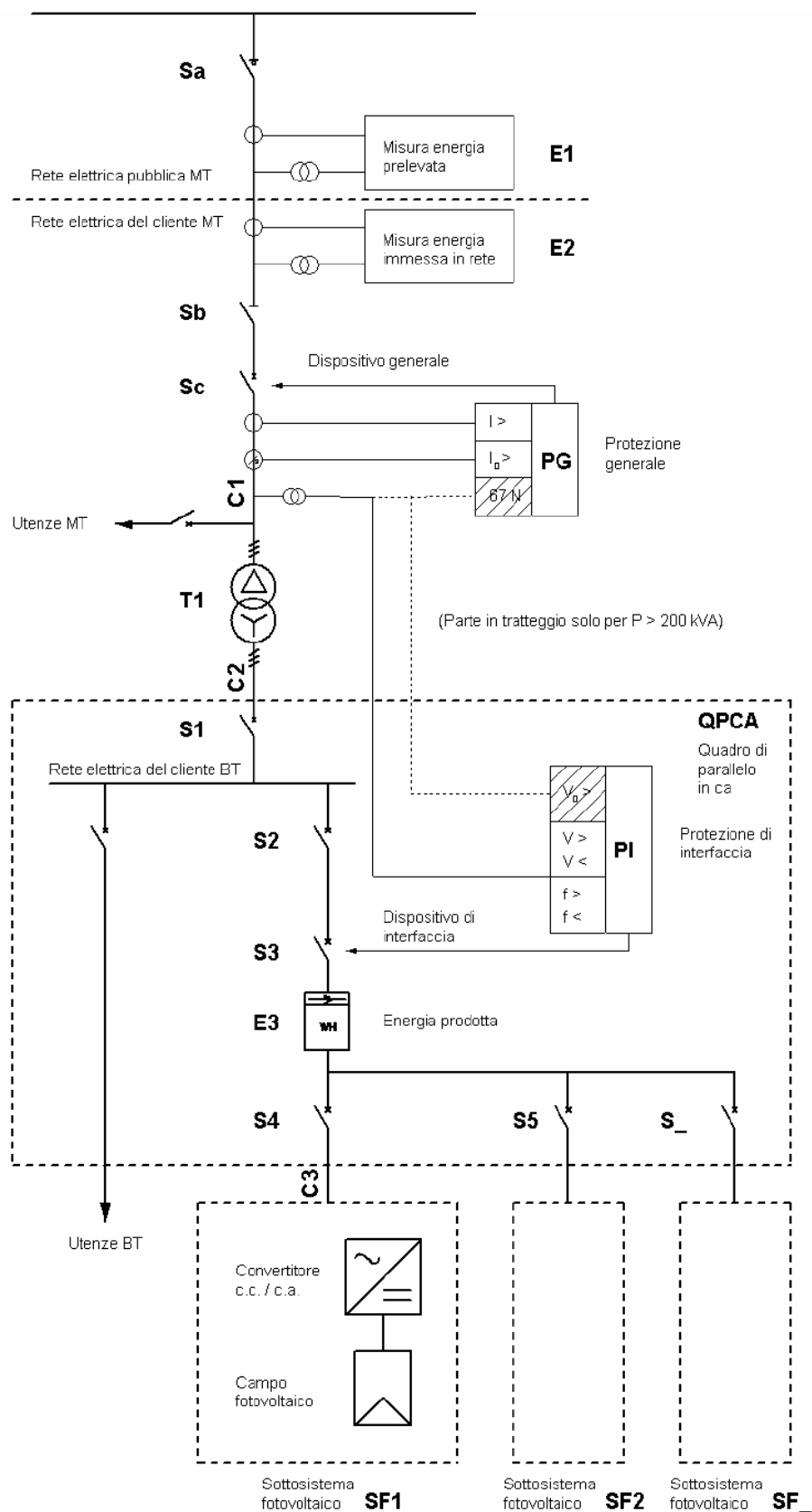
La configurazione del sistema di produzione funzionante in parallelo alla rete del distributore, in accordo con la Norma CEI 11-20, è riportata schematicamente nella figura di seguito riportata.



Configurazione del sistema di produzione

La potenza del generatore fotovoltaico, pari a 10 kWp, è intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni standard (STC: Standard Test Condition), le quali prevedono irraggiamento pari a 1000 W/m^2 con distribuzione dello spettro solare di riferimento di $AM=1,5$ e temperatura delle celle di 25°C , secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

Essendo la potenza da installare maggiore di 10 kW la consegna dell'energia alla rete Enel sarà del tipo trifase in media tensione a 20kVca /50 hz. La configurazione di dettaglio dell'impianto in parallelo alla rete MT del distributore sarà configurato come nella figura che segue.



Schema unificare generale del sistema di produzione

Nel paragrafo 5 sono riportati i criteri indicativi per il dimensionamento del generatore fotovoltaico. Tutto il sistema sarà dimensionato per avere una potenza attiva effettiva, ai morsetti lato corrente alternata nel punto di consegna, pari ad almeno il 75% della potenza nominale del campo fotovoltaico, riferita alle particolari condizioni d'irraggiamento.

Al fine di realizzare idonei sistemi di protezione per la sicurezza, di tenere elevata l'affidabilità del sistema, e di assicurare una elevata continuità dell'esercizio, si gestirà il campo fotovoltaico come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra (sistema flottante). Il generatore fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, indipendentemente dai circuiti in corrente alternata, in quanto l'inverter selezionato è dotato di isolamento galvanico (trasformatore d'isolamento) tra i circuiti in corrente continua del generatore fotovoltaico e la parte dei circuiti in corrente alternata. In tal caso la norma CEI 64-8, che detta le prescrizioni per la protezione contro i contatti indiretti, prescrive il controllo continuo dell'isolamento del sistema dc del tipo IT tramite un controllore continuo dell'isolamento, il quale avverte con un segnale acustico e visivo il verificarsi di un primo guasto a terra, interrompendo il circuito e quindi il servizio, dando la possibilità agli operatori di intervenire tempestivamente per la ricerca ed eliminazione del guasto.

A tale scopo, le cornici dei moduli verranno collegate fra loro e verso massa con cavo di opportuna sezione. Tutte le masse dell'impianto vanno collegate tra loro con conduttori di protezione ed all'impianto di terra unico dell'edificio su cui sono installate.

Il sistema sarà, altresì, dotato di controllo della componente continua sul lato ac che bloccherà l'inverter tramite intervento di opportuno dispositivo di interfaccia.

4.2 Componenti dell'impianto

I componenti dell'impianto fotovoltaico collegato in parallelo alla rete sono:

- ☐ Moduli fotovoltaici;
- ☐ Strutture d'appoggio dei moduli fotovoltaici e inseguitori;
- ☐ Convertitore statico corrente continua/corrente alternata;
- ☐ Quadro di campo;
- ☐ Cavi di cablaggio;
- ☐ Sezione di misura e gruppo interfaccia dati;
- ☐ Sezione di trasformazione BT / MT 400 V / 20 kV
- ☐ Quadro di consegna dell'energia.

La centrale fotovoltaica, di potenza nominale pari a 10 Kwh, sarà composta sommariamente dai seguenti elementi:

- N.ro 40 moduli FV in silicio multicristallino;
- N.ro 1 Inverter;

- Nr.1 Quadro MT e trasformatore MT;
- Altro (cavi, cassette stringa, quadri di campo, ecc.).
- N.ro 4 cassette stringa
- N.ro 1 Contatore fiscale di energia mdello MT851
- N.ro 1 Quadro MT BASE
- N.ro 1 Scomparto "RM-C" – Arrivo linea da ENEL con Misure Fiscali;
- Scomparto "RM-F" - Misura di Tensione;
- Scomparto "DS-RA"- Protezione generale con interruttore;
- SVF5740 per DK5740, n° 1 Gruppo UPS modello KI500 a norma ENEL DK 5600;
- Trasformatore MT in resina, livello isolamento 24kV a perdite ridotte;
- Centralina termometrica standard tipo TSX1 per trasformatore MT;
- Box autoportante fornito smontato in KIT per trafo MT da 100KVA a 315KVA.

4.3 Moduli fotovoltaici e campo

I moduli fotovoltaici considerati per il progetto saranno del tipo con 60 celle in silicio multicristallino collegate in serie tra loro.

Le caratteristiche elettriche tipiche dei moduli, misurate in condizioni standard dovranno essere pari a quelle dei migliori moduli in silicio monocristallino di tipo commerciale. Nella stesura del presente documento, sono stati considerati moduli al silicio multicristallino con potenza di circa 245Wp. Tali dati sono stati utilizzato per avere indicazioni sia per l'inserimento funzionale del generatore fotovoltaico che per il dimensionamento elettrico. Con tale riferimento il generatore fotovoltaico risulterà costituito da circa 40 moduli aventi una potenza unitaria di circa 245 Wp montati a terra su strutture metalliche fisse inclinate a 30°.

La potenza complessiva del generatore fotovoltaico è data dalla somma delle potenze di picco dei singoli moduli, pertanto essa sarà pari a 10 Kwp; il generatore sarà disposto in stringhe, sub-campi e campi. Ogni modulo fotovoltaico sarà dotato di diodi di by-pass montati nella scatola di connessione avente un grado di protezione IP65.

Caratteristiche dei moduli

Caratteristiche in condizioni standard dei moduli fotovoltaici:

(condizioni standard: $A_m=1,5$; $E=1Kw/mq$; $T=25^{\circ}C$)

Specifiche elettriche @ STC - Condizioni standard di test (AM1,5, 1.000 W/m², temperatura della cella di 25 °C):

Tipo di modulo		BMU-227	BMU-233	BMU-239	BMU-245
Potenza di picco	P_{MPP} [W]	227	233	239	245
Corrente di corto circuito	I_{SC} [A]	8,35	8,45	8,56	8,65
Tensione di circuito aperto	V_{OC} [V]	37,1	37,5	37,8	38,1
Corrente alla potenza di picco	I_{MPP} [A]	7,80	7,90	8,00	8,15
Tensione alla potenza di picco	V_{MPP} [V]	29,2	29,5	29,8	30,2
Efficienza della cella	η_C [%]	15,5	16,0	16,4	16,8
Efficienza del modulo	η_M [%]	13,9	14,3	14,6	15,0

Altre classi di potenza disponibili su richiesta.

L'efficienza del modulo a bassa irradiazione (200 W/m²) diminuisce al 95,7% rispetto all'irradiazione STC.

Specifiche elettriche:

Tipo di celle solari		Silicio multicristallino
Dimensioni delle celle solari		156 mm x 156 mm (6+")
Numero di celle		60 in serie
Tolleranza di potenza		0/+6 W
Coefficiente di temperatura di corrente	α	+ 5,5 mA/°C
Coefficiente di temperatura di tensione	β	- 120 mV/°C
Coefficiente di temperatura di potenza	γ	- 0,40 %/°C
Tensione massima del sistema		1.000 V (Classe di applicazione A)
NOCT		44 °C
Corrente inversa massima		13 A

Caratteristiche della stringa

Ogni stringa sarà composta da 6 moduli collegati in serie tra loro.

Potenza di picco della stringa	1.47 kWp
Tensione a vuoto della stringa	531 V
Corrente di corto circuito della stringa	5.50 A
Tensione al punto di massima potenza della stringa	434,78 V
Corrente al punto di massima potenza della stringa	4.83 A

Le 92 stringhe saranno collegate in parallelo nel quadro di parallelo di sottocampo (sting box).

4.2.2 Strutture di appoggio dei moduli

La struttura di sostegno sarà composta da un telaio formato da un ordito di listelli in acciaio anodizzato imbullonati al telaio generale dell'inseguitore solare. I moduli fotovoltaici avranno prestazioni meccaniche idonee a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente.

Condizioni di progetto:

I carichi agenti sulle strutture sono:

- peso proprio (P_{pp}),
- neve (P_n),
- vento (P_v).

Altri carichi quali il sisma e la temperatura vengono trascurati perché meno gravosi e non cumulabili con i carichi considerati (vento e sisma) o perché non comportano significativi stati tensionali (strutture isostatiche). I carichi da neve e da vento vengono combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente per il calcolo delle sollecitazioni agenti sulle strutture.

4.4 Convertitore statico cc/ca

Il sistema di conversione costituisce l'interfaccia tra il campo fotovoltaico e la rete locale dell'ENEL.

Il condizionamento della potenza consiste fondamentalmente delle seguenti parti:

- Filtro lato corrente continua;
- Ponte a semiconduttori;
- Unità di controllo;
- Filtro d'uscita;
- Trasformatore.

Il convertitore statico DC/AC sarà un inverter a commutazione forzata che, funzionando in parallelo con la rete dell'ENEL, le fornirà l'energia generata dal campo fotovoltaico, inseguendo il punto di massima potenza. L'inverter avrà una protezione appropriata in modo che, in caso di distacco dalla rete ENEL, venga isolato e non possa funzionare in isola. L'inverter in servizio produrrà un rumore inferiore a 70 dB. L'inverter non sarà affetto da interferenza elettromagnetica; avrà filtri per impedire interferenze con radiofrequenze sui lati entrata uscita, secondo CEI 110-6/7 e 8.

4.4.1 Quadro di campo

Il parallelo delle stringhe verrà realizzato in un quadro di campo, ciascuna stringa sarà collegata ad un sezionatore sotto carico adatto alla tensione continua a circuito aperto.

Il parallelo delle stesse sarà effettuato su un sistema di sbarre dal quale si riparte con un sezionatore generale per il collegamento all'inverter. I terminali positivi delle stringhe saranno

connessi ad opportuni diodi di blocco prima di essere collegati in parallelo tra di loro. I terminali di ogni stringa nel quadro di campo sono connessi a terra singolarmente tramite scaricatore di sovratensione. Dal quadro di campo con un cavo di opportuna sezione e tramite sezionatore, verrà realizzato il collegamento elettrico con la sezione di arrivo del convertitore statico. Gli ingressi e le uscite saranno tutti provvisti del relativo pressacavo. Il quadro sarà del tipo per esterno con grado di protezione IP65, conforme alle norme EN 60439-1 e IEC 439-1.

4.4.2 Cavi elettrici e cablaggio

I cavi saranno dimensionati e concepiti in modo da semplificare e minimizzare le operazioni di cablaggio e, con particolare attenzione a limitare le cadute di tensione.

I cavi dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- ☐ Tipo autoestinguenti e non propaganti l'incendio;
- ☐ Cavi del tipo unipolari per i circuiti di potenza;
- ☐ Estremità stagnate oppure terminate con idonei capicorda.

Verranno installati tubi e/o passerelle portacavi per la protezione meccanica dei cavi nelle discese, garantendo, per il collegamento cavi ai quadri, un livello di protezione analogo a quello dei quadri stessi.

4.5 BOX PREFABBRICATO PER CABINA ELETTRICA E CABINA DI TRASFORMAZIONE

Il box da adibire a cabina elettrica BT ed MT sarà realizzato in cemento prefabbricato e preassemblato con tutte le apparecchiature ed impianti necessari ed installato in prossimità della cabina di trasformazione prevista per la fornitura dell'energia elettrica alla struttura.

In modo particolare conterrà:

4.5.1 Quadro sezione arrivi.

Contenete apparecchiature di sezionamento e protezione delle linee elettriche di ogni singolo sottocampo ed un sistema di sbarre al quale faranno capo tutte le uscite dei sottocampi convogliandole verso un unico sistema trifase. Un interruttore generale quadripolare provvederà ad alimentare il lato BT del trasformatore per predisporre la consegna in rete in MT.

4.5.2 Quadro sezione misure – Acquisizione dati – Sistema interfaccia rete

Contenente tutte le apparecchiature di misura e controllo dell'impianto, la registrazione e la visione di tutti i parametri di ogni inverter tramite il sistema di acquisizione dati ed il sistema di interfaccia rete conforme alle norme CEI 11-20 ed alle specifiche ENEL DK5950 di Febbraio 2002.

4.5.3 Scomparto trasformatore.

Contenente il trasformatore di tensione con avvolgimento in resina da 250 kVA – 380/20.000 V. Tutte le apparecchiature di segnalazione parametri elettrici lato BT ed MT e di protezione del trasformatore.

4.5.4 Quadro MT

Il quadro di media tensione conterrà i sezionatori sotto carico MT 20 kV /50Hz, le segnalazioni dei parametri elettrici del trasformatore, il trasformatore per i servizi ausiliari, l'interruttore MT per consegna energia in rete Enel e quant'altro necessario per dare l'opera completa e conforme alle vigenti normative.

4.6 COLLEGAMENTI ELETTRICI

Tutti i collegamenti elettrici saranno realizzati per mezzo di cavi a doppio isolamento (conduttore in rame, isolante e guaina in PVC) con grado di isolamento pari a 1kV. Le stringhe di moduli saranno realizzate con cavi interposti fra le scatole di terminazione di ciascun modulo e staffati sulle strutture di sostegno. Il collegamento fra moduli e fra stringa ed inverter saranno realizzate con cavo a doppio isolamento tipo H07RN-F sez. 1x4 mmq. Il sistema di cablaggio dell'impianto comprenderà tutti i materiali accessori quali: canaline, tubi portacavi, cassette e scatole viadotto interrato, opere edili e tutto quanto occorrente per dare l'opera completa e realizzata a regola d'arte. Tutti gli organi di manovra sono interni e garantiscono il distacco automatico con sezionamento in caso di mancanza rete ed il riallaccio automatico al ripristino della rete. L'equipotenzialità dei componenti il sistema sarà garantita mediante giunzioni meccaniche e cavallotti di messa a terra. Gli elementi saranno collegati alla rete di terra esistente mediante corda di rame di opportuna sezione.

5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA

Il sistema fotovoltaico è stato dimensionato secondo i seguenti parametri.

irraggiamento su piano inclinato ed orientato				
UNI 10349-UNI8477		MJ/mq/g	Kwh/mq/g	kWh/mq/giorno
ρ				Azimut= 0 Tilt= 30
GENNAIO	0,2	6,00	1,67	2,55
FEBBRAIO	0,2	8,20	2,28	3,04
MARZO	0,2	11,90	3,31	3,90
APRILE	0,2	15,70	4,36	4,54
MAGGIO	0,2	19,70	5,47	5,24
GIUGNO	0,2	22,80	6,33	5,82
LUGLIO	0,2	23,80	6,61	6,18
AGOSTO	0,2	22,70	6,31	6,43
SETTEMBRE	0,2	15,50	4,31	4,92
OTTOBRE	0,2	11,10	3,08	4,10
NOVEMBRE	0,2	6,90	1,92	2,87
DICEMBRE	0,2	5,30	1,47	2,34
Irrag. Medio giorno		14,13	3,93	4,33
Irrag. Medio anno		5158,67	1432,96	1579,4

Utilizzando, per l'irraggiamento, i dati riportati nella precedente tabella ed assumendo un rendimento del sistema pari al 75% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico è possibile stimare l'energia che il sistema sia in grado di produrre. Al fine della valutazione dell'energia che il sistema produrrà consideriamo le seguenti caratteristiche del generatore fotovoltaico.

Efficienza nominale del generatore fotovoltaico:						
En = Pn/Sg =		0,150	pari al			
E(o.m.a.) = 75% di En =		0,112	pari al		11,24%	
(efficienza operativa media annua dell'impianto)						

Ep = E(o.m.a.) x E_annua_I_mq =				177,6			
(energia elettrica annua producibile per metro quadro)							

dove:									
$E_{\text{annua}} I_{mq}$ è pari	alla quantità di energia solare incidente sul piano del generatore								
$E = E_p \times S_g =$	38309,0	kwh/anno			38,309	Mwh/anno			
(energia elettrica annua producibile dall'impianto fotovoltaico)									
dove:									
S = superficie del piano dei moduli espressa in metri quadri intesa come somma delle superfici dei moduli									

caratteristiche del modulo a STC

TIPO MODULO	245Wp
potenza di picco (Wp)	245
Corrente di corto circuito (Isc)	8,65
Tensione di circuito aperto (Voc)	38,1
Tensione al punto di massima potenza (Vmp)	30,2
Corrente al punto di massima potenza (Imp)	8,15
Nominal operating cell temperature (NOCT)	44
Cambiamento di Voc con la temperatura	-90
Dimensioni	1649x991
superficie mq	1,634159
Rendimento del modulo	

caratteristiche della stringa

numero di moduli	6
potenza di picco (Wp)	1470
Corrente di corto circuito (Isc)	8,65
Tensione di circuito aperto (Voc)	228,6
Tensione al punto di massima potenza (Vmp)	181,2
Corrente al punto di massima potenza (Imp)	8,15
Voc alla NOCT temperatura	226,89
Cambiamento di Voc alla max temperatura	226,35
Cambiamento di Voc alla min temperatura	231,75
Dimensioni	1649x991
Peso	

Considerando le stringhe costituite da 12 moduli, 2 sub campi da 46 stringhe in parallelo risulta:

caratteristiche sub campo

numero di moduli	132
potenza di picco (Kwp)	32,34
Corrente di corto circuito (Isc)	190,3
Tensione di circuito aperto (Voc)	228,6
Tensione al punto di massima potenza (Vmp)	181,2
Corrente al punto di massima potenza (Imp)	179,3
Voc alla NOCT temperatura	226,89
Cambiamento di Voc alla max temperatura	226,35
Cambiamento di Voc alla min temperatura	231,75
superficie	215,709

caratteristiche del campo o generatore PV		
numero di moduli		264
potenza di picco	(Kwp)	64,68
Corrente di corto circuito	(Isc)	380,6
Tensione di circuito aperto	(Voc)	228,6
Tensione al punto di massima potenza	(Vmp)	181,2
Corrente al punto di massima potenza	(Imp)	358,6
Voc alla NOCT temperatura		226,89
Cambiamento di Voc alla max temperatura		226,35
Cambiamento di Voc alla min temperatura		231,75
superficie		431,418

6. VERIFICHE DI COLLAUDO SULL'IMPIANTO

Le verifiche di collaudo previste sono elencate nel seguito:

- ☐ Esame a vista per accertare la rispondenza dell'opera e dei componenti alle prescrizioni tecniche e di installazione previste dal progetto definitivo;
- ☐ Verifica sulle stringhe fotovoltaiche:
 - ▶ misura dell'uniformità della tensione a vuoto
 - ▶ misura dell'uniformità della corrente di corto circuito
- ☐ Misura della resistenza di isolamento dei circuiti tra le due polarità lato corrente continua e terra e lato alternata tra conduttori e terra;
- ☐ Il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- ☐ La condizione $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$ ove:
 - ▶ P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%,
 - ▶ P_{nom} è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico,
 - ▶ I è l'irraggiamento (in W/m^2) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3%,
 - ▶ I_{STC} , pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni standard;
- ☐ La condizione $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$, ove P_{ca} è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- ☐ La condizione $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ☐ Altre verifiche di norma ove ritenute necessarie.