

# COMUNE DI MOLINELLA

## REALIZZAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA SU TERRENO AGRICOLO DI POTENZA DI PICCO PARI A 9,295 MWp E POTENZA NOMINALE PARI A 7,20 MWp

### Progetto Elettrico

Per. Ind. Massimo Ghesini  
Ing. Francesco Piergiovanni



### Progetto Linea Elettrica

Ing. Stelio Poli  
Geom. Chiara Baldi  
Geom. Valentina Cristofori

**polienergie**surl

### Ambiente

Ing. Roberta Mazzolani  
Ing. Davide Negrini

**Studio Associato Ne.Ma**  
Ingegneria Ambiente Sicurezza

Via Confini 24/a - 48015 Cervia (RA)  
P.IVA 02653670394

### Geologia e Acustica

Dott.ssa Giulia Bastia  
Dott. Maurizio Castellari  
Dott.ssa Marta Cristiani



### Progetto Strutturale

Ing. Gianluca Ruggi



### Progetto Architettonico

Arch. Antonio Gasparri  
Arch. Andrea Ricci Bitti

### Collaboratori

Arch. Claudio Calamelli  
Arch. Isabella Cevolani  
Arch. Agnese Di Tirro  
Arch. Beatrice Mari  
Arch. Francesco Ricci Bitti  
Arch. Valeria Tedaldi  
Dott. Cristian Griguoli



**COMMITTENTE: AM SOLAR SRL**

p.IVA 02700990399

Legale rappresentante: **Cristiano Vitali**

C.F. VTLCST67R26H199U

**PROGETTISTA:** Per. Ind. **Massimo Ghesini**

N. ELABORATO

# B1.1

ELABORATO

## PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO RELAZIONE E CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO

SCALA

## 1:---

RIFERIMENTO PRATICA

## IMPIANTO FV MASSARENTI

DATA

## 20/04/2022

REVISIONE

**General contractor**

**PROTESA**  
A COMPANY OF 

**Protesa spa**

Via Ugo la Malfa n.24 Imola 40026 (BO)

telefono 0542 644069 mail [info@protesa.net](mailto:info@protesa.net) sito [www.protesa.net](http://www.protesa.net)

Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate.  
In mancanza di rispetto gli Interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

file 4289\_d\_B1.1\_targ.dwg

r\_emi.ro.Giunta - Prot. 26/04/2022.0405539.E Copia conforme dell'originale sottoscritto digitalmente da Ghesini Massimo

***RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA***

***PROGETT DEFINITIVO***

## **PROGETTO DEFINITIVO**

PER LA REALIZZAZIONE DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 9295,44 kW<sub>p</sub> lato CC / **7200 kW lato AC**

DENOMINATO

**AM SOLAR - Massarenti 1**

SITO NEL COMUNE DI

Molinella (BO)

Via Rovere

# **RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA**

## **INDICE**

<b>PRIMA SEZIONE.....</b>	<b>4</b>
CARATTERISTICHE GENERALI.....	4
1.1 Oggetto e scopo.....	4
1.2 Designazione delle opere da eseguire.....	4
1.3 Dati ambientali del sito di installazione.....	5
CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI.....	6
2.1 Leggi, decreti e norme tecniche. ....	6
RELAZIONE TECNICA.....	12
3.1 Dati generali dell'impianto .....	12
3.2 Sito di installazione.....	12
3.3 Dimensioni dell'impianto.....	13
3.4 Descrizione dell'impianto .....	13
3.5 Radiazione solare.....	14
3.6 Esposizioni .....	16
3.7 Generatore Cabina C3 - sezione 1 .....	17
3.8 Generatore Cabina C4 - sezione 2 .....	21
3.9 Generatore Cabina C5 - sezione 3 .....	25
3.10 Strutture di ancoraggio moduli fotovoltaici .....	29
3.11 Fornitura e rete d'energia .....	29
3.12 Distribuzione dell'energia.....	29
3.13 Cavi elettrici e cablaggi.....	30
3.14 Quadristica principale.....	31
3.15 Sistemi di Protezione .....	31
3.16 Impianto di dispersione verso terra .....	33
3.17 Sganci di sicurezza .....	35
3.18 Impianti ausiliari .....	35

3.19 Scavi e polifore .....	36
3.20 Verifiche periodiche .....	36
3.21 Prescrizioni relative al D.Lgs. 81/2008.....	36
ALLEGATO "A" .....	37
DATA SHEET PANNELLI FOTOVOLTAICI .....	37
ALLEGATO "B" .....	40
DATA SHEET INVERTER .....	40
ALLEGATO "C" .....	43
TIPICO STRUTTURA DI SUPPORTO AD INSEGUIMENTO SOLARE.....	43
ALLEGATO "D" .....	45
CALCOLI RETE ELETTRICA PRINCIPALE MT/bt.....	45

## **PRIMA SEZIONE**

### **CARATTERISTICHE GENERALI**

#### **1.1 Oggetto e scopo**

Il documento ha lo scopo di fornire una generale descrizione tecnica del progetto di realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

L'impianto verrà installato a terra nel Comune di Molinella (BO) su apposite strutture ad inseguimento del sole a singolo asse, l'asse della struttura sarà nord-sud pertanto i moduli avranno un'esposizione est-ovest ad inseguimento.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza totale di 9295,44 kWp lato CC / **7200 kW lato AC**.

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica di bassa tensione. Il sistema a progetto vuole essere del tipo a cessione totale dell'energia prodotta.

Nel seguito sono raccolte le linee guida generali della progettazione ed una descrizione motivata delle scelte tecniche.

#### **1.2 Designazione delle opere da eseguire**

Le opere da eseguire alle condizioni del presente Capitolato risultano le seguenti:

- Posa in opera di moduli fotovoltaici;
- Posa in opera di strutture d'appoggio e sostegno portante campo fotovoltaico;
- Fornitura e posa in opera di quadri elettrici al servizio dell'impianto fotovoltaico;
- Fornitura e posa in opera di sistema di condizionamento della potenza;
- Fornitura e posa in opera distribuzione principale e secondaria;
- Realizzazione della connessione alla rete di terra.

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici specificati sopra, valgono quelle stabilite dalle vigenti norme CEI/IEC.

Definizioni particolari, ove ritenuto necessario e utile, sono espresse, in corrispondenza dei vari impianti, nei rispettivi articoli del presente Capitolato.

## 1.3 Dati ambientali del sito di installazione

La produzione elettrica annua di un impianto fotovoltaico dipende da diversi fattori:

- radiazione solare incidente sul sito d'installazione;
- orientamento ed inclinazione della superficie dei moduli;
- assenza/presenza di ombreggiamenti;
- prestazioni tecniche dei componenti dell'impianto (moduli, inverter ed altre apparecchiature).

A tal proposito per la valutazione della producibilità dell'impianto in oggetto ci si è riferiti ai dati normati nelle tabelle UNI 10349.

## **SECONDA SEZIONE**

### **CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI IMPIANTI**

#### **2.1 Leggi, decreti e norme tecniche.**

Tutti gli impianti elettrici ed ausiliari devono essere realizzati a "regola d'arte" in conformità alla legge 186/68 alla legge 46/90 ed al Decreto 22/01/2008 n.37; inoltre devono essere osservate tutte le disposizioni del presente progetto e della direzione lavori.

L'impresa esecutrice dovrà anche prevedere quant'altro non espressamente specificato ma necessario alla buona riuscita dei lavori conformemente alle prescrizioni di legge.

Gli apparecchi e i materiali impiegati devono risultare adatti all'ambiente nel quale sono installati e devono resistere a tutte quelle azioni termiche, meccaniche, corrosive o dipendenti dall'umidità di possibile riscontro durante il funzionamento e l'esercizio.

I materiali e le apparecchiature devono essere corredate del marchio di qualità IMQ e corrispondenti alle specifiche costruttive delle norme CEI e delle tabelle UNEL, nonché essere dotate di marcatura CE relativa alla normalizzazione europea.

Nella progettazione si è tenuto conto delle normative e disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

Si richiamano nel seguito le principali norme e leggi che regolamentano le attività di progettazione e costruzione degli impianti elettrici:

#### **Leggi e Decreti**

- D.P.R. 27 aprile 1955, n. 547 (abrogato dal D D.L. 9 aprile 2008, n. 81): Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- Legge 1° marzo 1968, n. 186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici
- Legge 18 ottobre 1977, n. 791: Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità europee (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione – bassa tensione
- Legge 5 marzo 1990, n. 46: Norme per la sicurezza degli impianti (abrogata dall'entrata in vigore del D.M. 22 gennaio 2008, ad eccezione degli articoli 8, 14 e 16)
- D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447: Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti (abrogato dall'entrata in vigore del D.M. 22 gennaio 2008)
- D.P.R. 18 aprile 1994, n. 392: Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza
- D.L. 19 settembre 1994, n. 626 (abrogato dal D D.L. 9 aprile 2008, n. 81): Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
- D.M. 16 gennaio 1996: Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
- Circolare 4 luglio 1996: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996
- D.L. 19 marzo 1996, n. 242: Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
- D.L. 12 novembre 1996, n. 615: Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989,

in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata e integrata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93/97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993

- D.L. 25 novembre 1996, n. 626: Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione
- D.L. 16 marzo 1999, n. 79: Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica
- Legge 13 maggio 1999, n. 133: Disposizioni in materia di perequazione, razionalizzazione e federalismo fiscale [in particolare art. 10 comma 7: l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kWp, anche collegati alla Rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali]
- D.M. 11 novembre 1999: Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79
- DPR 22 ottobre 2001, n. 462: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
- Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3431: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica
- D.L. 29 dicembre 2003, n. 387: Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità
- Legge 23 agosto 2004, n. 239: Riordino del settore energetico, nonché delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia
- Ordinanza PCM 3 maggio 2005, n. 3431: Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.M. 28 luglio 2005: Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
- D.M. 6 febbraio 2006: Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare
- D.M. 19 febbraio 2007: Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003
- D.M. 22 gennaio 2008 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici Nota: Ai sensi dell'articolo 3, comma 1, della legge n. 17 del 2007, con l'entrata in vigore di questo regolamento sono abrogati:
  - il regolamento di cui al D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447,
  - gli articoli da 107 a 121 del testo unico di cui al D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380,
  - la legge 5 marzo 1990, n. 46, ad eccezione degli articoli 8, 14 e 16, le cui sanzioni trovano applicazione in misura raddoppiata per le violazioni degli obblighi previsti dallo stesso regolamento
- D.L. 9 aprile 2008, n. 81: "Testo sulla sicurezza sul lavoro" - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

## **Moduli fotovoltaici**

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1:

Prescrizioni per la costruzione;

- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

### **Altri componenti degli impianti fotovoltaici**

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

### **Progettazione fotovoltaica**

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

### **Impianti elettrici e fotovoltaici**

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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 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 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- 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  $\leq 16$  A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- 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 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

### **Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica**

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

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

### **Norme**

Le norme riportate si riferiscono a condizioni normali di progetto e installazione. Qualora l'impianto fotovoltaico sia realizzato in zone, su strutture o in ambienti soggetti a normativa specifica dovranno essere adottate le norme applicabili al caso specifico.

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990
- CEI EN 60445
- CEI (16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori
- CEI 11-27: Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14: Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori

### **Quadri elettrici**

- CEI 17-113/1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- CEI 17-113/2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Prescrizioni particolari per i condotti sbarre.
- CEI 17-113/3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD
- CEI 17-114 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza
- CEI 17-116 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3:

Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)

- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

## Energia solare

- UNI 8477-1: Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
- UNI EN ISO 9488: Energia solare - Vocabolario
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici
- UNI 10349-1:2016 - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- UNI /TR 11328-1:2009 "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

## 2.2 Definizioni sistema fotovoltaico

- Cellula PV: Dispositivo PV fondamentale in grado di generare elettricità quando sia esposto a luce, in particolare a radiazione solare.
- Modulo PV: Minimo insieme di cellule PV completamente protetto contro gli agenti ambientali.
- Stringa PV: Circuito nel quale i moduli PV sono collegati in serie, in modo da consentire ad un pannello PV di generare la tensione di uscita richiesta.
- Pannello PV: Insieme di moduli PV e di altri necessari accessori collegati tra di loro meccanicamente ed elettricamente per costituire una unità di alimentazione in c.c.
- Campo PV: Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto.
- Scatola di giunzione di pannello PV: Involucro nel quale tutte le stringhe PV di qualsiasi pannello PV sono collegate elettricamente ed in cui possono essere situati dispositivi di protezione, se necessario.
- Generatore PV: Insieme di pannelli PV.
- Sistema di accumulo: Insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete di distribuzione o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete stessa (immissione e/o prelievo), anche se determinata da disconnessioni/riconnessioni volontarie di parte o tutto l'impianto. Sulla base di quanto sopra detto, qualsiasi sistema di accumulo, anche se connesso sul lato dc di un impianto di produzione, è da ritenersi sempre un generatore.

Non rientrano tra i sistemi di accumulo i soli sistemi che svolgono esclusivamente la funzione di:

assicurare la continuità dell'alimentazione,

migliorare la qualità della tensione (buchi di tensione, flicker, armoniche, dissimmetria, variazioni rapide) quali gli UPS

In caso di sistema di accumulo elettrochimico, i principali componenti sono le batterie, i sistemi di conversione mono o bidirezionale dell'energia, gli organi di protezione, manovra, interruzione e sezionamento in corrente continua e alternata e i sistemi di controllo delle batterie (Battery Management System, BMS) e dei convertitori. Tali componenti possono essere dedicati unicamente al sistema di accumulo o svolgere altre funzioni all'interno dell'impianto di Utente.

- Scatola di giunzione generatore PV: Involucro nel quale tutti i pannelli PV sono collegate elettricamente ed in cui possono essere situati dispositivi di protezione, se necessario.
- Cavo di stringa PV: Cavo che collega moduli PV per costituire una stringa PV.
- Cavo di pannello PV: Cavo di uscita di un pannello PV.
- Cavo principale PV c.c.: Cavo che collega la scatola di giunzione di pannello PV ai terminali c.c. del convertitore PV.
- Convertitore PV: Dispositivo che converte la tensione e la corrente continua in tensione e corrente alternata.
- Cavo di alimentazione PV: Cavo che collega i terminali c.a. dell'invertitore PV con un circuito di distribuzione dell'impianto elettrico.

- Modulo PV c.a.: Insieme integrato modulo/invertitore in cui i terminali di interfaccia sono unicamente in c.a. e nessun accesso è previsto al lato c.c.
- Impianto PV: Componenti elettrici di un sistema di alimentazione PV.
- Condizioni di prova normalizzate (STC): Condizioni di prova specificate nella Norma EN 60904-3 per cellule PV e per moduli PV.
- Tensione a vuoto in condizioni di prova normalizzate (UOC STC): Tensione, in condizioni di prova normalizzate, ai terminali di un modulo PV, di una stringa PV, di un pannello PV, di un generatore PV, non caricati (aperti), o sul lato c.c. di un convertitore PV.
- Corrente di cortocircuito in condizioni di prova normalizzate (ISC STC): Corrente di cortocircuito di un modulo PV, di una stringa PV, di un pannello PV o di un generatore PV, in condizioni normalizzate di prova.
- Lato c.c.: Parte di impianto PV compreso tra una cellula PV ed i terminali c.c. del convertitore PV.
- Lato c.a.: Parte di impianto PV compreso tra i terminali c.a. del convertitore PV ed il punto di collegamento del cavo di alimentazione PV all'impianto elettrico.
- Separazione semplice: Separazione tra circuiti o tra un circuito e la terra mediante isolamento principale.
- 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/m<sup>2</sup> 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.
- Angolo di azimuth: Angolo formato 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.

## **TERZA SEZIONE**

### **RELAZIONE TECNICA**

#### **3.1 Dati generali dell'impianto**

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a 9295,44 kWp lato CC / **7200 kW lato AC**.

COMMITTENTE	
Committente:	AM SOLAR - MASSARENTI 1

#### **3.2 Sito di installazione**

L'impianto presenta le seguenti caratteristiche:

DATI RELATIVI ALLA LOCALITA' DI INSTALLAZIONE	
Località:	Molinella Via Rovere
Latitudine:	044°36'04"N
Longitudine:	011°43'08"E
Altitudine:	8 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	23 % Erba secca, Erba verde

### 3.3 Dimensioni dell'impianto

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

### 3.4 Descrizione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 3 sezioni d'impianto composte da n°14084 moduli fotovoltaici e da n° 32 inverter.

La potenza nominale complessiva è di 9295,44 kWp lato CC / **7200 kW lato AC** per una produzione di **13570 MWh** annui.

Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 15 000 V.

### 3.5 Radiazione solare

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349 prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Molinella.

**TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE**

Mese	Totale giornaliero [MJ/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [MJ/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	4,24	131,44
Febbraio	8,3	232,4
Marzo	11,36	352,16
Aprile	16,03	480,9
Maggio	21,36	662,16
Giugno	22,22	666,6
Luglio	24,42	757,02
Agosto	19,22	595,82
Settembre	14,56	436,8
Ottobre	8,31	257,61
Novembre	5,06	151,8
Dicembre	3,18	98,58

**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	12492,718	387274,269
Febbraio	25584,499	716365,96
Marzo	32170,434	997283,439
Aprile	44904,398	1347131,931
Maggio	59087,742	1831719,993
Giugno	61225,452	1836763,574
Luglio	69540,749	2155763,205
Agosto	53182,591	1648660,312
Settembre	41244,339	1237330,177
Ottobre	23021,598	713669,531
Novembre	14407,677	432230,296
Dicembre	8581,506	266026,677

### 3.6 Esposizioni

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato con un sistema di inseguimento ad un asse per massimizzare l'irradiazione giornaliera.

**TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE**

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	1,035	0,518	0,043	1,597	49,503
Febbraio	2,377	0,817	0,077	3,27	91,568
Marzo	2,789	1,227	0,096	4,112	127,476
Aprile	3,958	1,656	0,125	5,74	172,195
Maggio	5,208	2,185	0,16	7,553	234,136
Giugno	5,379	2,284	0,163	7,826	234,781
Luglio	6,506	2,203	0,18	8,889	275,557
Agosto	4,637	2,013	0,148	6,798	210,737
Settembre	3,636	1,517	0,12	5,272	158,16
Ottobre	1,867	1,001	0,075	2,943	91,224
Novembre	1,155	0,637	0,05	1,842	55,249
Dicembre	0,607	0,456	0,033	1,097	34,004

### 3.7 Generatore Cabina C3 - sezione 1

Il generatore è composto da n° 4816 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	4816
Numero inverter:	11
Potenza nominale:	2475 kW
Grado di efficienza:	114,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	TRINASOLAR
Sigla:	VERTEX 660W
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	660 Wp
Rendimento:	21,2 %
Tensione nominale:	37,8 V
Tensione a vuoto:	45,7 V
Corrente nominale:	17,5 A
Corrente di corto circuito:	18,5 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1303 mm x 2384 mm
Peso:	38,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

### 3.7.1 Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ 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 la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 e CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (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.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima <sup>3</sup> 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 11 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	SUNGROW
Sigla	SG250HX - V113 SG-HX
Inseguitori	12
Ingressi per inseguitore	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	225 kW
Potenza massima	252,5 kW
Potenza massima per inseguitore	21 kW
Tensione nominale	1160 V
Tensione massima	1500 V

Tensione minima per inseguitore	500 V
Tensione massima per inseguitore	1500 V
Tensione nominale di uscita	800 Vac
Corrente nominale	600 A
Corrente massima	600 A
Corrente massima per inseguitore	50 A
Rendimento	0,99

### 3.7.2 Dimensionamento

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 660 \text{ Wp} * 4816 = 9\,295,44 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	4816	1 734,59	5 513 496,31

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 4640313,6 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per aumento di temperatura	3,7 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	2,0 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,0 %
Perdite per conversione	1,2 %
<b>Perdite totali</b>	<b>15,8 %</b>

### 3.7.3 Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Cabina C3 - sezione 1 soddisfa le seguenti condizioni:

#### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (914,4 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (500,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (1170,4 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (1500,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (1391,6 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (1391,6 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

#### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (37,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (50,0 A)

### 3.8 Generatore Cabina C4 - sezione 2

Il generatore è composto da n° 4816 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	4816
Numero inverter:	11
Potenza nominale:	2475 kW
Grado di efficienza:	114,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	TRINASOLAR
Sigla:	VERTEX 660W
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	660 Wp
Rendimento:	21,2 %
Tensione nominale:	37,8 V
Tensione a vuoto:	45,7 V
Corrente nominale:	17,5 A
Corrente di corto circuito:	18,5 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1303 mm x 2384 mm
Peso:	38,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

### 3.8.1 Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ 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 la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 e CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (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.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima <sup>3</sup> 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 11 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	SUNGROW
Sigla	SG250HX - V113 SG-HX
Inseguitori	12
Ingressi per inseguitore	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	225 kW
Potenza massima	252,5 kW
Potenza massima per inseguitore	21 kW
Tensione nominale	1160 V
Tensione massima	1500 V

Tensione minima per inseguitore	500 V
Tensione massima per inseguitore	1500 V
Tensione nominale di uscita	800 Vac
Corrente nominale	600 A
Corrente massima	600 A
Corrente massima per inseguitore	50 A
Rendimento	0,99

### 3.8.2 Dimensionamento

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 660 \text{ Wp} * 4816 = 9\,295,44 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	4816	1 734,59	5 513 496,31

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 4640313,6 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per aumento di temperatura	3,7 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	2,0 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,0 %
Perdite per conversione	1,2 %
<b>Perdite totali</b>	<b>15,8 %</b>

### 3.8.3 Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ☐ 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.);
- ☐ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ☐ messa a terra di masse e scaricatori;
- ☐ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Cabina C4 - sezione 2 soddisfa le seguenti condizioni:

#### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (914,4 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (500,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (1170,4 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (1500,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (1391,6 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (1391,6 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

#### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (37,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (50,0 A)

### 3.9 Generatore Cabina C5 - sezione 3

Il generatore è composto da n° 4452 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	4452
Numero inverter:	10
Potenza nominale:	2250 kW
Grado di efficienza:	116,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	TRINASOLAR
Sigla:	VERTEX 660W
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	660 Wp
Rendimento:	21,2 %
Tensione nominale:	37,8 V
Tensione a vuoto:	45,7 V
Corrente nominale:	17,5 A
Corrente di corto circuito:	18,5 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1303 mm x 2384 mm
Peso:	38,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

### 3.9.1 Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ 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 la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 e CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (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.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima <sup>3</sup> 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 10 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	SUNGROW
Sigla	SG250HX - V113 SG-HX
Inseguitori	12
Ingressi per inseguitore	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	225 kW
Potenza massima	252,5 kW
Potenza massima per inseguitore	21 kW
Tensione nominale	1160 V
Tensione massima	1500 V

Tensione minima per inseguitore	500 V
Tensione massima per inseguitore	1500 V
Tensione nominale di uscita	800 Vac
Corrente nominale	600 A
Corrente massima	600 A
Corrente massima per inseguitore	50 A
Rendimento	0,99

### 3.9.2 Dimensionamento

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 660 \text{ Wp} * 4452 = 9\,295,44 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	4452	1 734,59	5 096 778,57

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 4289592,2 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per aumento di temperatura	3,7 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	2,0 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	5,0 %
Perdite per conversione	1,2 %
<b>Perdite totali</b>	<b>15,8 %</b>

### 3.9.3 Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Cabina C5 - sezione 3 soddisfa le seguenti condizioni:

#### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (914,4 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (500,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (1170,4 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (1500,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (1391,6 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (1391,6 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

#### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (37,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (50,0 A)

### 3.10 Strutture di ancoraggio moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici dovranno essere installati su strutture idonee atte a permettere l'ancoraggio dei moduli fotovoltaici. Il sistema realizzato composto da moduli, ancoraggi e struttura di sostegno, dovranno avere prestazioni meccaniche idonee a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente.

Standard di carico:

- CNR-UNI 10012/85;
- D.M. 12 febbraio 1982;
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici n. 22631 del 24 maggio 1982
- Normative di calcolo: CNR-UNI 10011/88; D.M. 16/01/96.

### 3.11 Fornitura e rete d'energia

L'impianto sarà alimentato tramite una fornitura elettrica in media tensione (15kV).

L'architettura del sistema MT/bt di progetto dovrà rispettare le seguenti caratteristiche:

- Cabina elettrica di ricezione - C1
- Cabina elettrica di smistamento - C2
- Cabina elettrica di trasformazione sezione n°1 15/0.8kV – C3
- Cabina elettrica di trasformazione sezione n°2 15/0.8kV – C4
- Cabina elettrica di trasformazione sezione n°3 15/0.8kV – C5

Il sistema di distribuzione della rete di bassa tensione è di tipo TN-S con tensione 800Vac per quanto alla rete elettrica di potenza al servizio degli inverter CC/CA, per quanto alla distribuzione al servizio dei servizi di cabina, illuminazione campo fotovoltaico, ecc dovrà essere realizzata mediante appositi trasformatori di tensione 800/400Vac.

Per quanto al servizio di continuità dell'energia (rete UPS) al servizio agli ausiliari di cabina questa sarà garantita tramite appositi gruppi statici dislocati in ogni cabina in funzione delle necessità di carico (gruppi UPS conformi alla norma CEI 0-16).

### 3.12 Distribuzione dell'energia

La distribuzione principale e secondaria dell'energia e dei vari sistemi di impianti speciali, sarà realizzata tramite la posa di condutture in esecuzione interrata.

La distribuzione si organizzerà secondo la seguente architettura:

- polifore al servizio delle reti di Energia Media Tensione;
- polifore al servizio delle reti di Energia Bassa Tensione;
- polifore al servizio dei Sistemi Speciali.

Le condutture così realizzate saranno completamente indipendenti e separate le une dalle altre ottenendo delle vie cavo esclusive per ogni sistema.

### 3.13 Cavi elettrici e cablaggi

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo H1Z2Z2-K classe di reazione al fuoco Eca (non propagante la fiamma) per collegamento moduli/inverter;
- Tipo FS17 classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3 (non propagante l'incendio) per cablaggi e impianto di terra;
- Tipo FG16(O)R16 classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3 (non propagante l'incendio) per linee A.C. bassa tensione
- Tipo RG16H1R12 12/20kV classe di reazione al fuoco Cca-s3,d1,a3 (non propagante l'incendio) per linee A.C. media tensione
- Cavo Ethernet classe di reazione al fuoco Eca (non propagante la fiamma) da esterno resistente UV;
- Cavo RS485 classe di reazione al fuoco Eca (non propagante la fiamma) da esterno resistente UV;

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

La Norma CEI UNEL 35016 prevede per la classe di reazione al fuoco "Cca" dei cavi CPR il seguente limite del parametro FS (Flame Spread: estensione di propagazione della fiamma lungo cavi in fascio):  $FS < 2m$

In allegato alla presente relazione sono riportati i calcoli della rete elettrica principale MT/bt 15/0.8kV.

### 3.14 Quadristica principale

Per quanto concerne la quadristica si rimanda totalmente agli elaborati grafici di progetto dai quali tra l'altro si evincerà tutta la logica di funzionamento dell'impianto.

Il potere di interruzione dei dispositivi di protezione installati all'interno dei quadri elettrici sarà pari a come indicato negli schemi allegati.

Tutti i quadri elettrici saranno comunque dotati di portella frontale del tipo trasparente con chiusura a chiave, accessibili solo da personale istruito.

Ogni quadro dovrà rispondere Norme CEI 17/113-114-116 e verrà realizzato sulla base dello schema unifilare, utilizzando apparecchiature conformi alle normative vigenti ed allegando, al momento della consegna, il verbale di collaudo con l'elenco delle prove di accettazione effettuate.

Dovrà essere garantito un grado di protezione esterno pari ad almeno IP65 (locali esterni e/o umidi) o IP40 (locali ordinari) e IPXXB per le parti attive all'interno, al fine di salvaguardare la protezione dai contatti diretti in caso di interventi per manutenzione.

Ogni quadro dovrà essere dotato di sufficienti indicazioni in modo che sia sempre facile individuare a quale elemento di circuito si riferiscono strumenti e dispositivi del quadro stesso.

Pertanto, sia gli apparecchi montati sul fronte, sia quelli montati all'interno, dovranno essere tutti contrassegnati da targhette indicatrici.

Per quanto concerne i conduttori, questi saranno attestati ad una morsettiera interna e, al fine di renderne agevole l'identificazione, ognuno sarà contraddistinto da idonea numerazione di identificazione.

### 3.15 Sistemi di Protezione

#### Protezione contro il sovraccarico

Per evitare che la temperatura dei cavi superi il valore ammissibile, le correnti del sistema cavo-apparecchio di protezione sono state determinate in modo tale da essere tra loro nei seguenti rapporti dimensionali:

- la corrente nominale  $I_n$  dell'apparecchio non deve essere inferiore alla corrente di impiego  $I_b$ ;
- la corrente nominale  $I_n$  dell'apparecchio non deve superare la portata massima in regime permanente  $I_z$  del conduttore;
- quando la linea è sovraccarica del 45%, cioè quando si ha una sovracorrente pari a 1,45 volte la portata  $I_z$ , l'interruttore deve intervenire entro un'ora.

#### Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti sarà effettuata tramite barriere od involucri chiusi sui conduttori e comunque su tutte le parti attive, onde evitare il contatto accidentale con parti in tensione.

Ogni intervento sulle parti attive delle stringhe va quindi considerato un "Lavoro Elettrico Sotto Tensione"; un lavoro elettrico sotto tensione può essere svolto soltanto da una "Persona Idonea", cioè da un soggetto che abbia conoscenze ed esperienza tale da permettergli di lavorare in sicurezza sotto tensione.

Le misure di protezione ed i dispositivi di protezione individuali da adottare nei lavori elettrici sotto tensione sono indicati dalle norme CEI 11-27 e CEI 11-48.

Altra cartellonistica monitrice di pericolo dovrà essere apposta sul dispositivo generale dell'impianto utente (primo dispositivo dell'utente a valle del contatore bidirezionale dell'ente distributore di energia elettrica) riportante la dicitura "Doppia alimentazione" (norma CEI 82-25 art. 6.2).

#### Protezione contro i contatti indiretti sistema a.c.

Configurandosi come sistema del tipo TN-S la protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata da apparecchi di Classe II o dall'interruzione automatica dell'alimentazione mediante interruttori differenziali ad alta sensibilità coordinati con l'impianto di terra.

#### Protezione contro i contatti indiretti sistema c.c. (INVERTER SENZA TRASFORMATORE DI ISOLAMENTO)

Gli inverter previsti in progetto NON assicurano la separazione galvanica tra la sezione a.c. e la sezione c.c. pertanto è possibile considerare TN-S il sistema in c.c.

Il produttore degli inverter previsti a progetto esclude la possibilità che in caso di guasto si possa generare una corrente continua nell'impianto in corrente alternata. Ogni dispositivo è dotato internamente di protezione differenziale di tipo "B" secondo CEI EN 62423 (CEI 23-114), in accordo a quanto previsto dalla norma CEI 64-8/7.

Si raccomanda, come richiesto dalla suddetta Norma, che tutti i componenti utilizzati sul lato corrente continua (inclusi quadri, cavi, connettori, ecc..) siano in classe di isolamento II o ad isolamento equivalente.

#### Protezione contro le sovratensioni

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma e volumetria dell'edificio e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sulla struttura.

In ogni caso al fine di limitare l'insorgere di sovratensioni determinate da scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto FV o sovratensioni di manovra che potrebbero danneggiare i componenti dell'impianto (pannelli fotovoltaici, inverter, ecc..) sono presenti opportuni limitatori di sovratensione (SPD).

### 3.16 Impianto di dispersione verso terra

L'impianto di messa a terra sarà eseguito con particolare cura secondo le norme CEI 99-3 e CEI 64.8, al fine di rendere equipotenziali le masse metalliche.

L'impianto disperdente sarà realizzato mediante corda di rame nuda 1x95 mm<sup>2</sup> posata in intimo contatto con il terreno che realizzerà l'interconnessione di tutti i pozzetti e collettori di terra delle varie cabine.

Al fine di migliorare l'efficienza della rete disperdente i dispersori intenzionali in acciaio zincato saranno del tipo con profilo a croce posati entro pozzetti ispezionabili. Il sistema di dispersione intenzionale sarà collegato in più punti ai ferri di armatura delle strutture in cemento armato, realizzando un vero e proprio sistema equipotenziale.

I dispersori verticali saranno segnalati da appositi cartelli monitori chiaramente individuabili.

Il sistema di distribuzione risulta di tipo TN-S, distribuzione trifase+neutro+PE.

All'interno delle cabine si dovrà prevedere una barratura di rame che fungerà da collettore di terra, a cui si attesteranno tutti i conduttori di protezione e di equipotenziale, ognuno contraddistinto da apposita targhetta di riconoscimento. Tale barratura verrà derivata dal sistema disperdente di cui sopra.

L'intero impianto disperdente nelle condizioni di impiego ordinario, dovrà presentare un valore di resistenza complessivo verso terra tale da permettere un corretto coordinamento con le protezioni differenziali installate.

Alla chiusura dei lavori, prima della messa in servizio dell'impianto, l'impresa esecutrice dovrà predisporre tutta la documentazione necessaria per consentire al Committente di trasmettere la certificazione per l'impianto di terra, nel rispetto del DPR 462/01 e successive modificazioni ed aggiornamenti.

#### 3.16.1 Conduttore di protezione

Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno essere pari alle sezioni dei conduttori di fase; per sezioni superiori a 16 mm<sup>2</sup> la sezione potrà essere pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16 mm<sup>2</sup> e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64.8.


In particolare la ditta installatrice dovrà realizzare:

- collegamenti agli inverter;
- collegamenti agli scaricatori di sovratensione installati nei quadri elettrici se presenti;
- collegamenti equipotenziali alle strutture di supporto dei moduli
- collegamenti equipotenziali e non interni alle cabine elettriche di ricezione/smistamento e trasformazione

In merito al dimensionamento progettuale dell’impianto disperdente di terra si allega calcolo analitico:

Calcolo resistenza di terra

Data: 19/04/2022  
Responsabile:

Nome:	Terra impianto
	
Dispersore:	Dispersore lineare
Tipo terreno:	Arenarie argillose: 7-50
Resistività del terreno:	50 ohm m
Lunghezza L:	580,00 m
Profondità s:	0,50 m
Diametro del filo a [mm]:	8 mm
Resistenza totale:	0,242 ohm

### 3.17 Sganci di sicurezza

I dispositivi per lo sgancio di emergenza dovranno essere realizzati con particolare cura, nel pieno rispetto delle Norme CEI 64-8, essi saranno composti dai seguenti elementi:

- pulsante di sgancio in custodia IP55 di colore rosso, con vetro frangibile;
- spia di segnalazione per integrità del circuito di sgancio, del tipo a scarica, da posizionarsi all'interno della custodia di cui sopra;
- cartello indicatore secondo le vigenti disposizioni;
- linea di alimentazione realizzata con cavo FTG180M16 (CEI 20-26 e 20-45) 2x1,5mm<sup>2</sup>;
- bobine di sgancio posizionate sugli apparecchi di protezione delle linee da sezionare se necessarie.

### 3.18 Impianti ausiliari

#### 3.18.1 Illuminazione esterna

L'illuminazione delle aree esterne dovrà essere realizzata in conformità alle vigenti normative con particolare riferimento alla L.R. Emilia Romagna 29-09-2003 n°19: "Norma in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico" ed alla sua DGR 1732 del 12/09/2015 "Terza direttiva per l'applicazione dell'art.2 della LR. 19/2003 recante le norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico".

Gli apparecchi illuminanti saranno del tipo a LED, temperatura di colore della sorgente pari a 3000 °K e saranno installati su pali metallici aventi altezza fuori terra pari a 3mt.

Tutti gli apparecchi saranno rivolti verso il basso (0 cd emesse per 1000 lumen a 90 gradi), saranno installati secondo le disposizioni del costruttore nelle posizioni indicate in planimetria e dovranno essere idonei all'ambiente di installazione.

Per il comando degli apparecchi illuminanti esterni è previsto l'impiego congiunto di un interruttore crepuscolare, asservito da contattori aventi caratteristiche idonee ai carichi da alimentare.

#### 3.18.2 Impianto TVCC

Il perimetro del campo fotovoltaico sarà dotato di impianto di videosorveglianza (TVCC).

Il collegamento delle telecamere sarà effettuato tramite cavo tipo UTP fino allo switch di campo più prossimo e da quest'ultimo fino all'armadio rack centro stella mediante cavi in fibra ottica del tipo idonei alla posa interrata, infine ogni punto telecamera dovrà essere servito da punto di alimentazione a 230Vac per l'alimentazione della stessa e degli switch di campo.

La centrale di videoregistrazione sarà installata all'interno dell'armadio rack (cabina smistamento C2) mentre il sistema di visualizzazione immagini dedicato sarà remotizzabile tramite internet presso qualsiasi computer dotato delle opportune autorizzazioni.

La distribuzione al servizio dell'impianto in oggetto sarà separata dalle linee di energia mediante tubazioni e cassette di derivazione dedicate.

La scelta definitiva del sistema e della posizione delle telecamere sarà comunque demandata alla fase realizzativa dell'opera previa consultazione della D.L. e della Committente.

La videosorveglianza dovrà essere effettuata rispettando la regolamentazione della legge sulla privacy. Si demanda totalmente al conduttore dell'impianto la gestione del suddetto impianto.

Affinché la videosorveglianza sia legittima dovranno essere rispettati i 4 principi specificati dal garante della privacy nei provvedimenti del 29 novembre 2000, del 29 aprile 2004 e del 08 aprile 2010.

### 3.19 Scavi e polifore

Le tubazioni utilizzate per la distribuzione dei circuiti elettrici esterni, saranno interrate ad una profondità di almeno 0,5 m, nonché protetti da calcestruzzo e segnalati da apposita bandella di evidenziazione cavidotti.

Si raccomanda, oltre alla normale cura, nell'esecuzione degli scavi, di prendere accordi con i tecnici preposti per individuare eventuali opere future al fine di non arrecare impedimento alcuno.

Si raccomanda il rispetto delle distanze di sicurezza e, dove non sarà possibile rispettarle, saranno adottati i comuni accorgimenti.

I pozzetti di derivazione e/o rompitratta saranno costituiti da manufatti in cls prefabbricati di dimensioni tali da permettere l'agevole manovrabilità dei cavi.

La dimensione minima sarà comunque 400x400mm utili interni, mentre la profondità sarà quella della quota delle tubazioni in arrivo e in partenza più 100mm che costituiranno la possibilità di tenere asciutte le tubazioni, infatti ogni pozzetto sarà in fondo aperto e risulterà posato su vespaio al fine di permettere l'agevole evacuazione di eventuali infiltrazioni di acqua.

*In riferimento all'ipotetica presenza di fauna nell'ambiente circostante, norma CEI 64-8/5 art. 522.10, al fine di evitarne l'ingresso nelle polifore elettriche si prescrive il riempimento dello spazio rimanente attorno ai cavi elettrici con schiuma poliuretanica espansa in corrispondenza delle estremità della polifora.*

### 3.20 Verifiche periodiche

Periodicamente (almeno una volta l'anno) si dovrà provvedere ad effettuare:

- Tutte le verifiche di prima installazione di cui ai paragrafi precedenti;
- Eventuali modifiche ai valori delle tarature delle protezioni se necessarie per esigenze dell'Enel;
- Verifiche conseguenti a modifiche delle modalità di esercizio e/o delle prescrizioni tecniche che si rendessero necessarie a seguito di modifiche o integrazioni della normativa in materia e a seguito di innovazioni tecnologiche.

### 3.21 Prescrizioni relative al D.Lgs. 81/2008

La Ditta installatrice e la Committente dovranno ottemperare a tutte le prescrizioni concernenti: dotazioni e misure di sicurezza e salute da attuare nei cantieri temporanei mobili prevenzione infortuni ed igiene sul lavoro ai sensi del D.Lgs. n81/2008 ' nell'eventualità si dovesse rientrare nel campo di applicazione.

## ALLEGATO "A"

### DATA SHEET PANNELLI FOTOVOLTAICI



BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

Preliminary

Mono Multi Solutions

PRODUCT: TSM-DE21

PRODUCT RANGE: 635-670W

670W

MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.6%

MAXIMUM EFFICIENCY



#### High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



#### High power up to 670W

- Up to 21.6% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



#### High reliability

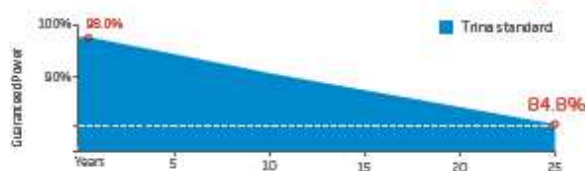
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



#### High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low Irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

#### Trina Solar's Backsheet Performance Warranty



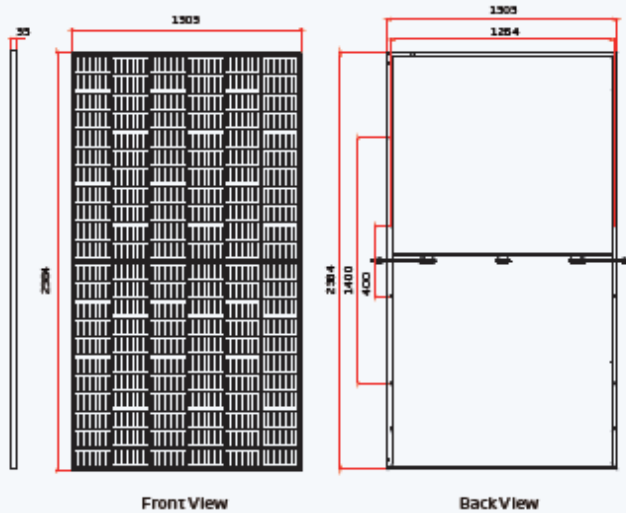
#### Comprehensive Products and System Certificates



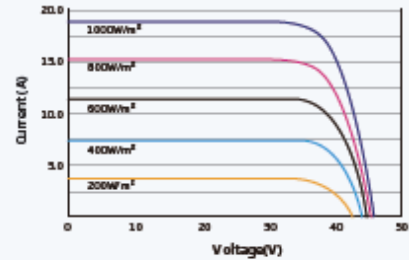
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716  
ISO 9001: Quality Management System  
ISO 14001: Environmental Management System  
ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification  
ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System

Trina solar

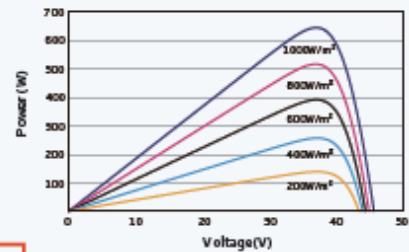
#### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



#### I-V CURVES OF PV MODULE(645W)



#### P-V CURVES OF PV MODULE(645W)



**Preliminary**

#### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P <sub>max</sub> (Wp)*	635	640	645	650	655	660	665	670
Power Tolerance- P <sub>max</sub> (W)	0 ~ +5							
Maximum Power Voltage- V <sub>mp</sub> (V)	36.8	37.0	37.2	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
Maximum Power Current- I <sub>mp</sub> (A)	17.26	17.30	17.35	17.39	17.43	17.47	17.51	17.55
Open Circuit Voltage- V <sub>oc</sub> (V)	44.7	44.9	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current- I <sub>sc</sub> (A)	18.30	18.34	18.39	18.44	18.48	18.53	18.57	18.62
Module Efficiency, η <sub>m</sub> (%)	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. \*Measuring tolerance: ±2%.

#### ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P <sub>max</sub> (Wp)	481	485	488	492	496	500	504	508
Maximum Power Voltage- V <sub>mp</sub> (V)	34.3	34.6	34.8	34.9	35.1	35.3	35.4	35.6
Maximum Power Current- I <sub>mp</sub> (A)	13.97	14.01	14.05	14.09	14.13	14.17	14.22	14.26
Open Circuit Voltage- V <sub>oc</sub> (V)	42.1	42.3	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current- I <sub>sc</sub> (A)	14.75	14.78	14.82	14.86	14.89	14.93	14.96	15.01

NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 3m/s.

#### MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1305±35 mm (93.86×51.30±1.38 inches)
Weight	33.9 kg (74.7 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, All-Glass Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	35mm (1.38 inches) Anodized Aluminum Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.005 inches²), Conductor: 280/280 mm (11.02/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EV02/TS4*

\*Please refer to regional standards for specific connector.

#### TEMPERATURE RATINGS

NOCT (nominal operating cell temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P <sub>max</sub>	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V <sub>oc</sub>	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I <sub>sc</sub>	0.04%/°C

#### MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	30A

#### WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

#### PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40 container: 558 pieces

## ALLEGATO "B"

### DATA SHEET INVERTER

# SG250HX

Inverter di stringa multi-MPPT per sistemi a 1500 Vdc

**SUNGROW**  
Clean power for all



## REDA ELEVATA

- 12 MPPT con efficienza massima 99%
- Corrente massima MPPT 30A per compatibilità moduli da 500+Wp
- Funzione anti-PID integrata

## BASSI COSTI

- Compatibile con cavi in Alluminio o Rame
- Abilitato per connettori CC 2 in 1
- Power line communication (PLC) opzionale
- Funzione erogazione potenza reattiva notturna

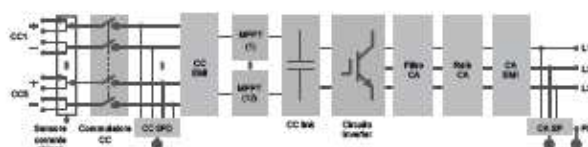
## GESTIONE INTELLIGENTE

- Messa in servizio e aggiornamento firmware da remoto
- Funzione scansione curva IV e diagnosi
- Tecnologia senza fusibili con monitoraggio intelligente delle correnti di stringa

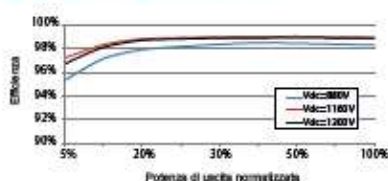
## SICUREZZA

- Protezione IP66 e classe C5 anticorrosione
- SPD tipo II sia per CC che CA
- Conforme a norme di sicurezza e codici di rete globali

## TOPOLOGIA



## CURVA DI EFFICIENZA



ITALIA

© 2021 Sungrow Power Supply Co., Ltd. Tutti i diritti riservati. Soggetto a modifiche senza preavviso. Versione 1.5.5

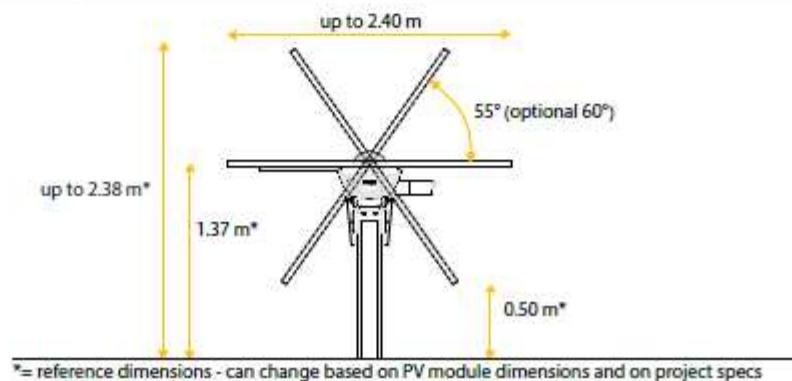
Designazione	SG250HX - V113
<b>Ingresso (CC)</b>	
Tensione fotovoltaica in ingresso max.	1500 V
Tensione fotovoltaica in ingresso min. / Tensione di avvio	500 V / 500 V
Tensione nominale in ingresso	1160 V
Intervallo tensione MPP	500 V – 1500 V
Intervallo di tensione MPP per potenza nominale	860 V – 1300 V
N. di MPPT	12
Numero max. stringhe fotovoltaiche per MPPT	2
Corrente max. in ingresso	30 A * 12
Corrente di cortocircuito max.	50 A * 12
<b>Uscita (CA)</b>	
Potenza CA massima in uscita alla rete	250 kVA @ 30 °C / 225 kVA @ 40 °C / 200 kVA @ 50 °C
Potenza CA nominale in uscita	225 kW
Corrente CA max. in uscita	180.5 A
Tensione CA nominale	3 / PE, 800 V
Intervallo tensione CA	680 – 880 V
Frequenza di rete nominale / Intervallo frequenza di rete	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Distorsione armonica totale (THD)	< 3 % (alla potenza nominale)
Iniezione di corrente CC	< 0.5 % In
Fattore di potenza alla potenza nominale / regolabile	> 0.99 / 0.8 in anticipo – 0.8 in ritardo
Fasi di immissione / fasi di connessione	3 / 3
<b>Efficienza</b>	
Efficienza max.	99.0 %
Efficienza europea	98.8 %
<b>Protezione</b>	
Protezione da collegamento inverso CC	Si
Protezione corto circuito CA	Si
Protezione da dispersione di corrente	Si
Monitoraggio della rete	Si
Monitoraggio dispersione verso terra	Si
Sezionatore CC	Si
Sezionatore CA	No
Monitoraggio corrente stringa fotovoltaica	Si
Funzione erogazione reattiva notturna	Si
Protezione anti-PID e PID-recovery	Si
Protezione sovratensione	CC Tipo II / CA Tipo II
<b>Dati Generali</b>	
Dimensioni (L x A x P)	1051 * 660 * 363 mm
Peso	99kg
Metodo di isolamento	Senza trasformatore
Grado di protezione	IP66
Consumo energetico notturno	< 2 W
Intervallo di temperature ambiente di funzionamento	da -30 a 60 °C
Intervallo umidità relativa consentita (senza condensa)	0 – 100 %
Metodo di raffreddamento	Raffreddamento ad aria forzata intelligente
Altitudine massima di funzionamento	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+App
Comunicazione	RS485 / PLC
Tipo di collegamento CC	MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , opzionale 10 mm <sup>2</sup> )
Tipo di collegamento CA	Terminali OT (Max. 300 mm <sup>2</sup> )
Conformità	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N, 4130:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, CEI 0-16
Supporto rete	Funzione erogazione potenza reattiva notturna, LVRT, HVRT, controllo potenza attiva e reattiva oltre a controllo velocità rampa di potenza

## ALLEGATO "C"

### TIPICO STRUTTURA DI SUPPORTO AD INSEGUIMENTO SOLARE

# Technical features

Tracking type	Independent single axis horizontal tracker; Any tracker alignment possible (ideally along North-South direction);
Tracking algorithm	Accurate astronomical formulas; tracking precision = 1,0°; Individually customized 3D backtracking to follow terrain undulations
Rotation range	Standard: ±55°; optional ±60° also available
Ground cover ratio	Freely configurable by customer (between 34% and 50%)
PV Module compatibility	Framed modules; all major brands
Module mount	1 module portrait; 2 modules landscape
Drive system	1 Independent slew drive per tracker
Peak power per tracker	Up to 45 kWp per tracker (with 500Wp modules)
N° of Module per tracker	Up to 90 72-cell modules (1500 V)
PV array voltage	1000 V or 1500 V
Power supply	Self powered with dedicated small PV module and Li-FePO <sub>4</sub> battery
Communication	Soltigua wireless radio network or dedicated RS485 serial communication
Monitoring	Local control via SCADA; remote control available
Foundation type	Standard: driven piles; compatible also with: shallow foundation (concrete blocks); ground screws
Wind resistance (Eurocodes)	In operation: up to 80 km/h in any position; Stow position: up to 200+ km/h in stow position
Snow resistance	Up to 1'500 N/m <sup>2</sup> ; depending on tracker version
Tracker stowing time	≤ 6 min; 3.5 min on average
Installation tolerances	North-South: ±50 mm; East-West: ±40 mm standard pile; ±28 mm drive pile; Height tolerance: ±45 mm; Pile tilt: ±1°; Twist: 15°
Ground slope	Max 15% slope in longitudinal direction (North-South); optional max 20% also available Any slope in transversal direction (East-West) (max 70% local slope for rotation clearance) Local deviation from theoretical ground profile is ±150 mm
Installation method	Engineered for fast and easy assembly; no welding nor drilling required on site
Materials	HDG and ZM construction steel; maintenance free bearings; triennial maintenance for slew drive
Certifications/Compliance	CE 2006/42/UE; Eurocodes EN1991-1-1/3/4; LV 2014/35/UE; EMC 2014/30/UE; ISO 9001-2015 and ISO 14001-2015; IEC 62817:2017
Warranty	Structure: 10 years; Drive, batteries and electronics: 5 years; Corrosion: 30 years in C2 atmospheric environment; Warranty extension available
Earthing	The rotating structure is connected to the ground through its drive pile



Soltigua SRL reserves all rights to change any feature of its products at any moment in time without notice.

## ALLEGATO "D"

### CALCOLI RETE ELETTRICA PRINCIPALE MT/bt

## Dati completi utenza

**Commessa** FTV Massarenti 1

**Descrizione**

**Cliente**

**Luogo**

**Responsabile**

**Data** 19/04/2022

**Alimentazioni**

**Tipo di quadro**

**Grado di protezione**

**Materiali usati**

**Riferimenti**

**Parametri**

**Operatore**

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-00**  
Denominazione 1: cabina ricezione C1  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>7519 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>7519 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>8373 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>3684 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>12471 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>322,3 A</b>	Potenza disponibile:	<b>4098 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(2x150)</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,642</b>
Tipo posa:	N - Cavi unipolari in tubo interrato (trifoglio)	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>1,84E+09 A<sup>2</sup>s</b>
Disposizione posa:		Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,149 %</b>
Designazione cavo:	RG16H1R12 12/20 kV Eca	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,149 %</b>
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>HEPR</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>53,4 °C</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	Temperatura cavo a In:	<b>81,9 °C</b>
Lunghezza linea:	<b>420 m</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>322,3&lt;=480&lt;=515,9 A</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>515,9 A (Archivio)</b>		
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>		
Coefficiente di prossimità:	<b>0,69 (Numero circuiti: 1)</b>		
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,5 kA</b>	Ip2:	<b>26,7 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>12,1 kA</b>	Ik2min:	<b>9,48 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>227,2 A</b>	Ik1ftmax:	<b>0,25 kA</b>
Ik max:	<b>12,1 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,617 kA</b>
Ip:	<b>30,9 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,227 kA</b>
Ik min:	<b>10,9 kA</b>	Zk min:	<b>788 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>10,5 kA</b>	Zk max:	<b>791,5 mohm</b>
Ip2ft:	<b>26,7 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>38123 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,47 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>38125 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,5 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>50-51-51N-67N</b>	Taratura differenziale:	<b>600 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>630 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>12,5 kA</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>12,5 &gt;= 12,5 kA</b>
Taratura termica:	<b>480 A</b>	Norma:	<b>CEI 17-1</b>
Taratura magnetica:	<b>1200 A</b>		
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>Prot. contatti indiretti</b>		

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-01**  
Denominazione 1: generale C2  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>7519 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>7519 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>8373 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>3684 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>7848 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>322,3 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-524,7 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ip2:	<b>24,9 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>12,1 kA</b>	Ik2min:	<b>9,48 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>227,2 A</b>	Ik1ftmax:	<b>0,25 kA</b>
Ik max:	<b>12,1 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,595 kA</b>
Ip:	<b>28,8 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,227 kA</b>
Ik min:	<b>10,9 kA</b>	Zk min:	<b>788 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>10,5 kA</b>	Zk max:	<b>791,5 mohm</b>
Ip2ft:	<b>24,9 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>38123 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,47 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>38125 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,5 kA</b>		

## Protezione

Corrente nominale protez.:	<b>630 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Norma:	<b>CEI 17-1</b>
Corrente sovraccarico Ins:	<b>302,1 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-02**  
Denominazione 1: cabina C3  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>2587 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2587 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2881 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1267 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>5456 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>110,9 A</b>	Potenza disponibile:	<b>2575 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x95)</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,763</b>
Tipo posa:	N - Cavi unipolari in tubo interrato (trifoglio)	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>1,846E+08 A<sup>2</sup>s</b>
Disposizione posa:		Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,004 %</b>
Designazione cavo:	RG16H1R12 12/20 kV Eca	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,153 %</b>
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>HEPR</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>42,8 °C</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	Temperatura cavo a In:	<b>75,9 °C</b>
Lunghezza linea:	<b>10 m</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>110,9&lt;=210&lt;=240,2 A</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>240,2 A (Archivio)</b>		
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>		
Coefficiente di prossimità:	<b>0,82 (Numero circuiti: 1)</b>		
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ip2:	<b>24,9 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>12,1 kA</b>	Ik2min:	<b>9,45 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>227,1 A</b>	Ik1ftmax:	<b>0,25 kA</b>
Ik max:	<b>12,1 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,595 kA</b>
Ip:	<b>28,8 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,227 kA</b>
Ik min:	<b>10,9 kA</b>	Zk min:	<b>789,5 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>10,4 kA</b>	Zk max:	<b>793,3 mohm</b>
Ip2ft:	<b>24,9 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>38124 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,45 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>38127 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,4 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>50-51-51N</b>	Taratura differenziale:	<b>300 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>630 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>12,5 kA</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>12,5 &gt;= 12,1 kA</b>
Taratura termica:	<b>210 A</b>	Norma:	<b>CEI 17-1</b>
Taratura magnetica:	<b>540 A</b>		
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>Prot. contatti indiretti</b>		

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-03**  
Denominazione 1: **trasformatore 1**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica con trasformatore</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>2587 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2587 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2881 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1267 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2771 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>110,9 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-109,2 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>30,2 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>30,2 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,593 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>21572 A</b>	Ik1ftmin:	<b>26,6 kA</b>
Ik max:	<b>28,3 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>30,2 kA</b>
Ip:	<b>28,6 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>26,6 kA</b>
Ik min:	<b>24,9 kA</b>	Zk min:	<b>16,3 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>29,4 kA</b>	Zk max:	<b>17,6 mohm</b>
Ip2ft:	<b>24,8 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>15,3 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>25,8 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>16,5 mohm</b>
Ik2max:	<b>24,5 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>15,3 mohm</b>
Ip2:	<b>24,8 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>16,5 mohm</b>
Ik2min:	<b>21,6 kA</b>		

## Trasformatore

Tipo trasformatore:	<b>Normale</b>	Tensione di ctocto trasformatore Vcc:	<b>6 %</b>
Gruppo vettoriale:	<b>Dyn11</b>	Perdite a vuoto trasformatore Pv0:	<b>5000 W</b>
Potenza nominale trasformatore:	<b>2500 kVA</b>	Corrente a vuoto trasformatore Ivo:	<b>0,7 %</b>
Tensione primario:	<b>15000 V</b>	Rapporto Icc/In:	<b>9,5</b>
Tensione secondario a vuoto:	<b>834,5 V</b>	Tipo isolamento:	<b>In resina</b>
Rapporto spire N1/N2:	<b>18,75 - 4,138 %</b>	Tensione totale di terra UE:	<b>0 V</b>
Perdite di ctocto trasform. Pcc:	<b>20700 W</b>	Corrente di guasto a terra IE:	<b>249,9 A</b>

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-04**  
Denominazione 1: **blindo 1**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TN-S</b>
Potenza nominale:	<b>2475 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2475 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2750 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1199 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2625 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>1985 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-125 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>800 V</b>		

## Condotti in sbarra

Formazione:	<b>3L+N+PE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>1,1</b>
In:	<b>2500 A</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,059 %</b>
Icw:	<b>50 kA</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,067 %</b>
Sezione fase:	<b>2000</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Sezione neutro:	<b>2000</b>	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$ :	<b>Non verificato</b>
Lunghezza linea:	<b>5 m</b>		
Coefficiente di temperatura:	<b>1,1</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	<b>30,2 kA</b>	I <sub>k1ft</sub> max:	<b>29,8 kA</b>
I <sub>kv</sub> max a valle:	<b>29,8 kA</b>	I <sub>p1ft</sub> :	<b>71,3 kA</b>
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	<b>21422 A</b>	I <sub>k1ft</sub> min:	<b>26,2 kA</b>
I <sub>k</sub> max:	<b>28,1 kA</b>	I <sub>k1fn</sub> max:	<b>29,8 kA</b>
I <sub>p</sub> :	<b>66,7 kA</b>	I <sub>p1fn</sub> :	<b>71,3 kA</b>
I <sub>k</sub> min:	<b>24,7 kA</b>	I <sub>k1fn</sub> min:	<b>26,2 kA</b>
I <sub>k2ft</sub> max:	<b>29 kA</b>	Z <sub>k</sub> min:	<b>16,5 mohm</b>
I <sub>p2ft</sub> :	<b>69,3 kA</b>	Z <sub>k</sub> max:	<b>17,7 mohm</b>
I <sub>k2ft</sub> min:	<b>25,5 kA</b>	Z <sub>k1ft</sub> min:	<b>15,5 mohm</b>
I <sub>k2</sub> max:	<b>24,3 kA</b>	Z <sub>k1ft</sub> max:	<b>16,7 mohm</b>
I <sub>p2</sub> :	<b>57,7 kA</b>	Z <sub>k1fn</sub> min:	<b>15,5 mohm</b>
I <sub>k2</sub> min:	<b>21,4 kA</b>	Z <sub>k1fn</sub> mx:	<b>16,7 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-05**  
Denominazione 1: **BT 1**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TN-S</b>
Potenza nominale:	<b>2475 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2475 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2750 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1199 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2625 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>1985 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-125 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>800 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>29,8 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>29,8 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>29,8 kA</b>	Ip1ft:	<b>69,9 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>21422 A</b>	Ik1ftmin:	<b>26,2 kA</b>
Ik max:	<b>28,1 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>29,8 kA</b>
Ip:	<b>65,8 kA</b>	Ip1fn:	<b>70 kA</b>
Ik min:	<b>24,7 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>26,2 kA</b>
Ik2ftmax:	<b>29 kA</b>	Zk min:	<b>16,5 mohm</b>
Ip2ft:	<b>68,1 kA</b>	Zk max:	<b>17,7 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>25,5 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>15,5 mohm</b>
Ik2max:	<b>24,3 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>16,7 mohm</b>
Ip2:	<b>57 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>15,5 mohm</b>
Ik2min:	<b>21,4 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>16,7 mohm</b>

## Protezione

Tipo protezione:	<b>MT</b>	Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>20000 &lt; 21422 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>2500 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>100 kA</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>100 &gt;= 29,8 kA</b>
Curva di sgancio:	<b>E</b>	Norma:	<b>Ics - EN 60947</b>
Taratura termica:	<b>2000 A</b>		
Taratura magnetica:	<b>20000 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-06**  
Denominazione 1: cabina C4  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>2588 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2588 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2882 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1268 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>5456 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>110,9 A</b>	Potenza disponibile:	<b>2574 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x95)</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,763</b>
Tipo posa:	N - Cavi unipolari in tubo interrato (trifoglio)	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>1,846E+08 A<sup>2</sup>s</b>
Disposizione posa:		Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,039 %</b>
Designazione cavo:	RG16H1R12 12/20 kV Eca	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,188 %</b>
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>HEPR</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>42,8 °C</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	Temperatura cavo a In:	<b>75,9 °C</b>
Lunghezza linea:	<b>110 m</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>110,9&lt;=210&lt;=240,2 A</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>240,2 A (Archivio)</b>		
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>		
Coefficiente di prossimità:	<b>0,82 (Numero circuiti: 1)</b>		
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ip2:	<b>24,9 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>11,8 kA</b>	Ik2min:	<b>9,24 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>227,1 A</b>	Ik1ftmax:	<b>0,25 kA</b>
Ik max:	<b>11,8 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,595 kA</b>
Ip:	<b>28,8 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,227 kA</b>
Ik min:	<b>10,7 kA</b>	Zk min:	<b>804,1 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>10,3 kA</b>	Zk max:	<b>811,9 mohm</b>
Ip2ft:	<b>24,9 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>38134 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,23 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>38138 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,3 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>50-51-51N</b>	Taratura differenziale:	<b>300 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>630 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>12,5 kA</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>12,5 &gt;= 12,1 kA</b>
Taratura termica:	<b>210 A</b>	Norma:	<b>CEI 17-1</b>
Taratura magnetica:	<b>540 A</b>		
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>Prot. contatti indiretti</b>		

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-07**  
Denominazione 1: **trasformatore 2**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica con trasformatore</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>2588 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2588 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2882 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1268 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2771 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>110,9 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-110,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>11,8 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>30,2 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>30,2 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,578 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>21512 A</b>	Ik1ftmin:	<b>26,5 kA</b>
Ik max:	<b>28,2 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>30,2 kA</b>
Ip:	<b>27,4 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>26,5 kA</b>
Ik min:	<b>24,8 kA</b>	Zk min:	<b>16,4 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>29,3 kA</b>	Zk max:	<b>17,7 mohm</b>
Ip2ft:	<b>23,7 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>15,3 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>25,7 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>16,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>24,4 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>15,3 mohm</b>
Ip2:	<b>23,7 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>16,6 mohm</b>
Ik2min:	<b>21,5 kA</b>		

## Trasformatore

Tipo trasformatore:	<b>Normale</b>	Tensione di ctocto trasformatore Vcc:	<b>6 %</b>
Gruppo vettoriale:	<b>Dyn11</b>	Perdite a vuoto trasformatore Pv0:	<b>5000 W</b>
Potenza nominale trasformatore:	<b>2500 kVA</b>	Corrente a vuoto trasformatore Ivo:	<b>0,7 %</b>
Tensione primario:	<b>15000 V</b>	Rapporto Icc/In:	<b>9,5</b>
Tensione secondario a vuoto:	<b>834,9 V</b>	Tipo isolamento:	<b>In resina</b>
Rapporto spire N1/N2:	<b>18,75 - 4,175 %</b>	Tensione totale di terra UE:	<b>0 V</b>
Perdite di ctocto trasform. Pcc:	<b>20700 W</b>	Corrente di guasto a terra IE:	<b>249,8 A</b>

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-08**  
Denominazione 1: **blindo 2**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TN-S</b>
Potenza nominale:	<b>2475 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2475 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2750 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1199 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2625 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>1985 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-125 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>800 V</b>		

## Condotti in sbarra

Formazione:	<b>3L+N+PE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>1,1</b>
In:	<b>2500 A</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,059 %</b>
Icw:	<b>50 kA</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,067 %</b>
Sezione fase:	<b>2000</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Sezione neutro:	<b>2000</b>	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$ :	<b>Non verificato</b>
Lunghezza linea:	<b>5 m</b>		
Coefficiente di temperatura:	<b>1,1</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	<b>30,2 kA</b>	I <sub>k1ft</sub> max:	<b>29,8 kA</b>
I <sub>kv</sub> max a valle:	<b>29,8 kA</b>	I <sub>p1ft</sub> :	<b>70,9 kA</b>
I <sub>mag</sub> max (magnetica massima):	<b>21363 A</b>	I <sub>k1ft</sub> min:	<b>26,2 kA</b>
I <sub>k</sub> max:	<b>28 kA</b>	I <sub>k1fn</sub> max:	<b>29,8 kA</b>
I <sub>p</sub> :	<b>66,3 kA</b>	I <sub>p1fn</sub> :	<b>70,9 kA</b>
I <sub>k</sub> min:	<b>24,7 kA</b>	I <sub>k1fn</sub> min:	<b>26,2 kA</b>
I <sub>k2ft</sub> max:	<b>29 kA</b>	Z <sub>k</sub> min:	<b>16,5 mohm</b>
I <sub>p2ft</sub> :	<b>68,9 kA</b>	Z <sub>k</sub> max:	<b>17,8 mohm</b>
I <sub>k2ft</sub> min:	<b>25,4 kA</b>	Z <sub>k1ft</sub> min:	<b>15,5 mohm</b>
I <sub>k2</sub> max:	<b>24,2 kA</b>	Z <sub>k1ft</sub> max:	<b>16,8 mohm</b>
I <sub>p2</sub> :	<b>57,4 kA</b>	Z <sub>k1fn</sub> min:	<b>15,5 mohm</b>
I <sub>k2</sub> min:	<b>21,4 kA</b>	Z <sub>k1fn</sub> mx:	<b>16,8 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-09**  
Denominazione 1: **BT 2**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TN-S</b>
Potenza nominale:	<b>2475 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2475 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2750 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1199 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2625 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>1985 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-125 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>800 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>29,8 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>29,8 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>29,8 kA</b>	Ip1ft:	<b>69,6 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>21363 A</b>	Ik1ftmin:	<b>26,2 kA</b>
Ik max:	<b>28 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>29,8 kA</b>
Ip:	<b>65,4 kA</b>	Ip1fn:	<b>69,6 kA</b>
Ik min:	<b>24,7 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>26,2 kA</b>
Ik2ftmax:	<b>29 kA</b>	Zk min:	<b>16,5 mohm</b>
Ip2ft:	<b>67,7 kA</b>	Zk max:	<b>17,8 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>25,4 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>15,5 mohm</b>
Ik2max:	<b>24,2 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>16,8 mohm</b>
Ip2:	<b>56,7 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>15,5 mohm</b>
Ik2min:	<b>21,4 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>16,8 mohm</b>

## Protezione

Tipo protezione:	<b>MT</b>	Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>20000 &lt; 21363 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>2500 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>100 kA</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>100 &gt;= 29,8 kA</b>
Curva di sgancio:	<b>E</b>	Norma:	<b>Ics - EN 60947</b>
Taratura termica:	<b>2000 A</b>		
Taratura magnetica:	<b>20000 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-10**  
Denominazione 1: cabina C5  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>2344 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2344 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2611 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1150 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>5456 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>100,5 A</b>	Potenza disponibile:	<b>2845 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x95)</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>0,763</b>
Tipo posa:	N - Cavi unipolari in tubo interrato (trifoglio)	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>1,846E+08 A<sup>2</sup>s</b>
Disposizione posa:		Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,052 %</b>
Designazione cavo:	RG16H1R12 12/20 kV Eca	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,202 %</b>
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>HEPR</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Tabella posa:	<b>CEI 11-17 (Media)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>40,5 °C</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	Temperatura cavo a In:	<b>75,9 °C</b>
Lunghezza linea:	<b>165 m</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>100,5&lt;=210&lt;=240,2 A</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>240,2 A (Archivio)</b>		
Corrente ammissibile neutro:	<b>n.d.</b>		
Coefficiente di prossimità:	<b>0,82 (Numero circuiti: 1)</b>		
Coefficiente di temperatura:	<b>0,93</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ip2:	<b>24,9 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>11,7 kA</b>	Ik2min:	<b>9,12 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>227 A</b>	Ik1ftmax:	<b>0,25 kA</b>
Ik max:	<b>11,7 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,595 kA</b>
Ip:	<b>28,8 kA</b>	Ik1ftmin:	<b>0,227 kA</b>
Ik min:	<b>10,5 kA</b>	Zk min:	<b>812,3 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>10,2 kA</b>	Zk max:	<b>822,7 mohm</b>
Ip2ft:	<b>24,9 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>38139 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>9,11 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>38145 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,2 kA</b>		

## Protezione

Tipo protezione:	<b>50-51-51N</b>	Taratura differenziale:	<b>300 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>630 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>12,5 kA</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>12,5 &gt;= 12,1 kA</b>
Taratura termica:	<b>210 A</b>	Norma:	<b>CEI 17-1</b>
Taratura magnetica:	<b>540 A</b>		
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>Prot. contatti indiretti</b>		

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-11**  
Denominazione 1: **trasformatore 3**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica con trasformatore</b>	Sistema distribuzione:	<b>Media</b>
Potenza nominale:	<b>2344 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2344 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2611 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1150 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2598 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>100,5 A</b>	Potenza disponibile:	<b>-12,5 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,898</b>		
Tensione nominale:	<b>15000 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>11,7 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>30,2 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>30,2 kA</b>	Ip1ft:	<b>0,57 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>21479 A</b>	Ik1ftmin:	<b>26,5 kA</b>
Ik max:	<b>28,2 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>30,2 kA</b>
Ip:	<b>26,8 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>26,5 kA</b>
Ik min:	<b>24,8 kA</b>	Zk min:	<b>16,4 mohm</b>
Ik2ftmax:	<b>29,3 kA</b>	Zk max:	<b>17,7 mohm</b>
Ip2ft:	<b>23,2 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>15,3 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>25,7 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>16,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>24,4 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>15,3 mohm</b>
Ip2:	<b>23,2 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>16,6 mohm</b>
Ik2min:	<b>21,5 kA</b>		

## Trasformatore

Tipo trasformatore:	<b>Normale</b>	Tensione di ctocto trasformatore Vcc:	<b>6 %</b>
Gruppo vettoriale:	<b>Dyn11</b>	Perdite a vuoto trasformatore Pv0:	<b>5000 W</b>
Potenza nominale trasformatore:	<b>2500 kVA</b>	Corrente a vuoto trasformatore Ivo:	<b>0,7 %</b>
Tensione primario:	<b>15000 V</b>	Rapporto Icc/In:	<b>9,5</b>
Tensione secondario a vuoto:	<b>831,6 V</b>	Tipo isolamento:	<b>In resina</b>
Rapporto spire N1/N2:	<b>18,75 - 3,799 %</b>	Tensione totale di terra UE:	<b>0 V</b>
Perdite di ctocto trasform. Pcc:	<b>20700 W</b>	Corrente di guasto a terra IE:	<b>249,8 A</b>

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-12**  
Denominazione 1: **blindo 3**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TN-S</b>
Potenza nominale:	<b>2250 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2250 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2500 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1090 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2598 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>1804 A</b>	Potenza disponibile:	<b>98,1 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>800 V</b>		

## Condotti in sbarra

Formazione:	<b>3L+N+PE</b>	Coefficiente di declassamento totale:	<b>1,1</b>
In:	<b>2500 A</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,053 %</b>
Icw:	<b>50 kA</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,059 %</b>
Sezione fase:	<b>2000</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Sezione neutro:	<b>2000</b>	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$ :	<b>1804 ≤ 1875 ≤ 2750 A</b>
Lunghezza linea:	<b>5 m</b>		
Coefficiente di temperatura:	<b>1,1</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I <sub>km</sub> max a monte:	<b>30,2 kA</b>	I <sub>k1ftmax</sub> :	<b>29,7 kA</b>
I <sub>kv</sub> max a valle:	<b>29,8 kA</b>	I <sub>p1ft</sub> :	<b>70,7 kA</b>
I <sub>magmax</sub> (magnetica massima):	<b>21330 A</b>	I <sub>k1ftmin</sub> :	<b>26,1 kA</b>
I <sub>k</sub> max:	<b>28 kA</b>	I <sub>k1fnmax</sub> :	<b>29,8 kA</b>
I <sub>p</sub> :	<b>66 kA</b>	I <sub>p1fn</sub> :	<b>70,7 kA</b>
I <sub>k</sub> min:	<b>24,6 kA</b>	I <sub>k1fnmin</sub> :	<b>26,1 kA</b>
I <sub>k2ftmax</sub> :	<b>28,9 kA</b>	Z <sub>k</sub> min:	<b>16,5 mohm</b>
I <sub>p2ft</sub> :	<b>68,6 kA</b>	Z <sub>k</sub> max:	<b>17,8 mohm</b>
I <sub>k2ftmin</sub> :	<b>25,4 kA</b>	Z <sub>k1ftmin</sub> :	<b>15,5 mohm</b>
I <sub>k2max</sub> :	<b>24,2 kA</b>	Z <sub>k1ftmax</sub> :	<b>16,8 mohm</b>
I <sub>p2</sub> :	<b>57,2 kA</b>	Z <sub>k1fnmin</sub> :	<b>15,5 mohm</b>
I <sub>k2min</sub> :	<b>21,3 kA</b>	Z <sub>k1fnmx</sub> :	<b>16,8 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 19/04/2022

Responsabile:

## Identificazione

Sigla utenza: **-13**  
Denominazione 1: **BT 3**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TN-S</b>
Potenza nominale:	<b>2250 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>2250 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>2500 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>1090 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>2598 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>1804 A</b>	Potenza disponibile:	<b>98,1 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>800 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>29,8 kA</b>	Ik1ftmax:	<b>29,7 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>29,8 kA</b>	Ip1ft:	<b>69,4 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>21330 A</b>	Ik1ftmin:	<b>26,1 kA</b>
Ik max:	<b>28 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>29,8 kA</b>
Ip:	<b>65,2 kA</b>	Ip1fn:	<b>69,4 kA</b>
Ik min:	<b>24,6 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>26,1 kA</b>
Ik2ftmax:	<b>28,9 kA</b>	Zk min:	<b>16,5 mohm</b>
Ip2ft:	<b>67,4 kA</b>	Zk max:	<b>17,8 mohm</b>
Ik2ftmin:	<b>25,4 kA</b>	Zk1ftmin:	<b>15,5 mohm</b>
Ik2max:	<b>24,2 kA</b>	Zk1ftmax:	<b>16,8 mohm</b>
Ip2:	<b>56,5 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>15,5 mohm</b>
Ik2min:	<b>21,3 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>16,8 mohm</b>

## Protezione

Tipo protezione:	<b>MT</b>	Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>20000 &lt; 21330 A</b>
Corrente nominale protez.:	<b>2500 A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>100 kA</b>
Numero poli:	<b>3</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>100 &gt;= 29,8 kA</b>
Curva di sgancio:	<b>E</b>	Norma:	<b>Ics - EN 60947</b>
Taratura termica:	<b>1875 A</b>		
Taratura magnetica:	<b>20000 A</b>		