



# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO

## AREA TECNICA E PATRIMONIO IMMOBILIARE

### PROGETTO PER L'INSTALLAZIONE DI PANNELLI FOTOVOLTAICI SULLE COPERTURE DI ALCUNI EDIFICI DI PARCO D'ORLEANS - LOTTO 2



## 2. RELAZIONI SPECIALISTICHE E DI CALCOLO

PROGETTAZIONE  
IL PROGETTISTA  
Ing. Dario La Torre

COLLABORATORE ESTERNO  
ALLA PROGETTAZIONE  
Ing. Gabriele Pecoraro

IL RESPONSABILE DEL  
PROCEDIMENTO  
Arch. Fausto Ala

IL DIRETTORE DEI LAVORI  
Ing. Dario La Torre

IL RETTORE  
Prof. Massimo Midiri

IL DIRIGENTE  
Ing. Antonio Sorce

Elab. n. 2

PROGETTO

Relazione

Scala: /

DATA: Giugno 2022

REV.: 00

# **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE**

**Potenza = 43.500 kW**

## **Relazione tecnica**

**Impianto:** Presidenza di Ingegneria: Edificio 7A

**Committente:** Università degli Studi di Palermo

**Località:** Parco d'Orleans Viale delle Scienze - Palermo (PA)

Palermo,

**Il Tecnico**

(Ing. Dario La Torre)

---

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto  
Indirizzo  
CAP - Comune

**Presidenza di Ingegneria: Edificio 7A  
Parco d'Orleans Viale delle Scienze  
90128-Palermo (PA)**

### Committente

Ragione Sociale  
Codice Fiscale  
P. IVA

**Università degli Studi di Palermo  
80023730825  
80023730825**

Indirizzo  
CAP - Comune

**Piazza Marina, 61  
90133 Palermo (PA)**

### Tecnico

Nome Cognome Qualifica

**Ing. Dario La Torre**

Albo  
N° Iscrizione

**Ingegneri delle Provincia di Palermo  
A 5111**

Indirizzo  
CAP - Comune  
Telefono  
E-mail

**Viale delle Scienze presso Edificio 18  
90128 Palermo  
  
dario.latorre@unipa.it**

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Presidenza di Ingegneria:Edificio 7A", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 56.982,47 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	10.66
TEP risparmiate in 20 anni	195.84

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

#### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	27 009.69	21.25	24.33	0.80
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	496 408.61	390.63	447.19	14.66

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

### Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;

- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).

### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'installazione dell'impianto è prevista negli spazi disponibili della copertura dell'edificio identificato come 7A. Sono previste delle zone di attraversamento e si prevede di evitare l'interferenza con le strutture fisse presenti in copertura (impianti di condizionamento di grandi dimensioni, impianti fissi a servizio della struttura, ecc.). Laddove sono presenti piccoli impedimenti, come ad esempio unità esterne di condizionamento di piccole dimensioni, si prevede lo spostamento di tali impedimenti in zone prossime al perimetro della copertura o in zone prossime alle strutture esistenti quali torrini scala.

Gli impianti previsti non dovranno in alcun modo interferire con gli impianti già a servizio della struttura e con le installazioni necessarie al normale svolgimento delle attività interne all'edificio.

### Disponibilità della fonte solare

#### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Palermo (PA) avente latitudine 38°.1167 N, longitudine 13°.3619 E e altitudine di 14 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.122	0.328	0.541	0.700	0.758	0.700	0.541	0.328	0.122			
Feb			0.032	0.197	0.416	0.632	0.790	0.848	0.790	0.632	0.416	0.197	0.032		
Mar			0.160	0.430	0.745	1.038	1.246	1.320	1.246	1.038	0.745	0.430	0.160		
Apr		0.075	0.297	0.590	0.909	1.195	1.394	1.465	1.394	1.195	0.909	0.590	0.297	0.075	
Mag	0.005	0.211	0.505	0.856	1.217	1.532	1.747	1.823	1.747	1.532	1.217	0.856	0.505	0.211	0.005
Giu	0.054	0.288	0.603	0.967	1.336	1.653	1.868	1.943	1.868	1.653	1.336	0.967	0.603	0.288	0.054
Lug	0.035	0.287	0.626	1.020	1.420	1.764	1.997	2.080	1.997	1.764	1.420	1.020	0.626	0.287	0.035
Ago		0.154	0.453	0.822	1.208	1.548	1.781	1.864	1.781	1.548	1.208	0.822	0.453	0.154	
Set		0.017	0.227	0.524	0.857	1.162	1.376	1.452	1.376	1.162	0.857	0.524	0.227	0.017	
Ott			0.092	0.358	0.681	0.989	1.208	1.287	1.208	0.989	0.681	0.358	0.092		
Nov				0.215	0.508	0.798	1.009	1.086	1.009	0.798	0.508	0.215			
Dic				0.102	0.305	0.518	0.677	0.735	0.677	0.518	0.305	0.102			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.149	0.303	0.421	0.496	0.521	0.496	0.421	0.303	0.149			
Feb			0.060	0.246	0.405	0.528	0.605	0.631	0.605	0.528	0.405	0.246	0.060		
Mar			0.189	0.390	0.563	0.696	0.779	0.808	0.779	0.696	0.563	0.390	0.189		
Apr		0.105	0.315	0.510	0.677	0.806	0.887	0.914	0.887	0.806	0.677	0.510	0.315	0.105	

Mag	0.006	0.201	0.395	0.577	0.732	0.852	0.927	0.953	0.927	0.852	0.732	0.577	0.395	0.201	0.006
Giu	0.054	0.238	0.423	0.595	0.742	0.856	0.927	0.951	0.927	0.856	0.742	0.595	0.423	0.238	0.054
Lug	0.032	0.215	0.398	0.568	0.714	0.827	0.897	0.921	0.897	0.827	0.714	0.568	0.398	0.215	0.032
Ago		0.142	0.338	0.521	0.678	0.799	0.874	0.900	0.874	0.799	0.678	0.521	0.338	0.142	
Set		0.025	0.236	0.433	0.602	0.732	0.813	0.841	0.813	0.732	0.602	0.433	0.236	0.025	
Ott			0.102	0.297	0.464	0.592	0.673	0.701	0.673	0.592	0.464	0.297	0.102		
Nov				0.166	0.316	0.430	0.502	0.527	0.502	0.430	0.316	0.166			
Dic				0.121	0.271	0.387	0.460	0.484	0.460	0.387	0.271	0.121			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.271	0.631	0.962	1.196	1.279	1.196	0.962	0.631	0.271			
Feb			0.092	0.443	0.821	1.160	1.395	1.479	1.395	1.160	0.821	0.443	0.092		
Mar			0.349	0.820	1.308	1.734	2.025	2.128	2.025	1.734	1.308	0.820	0.349		
Apr		0.180	0.612	1.100	1.586	2.001	2.281	2.379	2.281	2.001	1.586	1.100	0.612	0.180	
Mag	0.011	0.412	0.900	1.433	1.949	2.384	2.674	2.776	2.674	2.384	1.949	1.433	0.900	0.412	0.011
Giu	0.108	0.526	1.026	1.562	2.078	2.509	2.795	2.894	2.795	2.509	2.078	1.562	1.026	0.526	0.108
Lug	0.067	0.502	1.024	1.588	2.134	2.591	2.894	3.001	2.894	2.591	2.134	1.588	1.024	0.502	0.067
Ago		0.296	0.791	1.343	1.886	2.347	2.655	2.764	2.655	2.347	1.886	1.343	0.791	0.296	
Set		0.042	0.463	0.957	1.459	1.894	2.189	2.293	2.189	1.894	1.459	0.957	0.463	0.042	
Ott			0.194	0.655	1.145	1.581	1.881	1.988	1.881	1.581	1.145	0.655	0.194		
Nov				0.381	0.824	1.228	1.511	1.613	1.511	1.228	0.824	0.381			
Dic				0.223	0.576	0.905	1.137	1.219	1.137	0.905	0.576	0.223			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.40	9.30	14.60	17.90	22.30	24.10	24.60	21.40	16.30	12.90	9.50	6.90

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

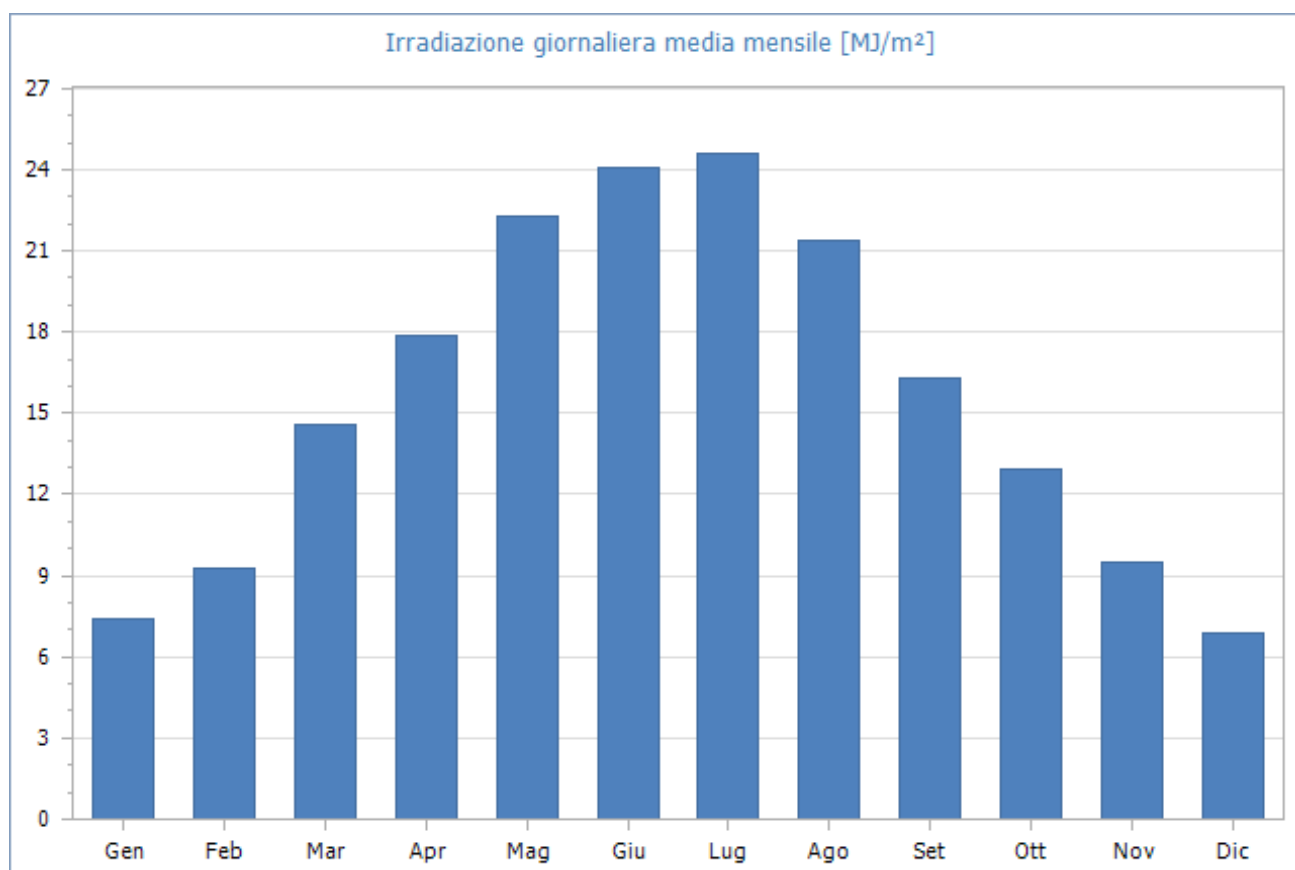


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **5 707.50 MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo).

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Palermo:

## DIAGRAMMA SOLARE

Palermo (PA) - Lat. 38°.1167 N - Long. 13°.3619 E - Alt. 14 m

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

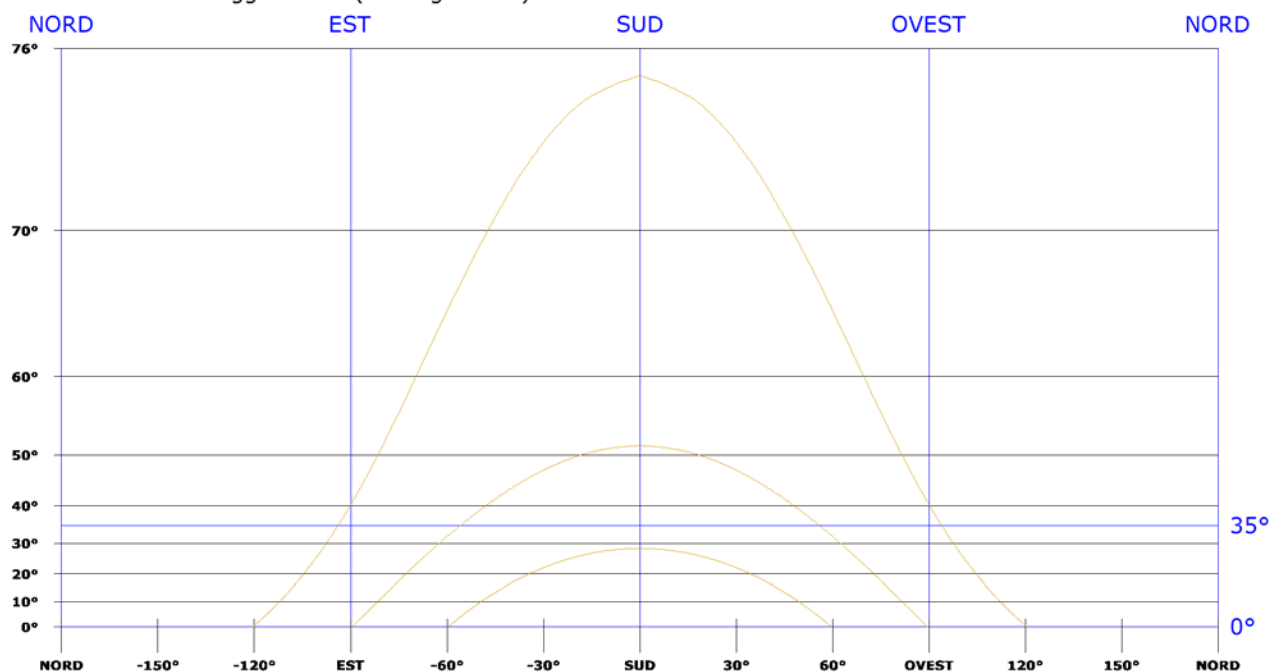


Fig. 2: Diagramma solare

## Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.



## PROCEDURE DI CALCOLO

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

---

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

**TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

**TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

**TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

**CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

**DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

# DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

## Impianto *Presidenza di Ingegneria*

L'impianto, denominato "Presidenza di Ingegneria:Edificio 7A", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **43.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **56 982.47 kWh** (equivalente a **1 309.94 kWh/kW**), derivante da 87 moduli che occupano una superficie di 204.36 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Università degli Studi di Palermo
Indirizzo	Parco d'Orleans Viale delle Scienze
CAP Comune (Provincia)	90128 Palermo (PA)
Latitudine	38°.1167 N
Longitudine	13°.3619 E
Altitudine	14 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	5 707.50 MJ/m <sup>2</sup>
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	204.36 m <sup>2</sup>
Numero totale moduli	87
Numero totale inverter	2
Energia totale annua	56 982.47 kWh
Potenza totale	43.500 kW
Potenza fase L1	14.500 kW
Potenza fase L2	14.500 kW
Potenza fase L3	14.500 kW
Energia per kW	1 309.94 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	74.97 %

### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **56 982.47 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

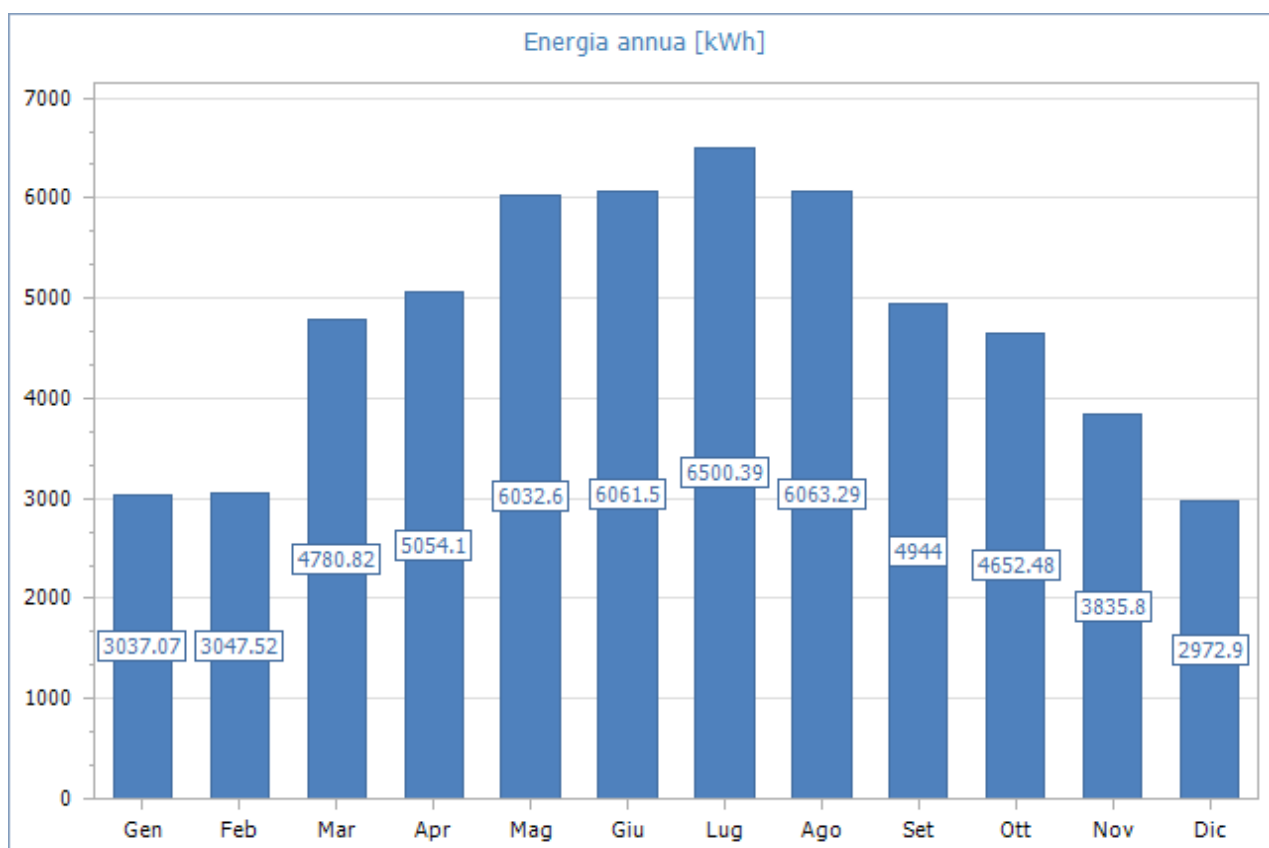


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

### Posizionamento dei moduli

---

La posizione dei moduli è prevista con inclinazione pari a 30° con direzione a sud. Il loro posizionamento è previsto mediante strutture poggiate provviste di zavorra.

### Cablaggio elettrico

---

Il cablaggio elettrico dei componenti relativi al fotovoltaico avverrà con connettori idonei alla tipologia di applicazione e dotati di opportuna certificazione. La distribuzione all'esterno è prevista in canale metallico o in tubazione rigida tipo RK15. I cavi previsti sono cavo solari tipo H1Z2Z2-K per le connessioni all'interno del campo fotovoltaico e tra il campo fotovoltaico e i relativi quadri. I restanti cavi sono previsti del tipo FG16R16.

### Impianto di messa a terra

---

L'impianto di terra di cui si disporrà è quello della struttura in cui verrà installato l'impianto.

## Generatore fotovoltaico Generatore 1

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore 1</b>
Tipo connessione	<b>trifase</b>
Potenza totale	<b>43.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>56 982.47 kWh</b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-17/20KTL - SUN2000-20KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>101.15 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Numero inverter	<b>2</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Configurazione inverter			
N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
1	1	14	1 x 14
	2	14	1 x 14
	3	14	1 x 14
2	1	15	1 x 15
	2	15	1 x 15
	3	15	1 x 15

### Inverter 1

#### Verifiche elettriche MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>MPPT min</sub> = 200.00 V	V <sub>MPPT max</sub> = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 597.58 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 537.32 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 459.84 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 697.96 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 637.70 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT
---------------

V <sub>m</sub> a 70 °C (459.84 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (597.58 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche MPPT 2

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
V <sub>mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 597.58 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 537.32 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 459.84 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 697.96 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 637.70 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (459.84 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (597.58 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche MPPT 3

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
V <sub>mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 597.58 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 537.32 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 459.84 V	

Voc a -10 °C = 697.96 V	Voc a 25 °C = 637.70 V	Voc a 70 °C = 560.22 V
Im a 25 °C = 13.03 A	Isc a 25 °C = 13.90 A	

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (459.84 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (597.58 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

## *Inverter 2*

### Verifiche elettriche MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	Imax = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	
Im a 25 °C = 13.03 A	Isc a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (492.69 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (640.27 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO



## Verifiche elettriche MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>Mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>Mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 640.27 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 575.70 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 492.69 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 747.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 683.25 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche MPPT 3

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>Mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>Mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 640.27 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 575.70 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 492.69 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 747.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 683.25 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico, ha una potenza pari a **43.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **56 982.47 kWh**, derivante da 220 moduli con una superficie totale dei moduli di 204.36 m<sup>2</sup>.  
Il generatore ha una connessione trifase.

## Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 745.90 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>43.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>56 982.47 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>LONGi Solar Technology Co., Ltd. - LR5-66HPH 480-505M - 500</b>
Numero totale moduli	<b>87</b>
Superficie totale moduli	<b>204.36 m<sup>2</sup></b>

## Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore  
La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0,6/1 kV	16.0	50.00	144.34	154.00	0.03
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	20.00	144.34	154.00	0.03
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	10.00	28.87	60.00	0.03
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro fotovoltaico - Inverter 2	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	10.00	28.87	60.00	0.03
Inverter 2 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02

Quadro generale	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

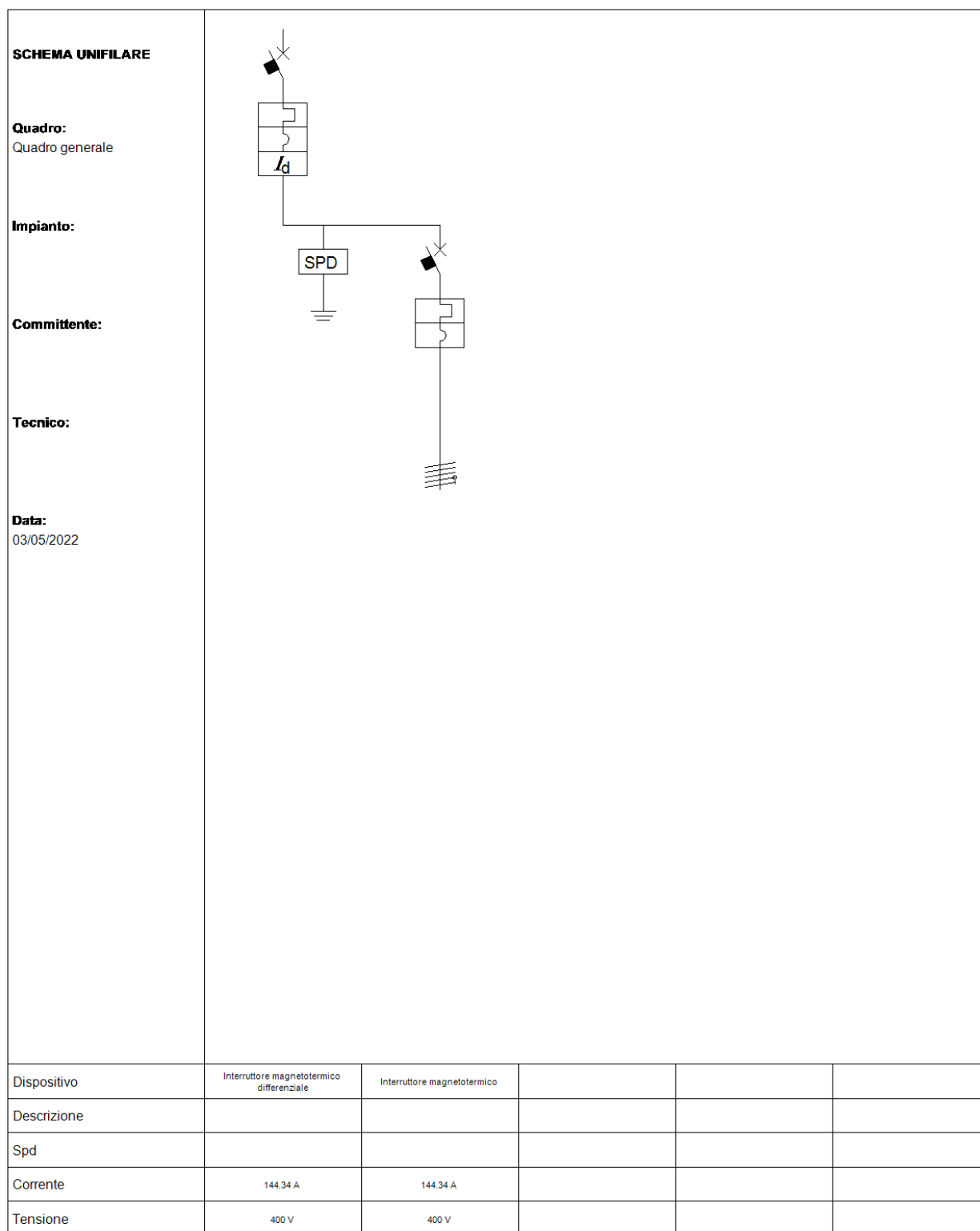


Fig. 4: Schema unifilare quadro "Quadro generale"

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Inverter 1	Interruttore magnetotermico
Inverter 2	Interruttore magnetotermico

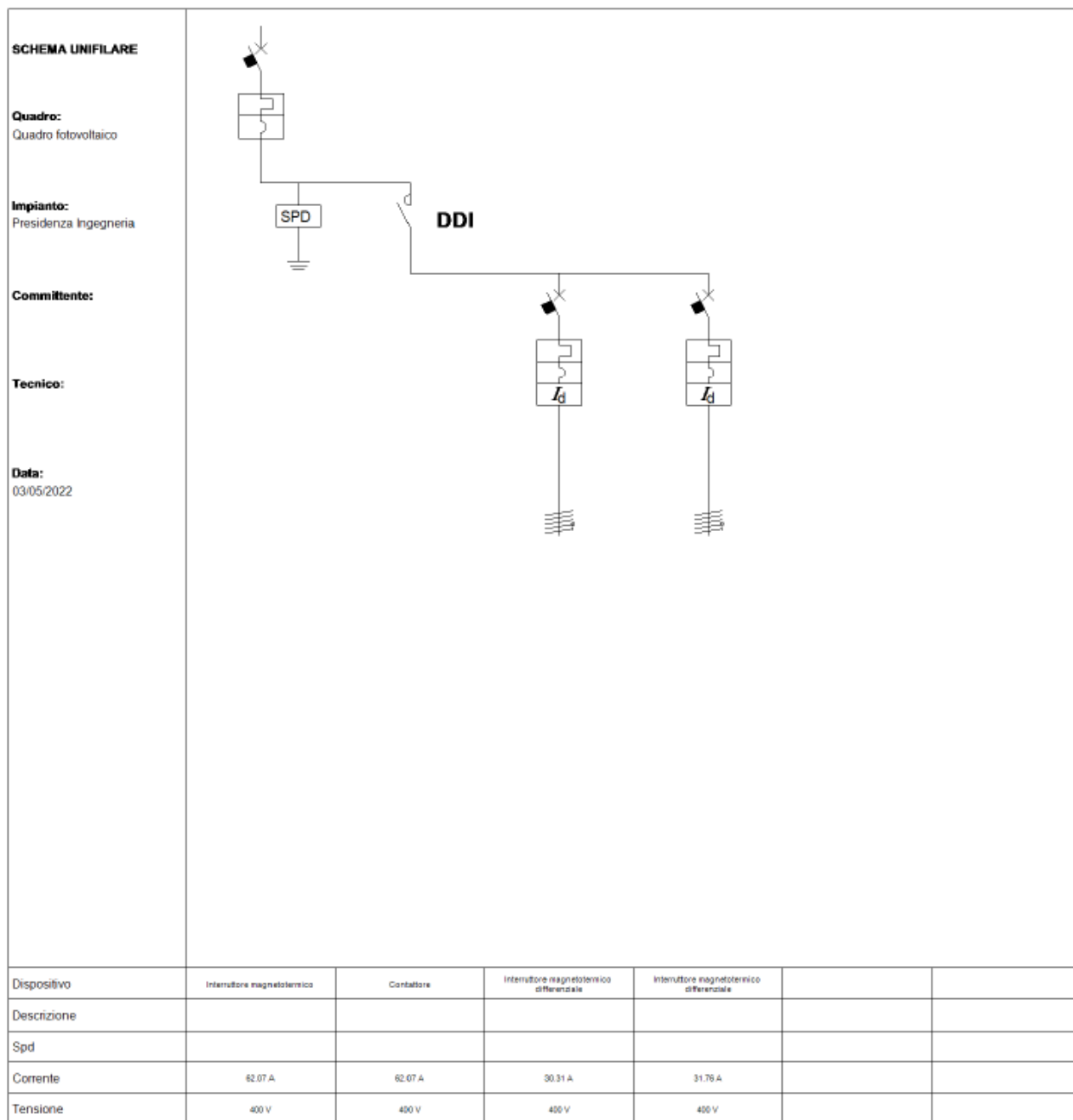


Fig. 5: Schema unifilare quadro "Quadro fotovoltaico"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

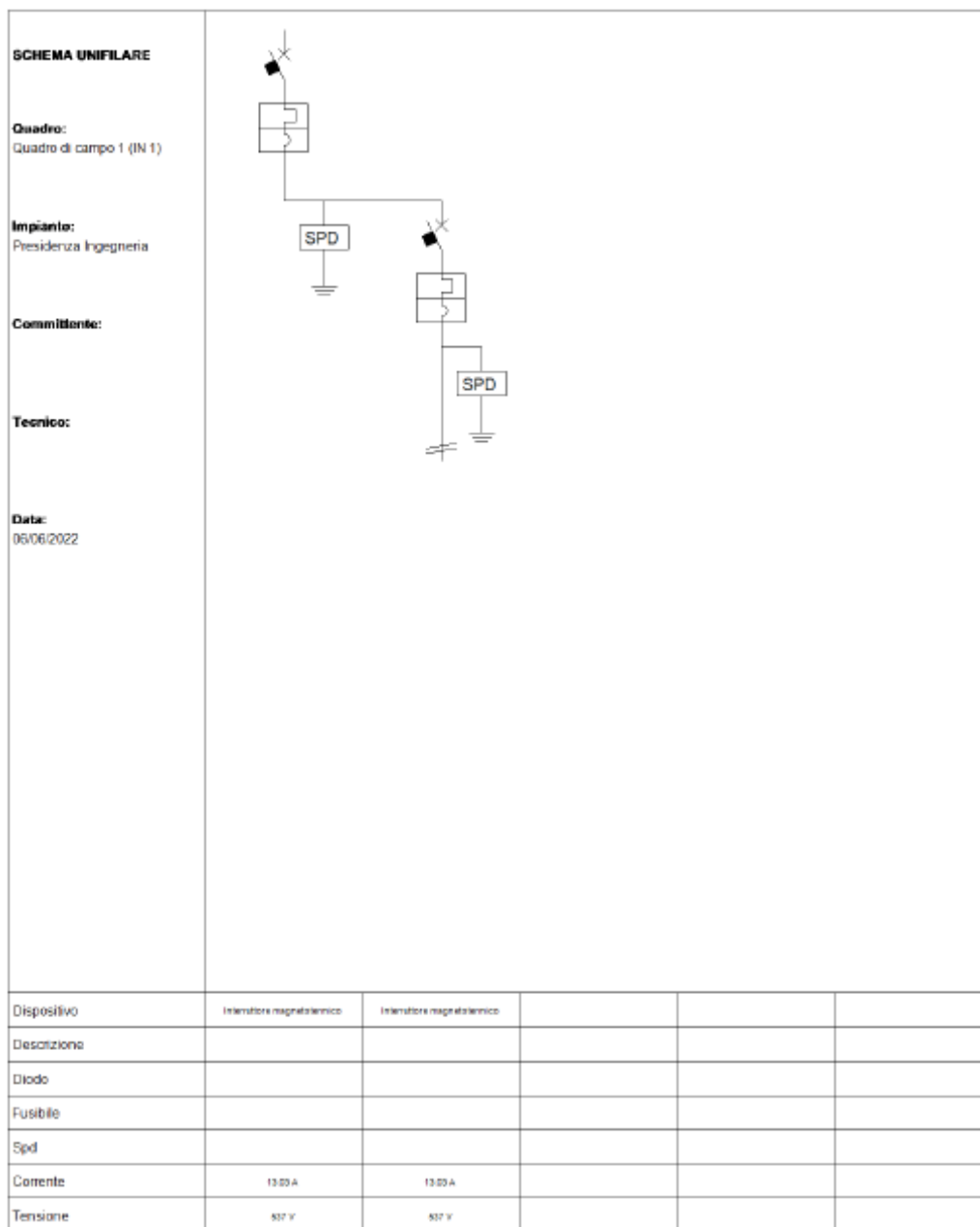


Fig. 6: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

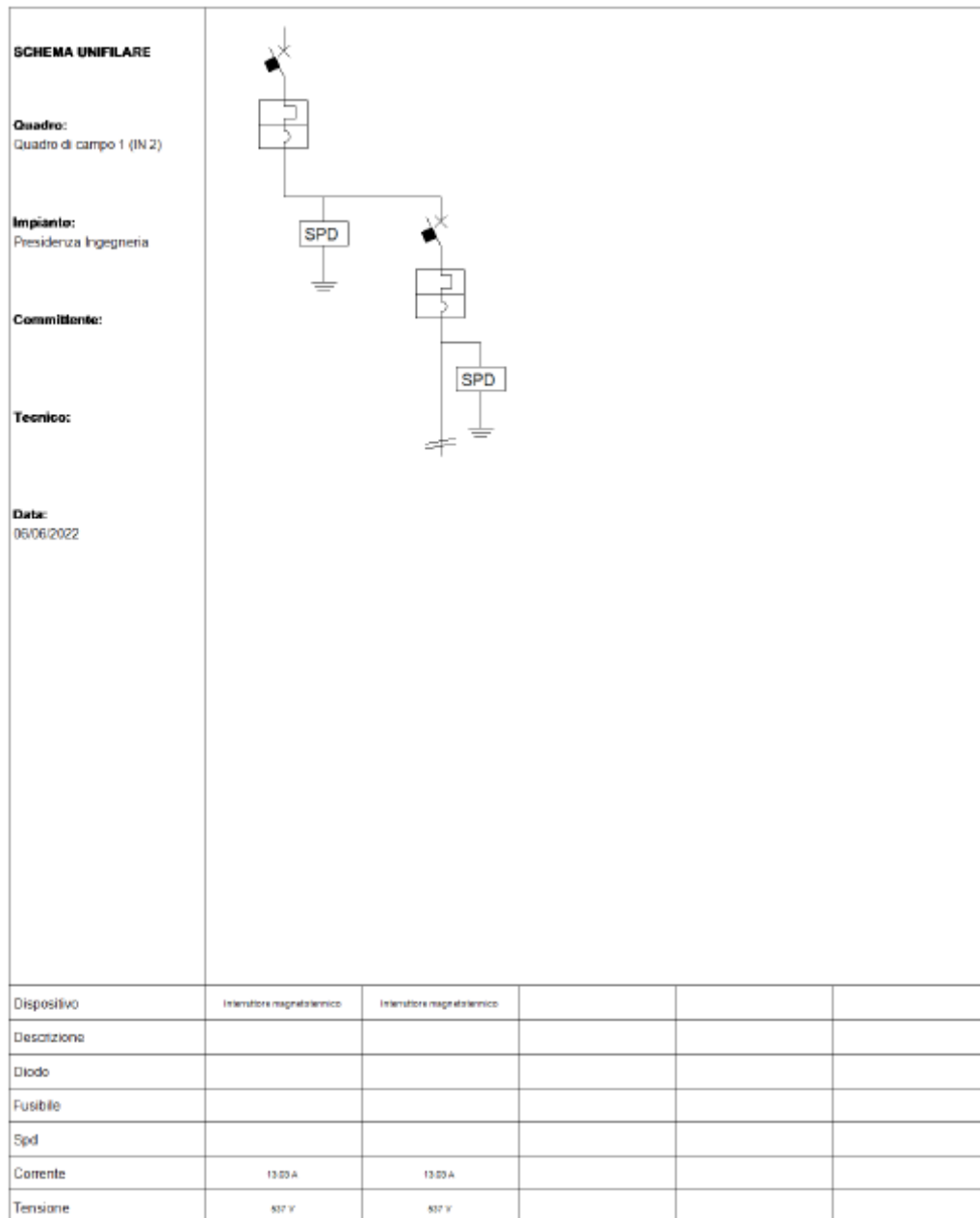


Fig. 7: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso S 1.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico
SPD presente

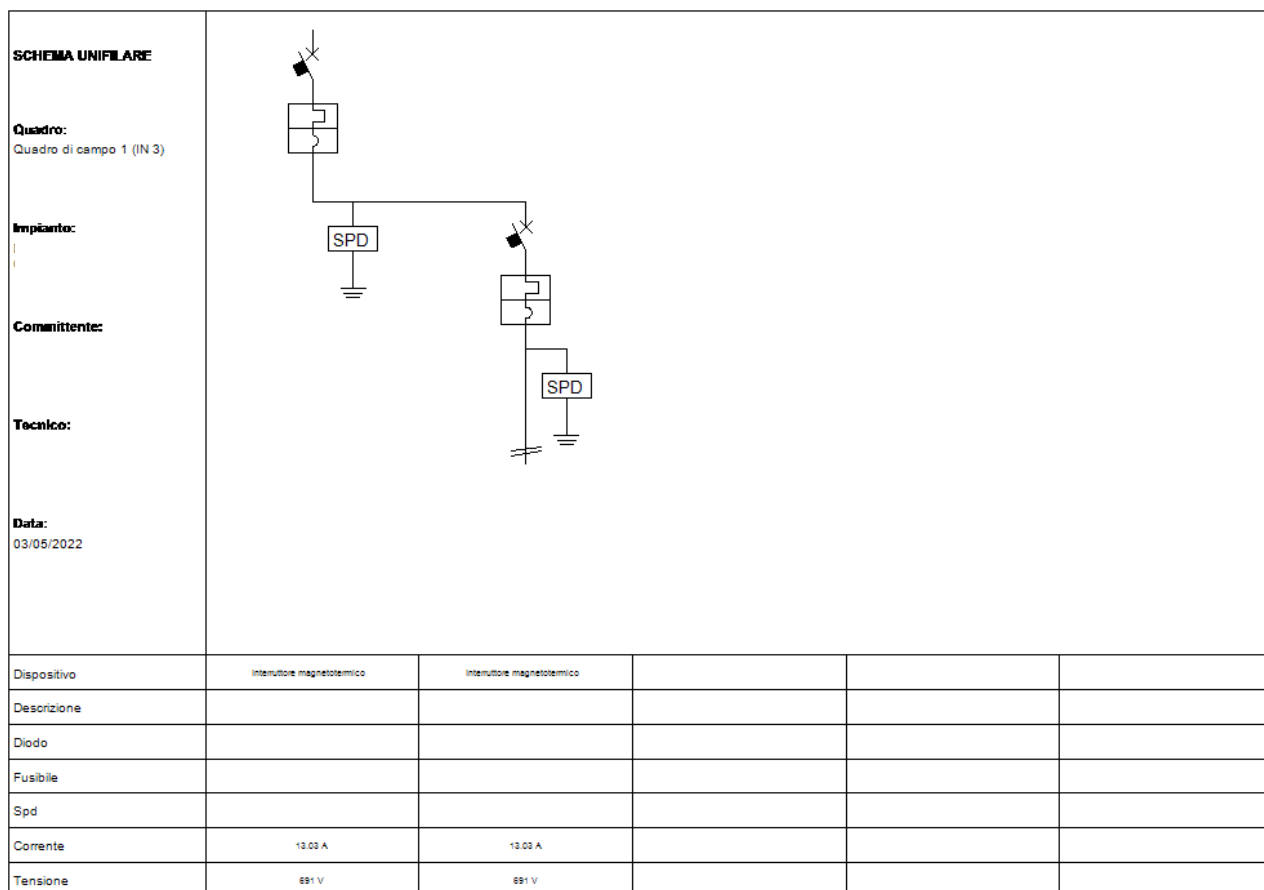


Fig. 8: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"



Quadro di campo 2	
Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso S 2.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico	
SPD presente	

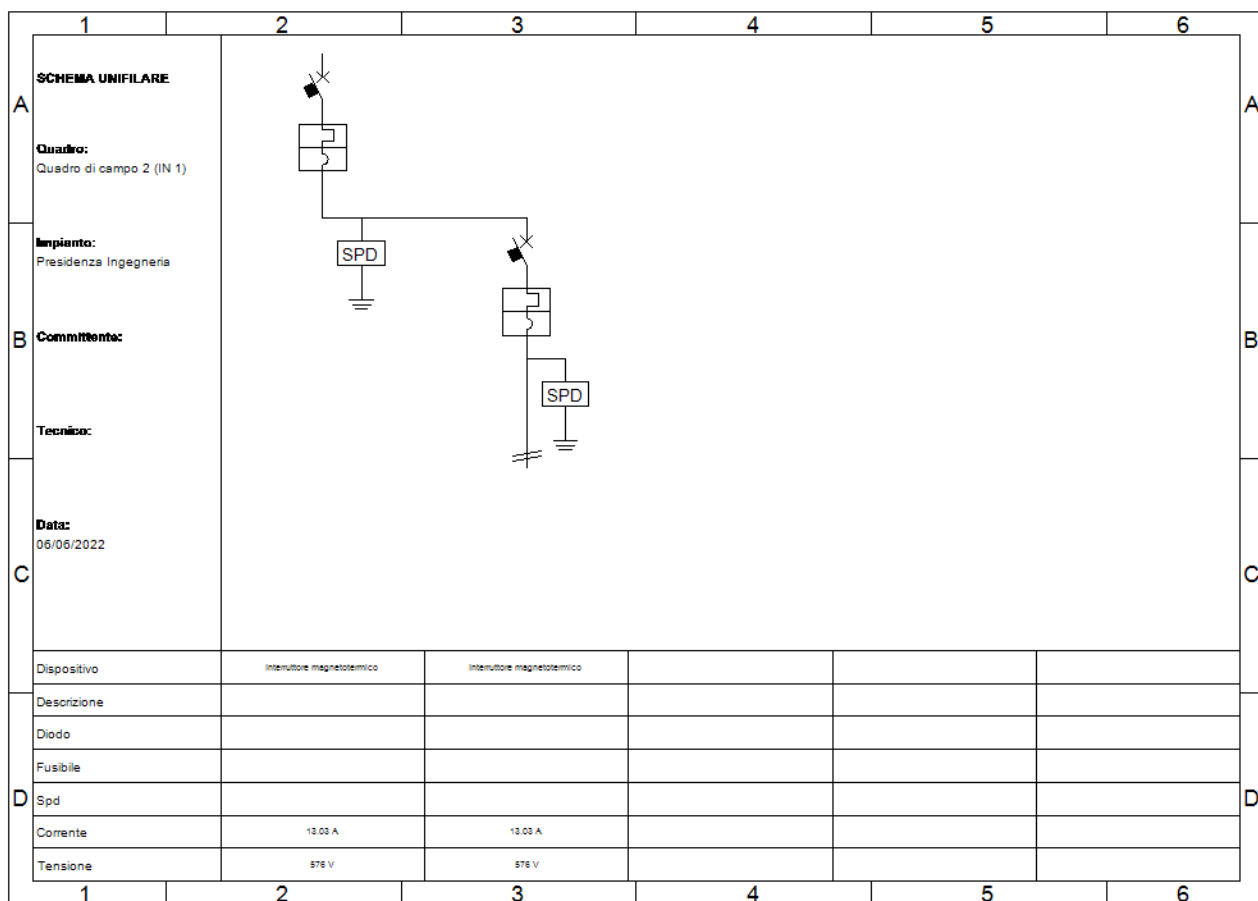


Fig. 9: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
<b>Ingresso S 2.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

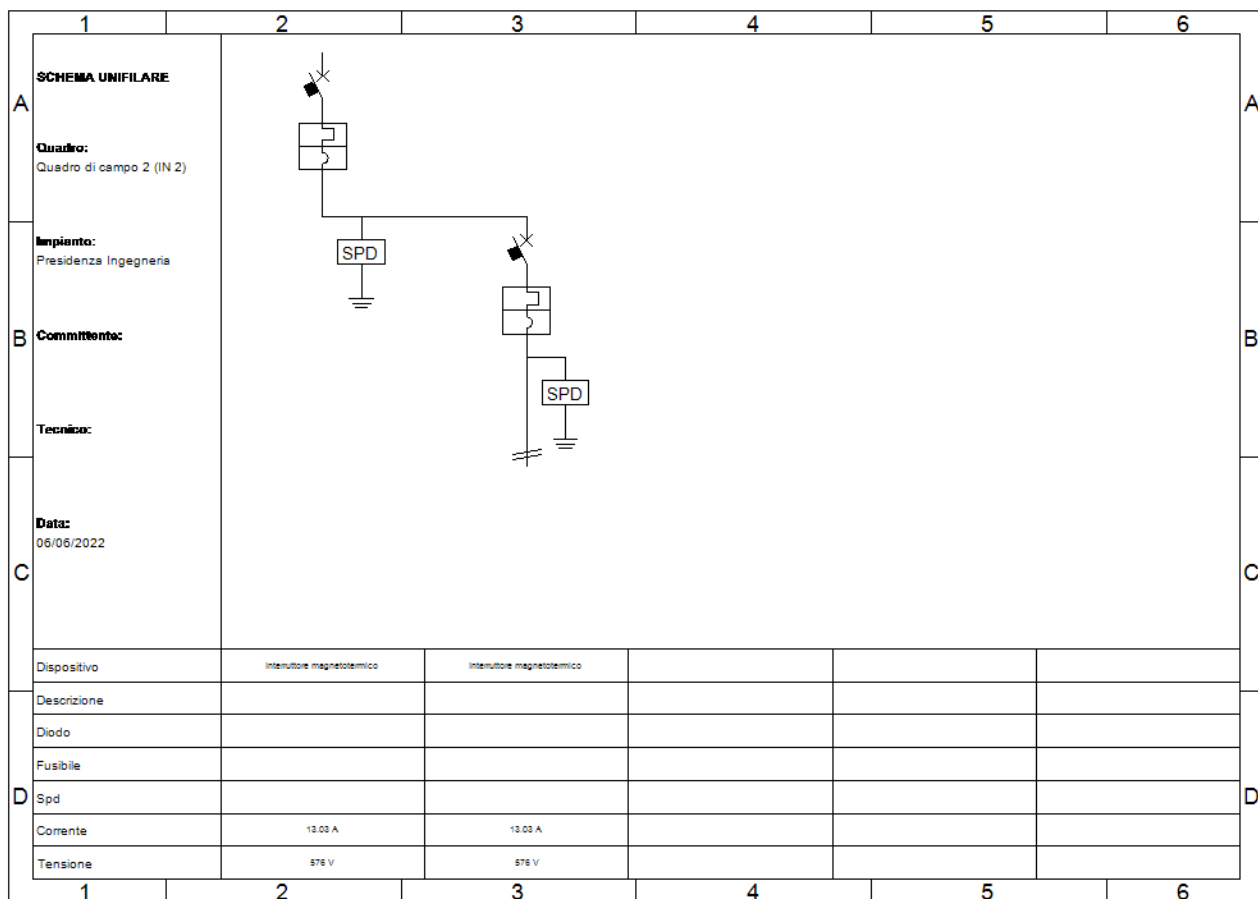


Fig. 10: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso S 2.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico
SPD presente

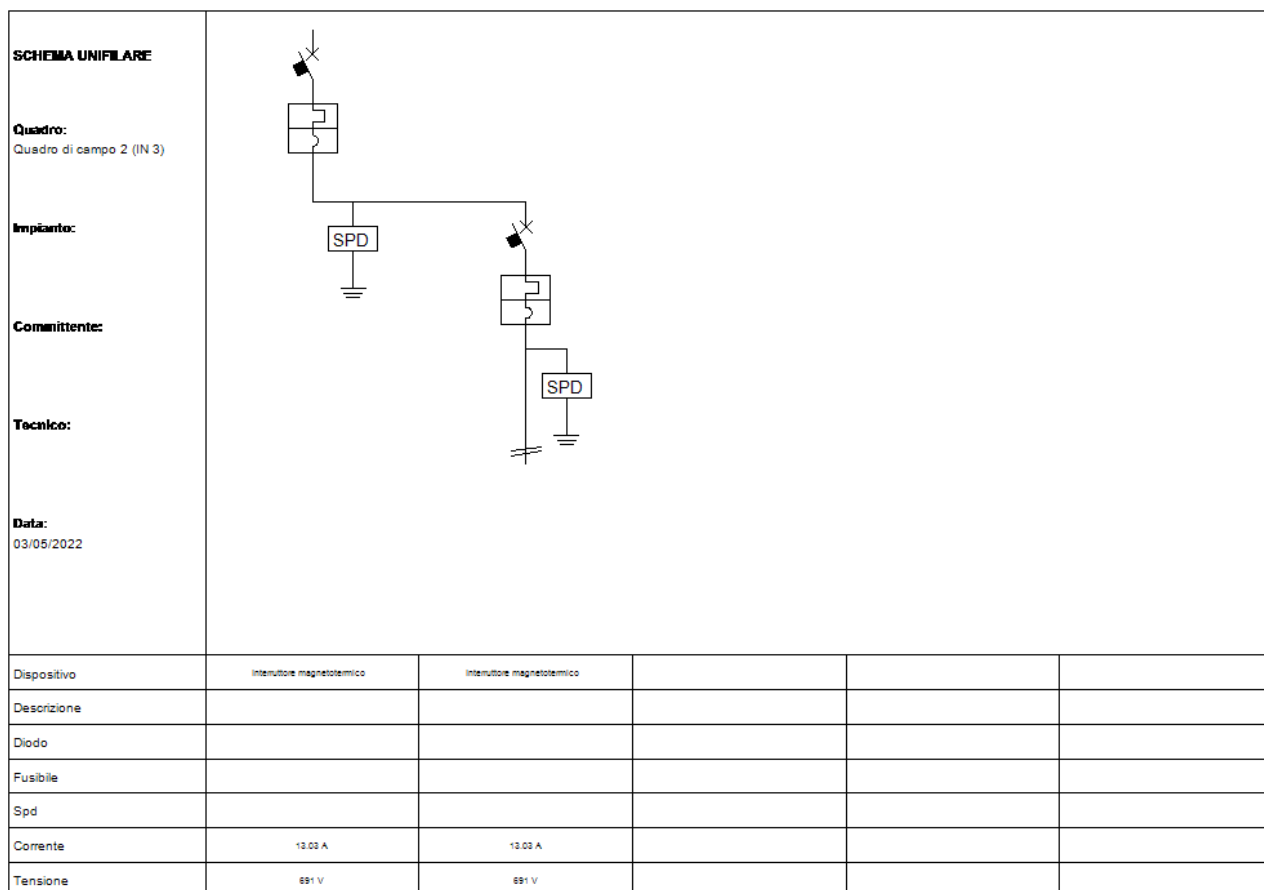
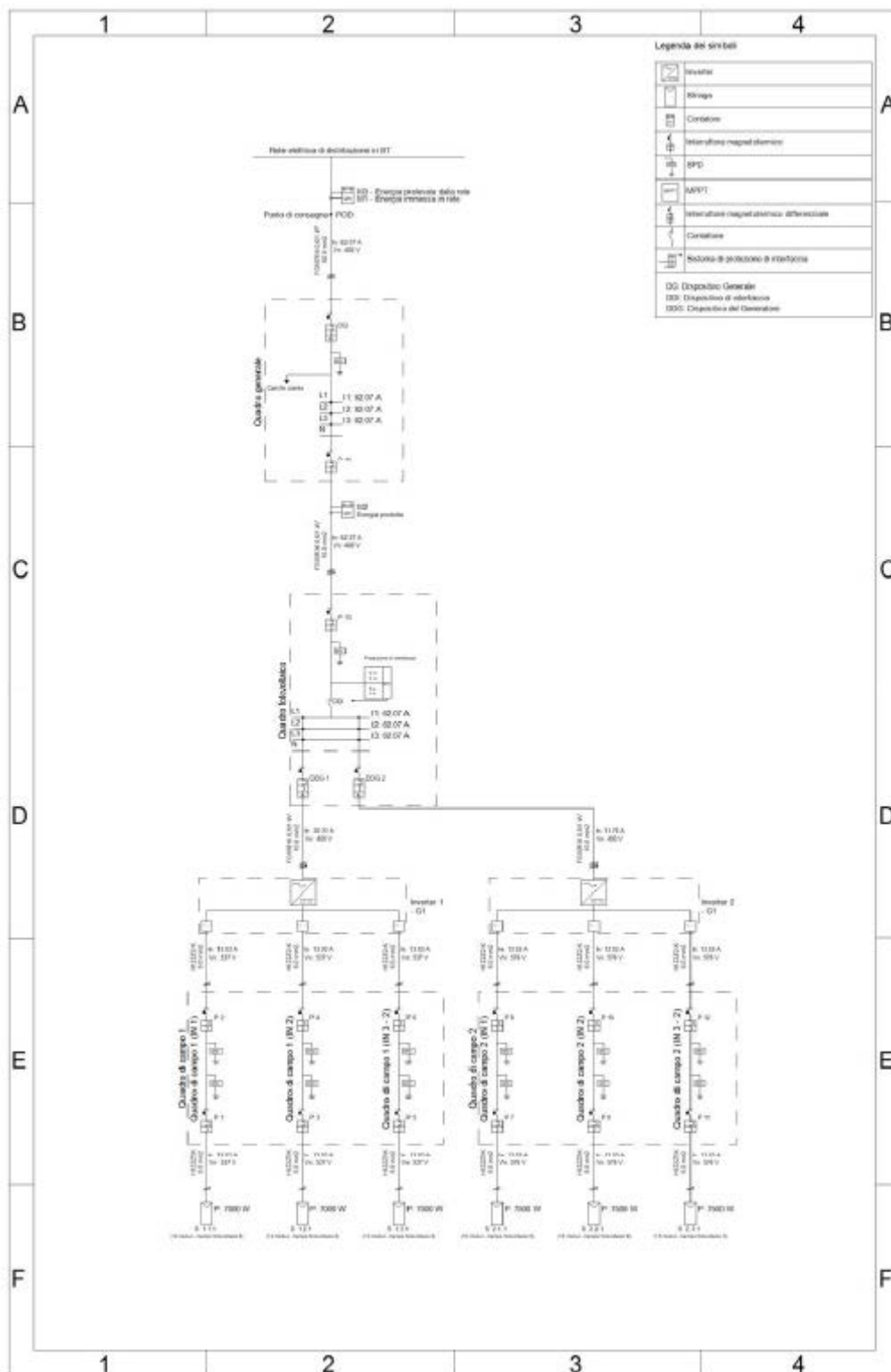


Fig. 11: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

## Schema unifilare

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.



Riepilogo potenze per fase			
Generatore / sottoimpianto	L1	L2	L3
Generatore 1	14.500 kW	14.500 kW	14.500 kW
<b>Totale</b>	<b>14.500 kW</b>	<b>14.500 kW</b>	<b>14.500 kW</b>

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: **0.000 kW**.

## NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

#### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**  
**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

#### Secondo Conto Energia

**Decreto 19-02-2007:** 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, n. 387.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

#### **Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

**DM 02/03/2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Terzo Conto Energia

**Decreto 6 agosto 2010:** incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Quarto Conto Energia

**Decreto 5 maggio 2011:** incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

#### Quinto Conto Energia

**Decreto 5 luglio 2012:** attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

**Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR:** determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

#### Decreto FER1

**Decreto 4 luglio 2019:** incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.

### Norme Tecniche

---

#### Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 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 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**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 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 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

**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.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

Altra Normativa sugli impianti elettrici

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**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 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

**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 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).

**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 " = 16 A per fase).

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati 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):** apparati 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):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati 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.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**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 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## Delibere AEEGSI

---

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

### Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.



#### Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

#### Tariffe

**Delibera 111-06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL** (valido dal 02-04-2019)

**TIT (2018-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione

**TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-09-2018):** testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)

#### TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 128/2017/R/EEL e 96/2018/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EFR:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

#### TEP

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

#### TIQE

**Deliberazione 646/2015/R/EEL:** testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica. Periodo di regolazione 2016-2023 (Versione modificata e integrata con deliberazione 38/2016/R/EEL)

## SEU

**Deliberazione 578/2013/R/EEL:** regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo.

**Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL:** testo integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC (Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL, 458/2016/R/EEL, 788/2016/R/EEL, 276/2017/R/EEL, 894/2017/R/EEL, 921/2017/R/EEL e 426/2018/R/EEL).

**Deliberazione 609/2014/R/EEL:** prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).

## Agenzia delle Entrate

---

**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Circolare del 06/07/2009 n. 32/E:** imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

**Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.

**Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E:** trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.

**Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E :**interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).

**Risoluzione del 06/12/2012:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

**Risoluzione del 02/04/2013 n. 22/E:** applicabilità della detrazione fiscale del 36 per cento, prevista dall'art. 16-bis del TUIR, alle spese di acquisto e installazione di un impianto fotovoltaico diretto alla produzione di energia elettrica.

**Circolare del 19/12/2013 n. 36/E:** impianti fotovoltaici – Profili catastali e aspetti fiscali.

**Risoluzione del 15/10/2015 n. 86/E:** tassazione forfettaria del reddito derivante dalla produzione e dalla cessione di energia elettrica da impianti fotovoltaici - Art. 22 del decreto legge n. 66 del 2014.

**Circolare del 01/02/2016 n. 2/E:** unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa).

## Agenzia del Territorio

---

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Nota Prot. n. 31892 -** Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

## GSE

---

## SSP

**Disposizioni Tecniche di Funzionamento.**

**Regole Tecniche sulla Disciplina dello scambio sul posto.**

## Ritiro dedicato

**Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.**

**Prezzi minimi garantiti.**

## SEU

**Regole applicative per la presentazione della richiesta e il conseguimento della qualifica di SEU e SEESEU.**

**Guida alla qualifica dei sistemi SEU e SEESEU.**

## FER1

**Regolamento Operativo per l'iscrizione ai Registri e alle Aste del DM 4 luglio 2019 (23/08/2019)**

## TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## DEFINIZIONI

### Definizioni - Rete Elettrica

---

**Distributore**

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

**Rete del distributore**

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

**Rete BT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

**Rete MT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

**Utente**

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

**Gestore di rete**

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

**Gestore Contraente**

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

### Definizioni - Impianto Fotovoltaico

---

**Angolo di inclinazione (o di Tilt)**

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

**Angolo di orientazione (o di azimut)**

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

**BOS (Balance Of System o Resto del sistema)**

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

**Generatore o Campo fotovoltaico**

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

**Cella fotovoltaica**

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

**Condizioni di Prova Standard (STC)**

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

– Temperatura di cella:  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

– Irraggiamento:  $1000\text{ W/m}^2$ , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

**Condizioni nominali**

Sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

**Costo indicativo cumulato annuo degli incentivi o costo indicativo cumulato degli incentivi**

Sommatoria degli incentivi, gravanti sulle tariffe dell'energia elettrica, riconosciuti a tutti gli impianti alimentati da fonte fotovoltaica in attuazione del presente decreto e dei precedenti provvedimenti di incentivazione; ai fini della determinazione del costo generato dai provvedimenti antecedenti al presente decreto, si applicano le modalità previste dal DM 5 maggio 2011; ai fini della determinazione dell'ulteriore costo generato dal presente decreto:

i) viene incluso il costo degli impianti ammessi a registro in posizione utile. A tali impianti, fino all'entrata in esercizio, è attribuito un incentivo pari alla differenza fra la tariffa incentivante spettante alla data di entrata in esercizio dichiarata dal produttore e il prezzo medio zonale nell'anno precedente a quello di richiesta di iscrizione;

ii) l'incentivo attribuibile agli impianti entrati in esercizio che accedono ad incentivi calcolati per differenza rispetto a tariffe incentivanti costanti, ivi inclusi gli impianti che accedono a tariffe fisse onnicomprensive, è calcolato per differenza con il valore del prezzo zonale nell'anno precedente a quello in corso;

iii) la producibilità annua netta incentivabile è convenzionalmente fissata in  $1200\text{ kWh/kW}$  per tutti gli impianti.

**Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico**

Data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, comunicata dal gestore di rete e dallo stesso registrata in GAUDÌ.

**Dispositivo del generatore**

Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

**Dispositivo di interfaccia**

Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

**Dispositivo generale**

Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

**Effetto fotovoltaico**

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

**Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup>), intesa come somma dell'area dei moduli.

**Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m<sup>2</sup>) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

**Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico**

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

**Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico**

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore**

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

**Impianto fotovoltaico a concentrazione**

Un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida CEI 82-25.

**Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli non convenzionali e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate.

**Impianto fotovoltaico con innovazione tecnologica**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti caratterizzati da significative innovazioni tecnologiche.

**Impianto fotovoltaico realizzato su un edificio**

Impianto i cui moduli sono posizionati sugli edifici secondo specifiche modalità individuate.

**Impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'UE/SEE**

A prescindere dall'origine delle materie prime impiegate, sono gli impianti fotovoltaici e gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative che utilizzano moduli fotovoltaici e gruppi di conversione realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o che sia parte dell'Accordo sullo Spazio Economico

Europeo - SEE (Islanda, Liechtenstein e Norvegia), nel rispetto dei seguenti requisiti:

1. per i moduli fotovoltaici è stato rilasciato l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation, come indicata nella Guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: a) moduli in silicio cristallino: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; b) moduli fotovoltaici in film sottile (thin film): processo di deposizione, assemblaggio/laminazione e test elettrici; c) moduli in film sottile su supporto flessibile: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; d) moduli non convenzionali e componenti speciali: oltre alle fasi di lavorazione previste per i punti a), b) e c), a seconda della tipologia di modulo, anche le fasi di processo che determinano la non convenzionalità e/o la specialità; in questo caso, all'interno del Factory Inspection Attestation va resa esplicita anche la tipologia di non convenzionalità e/o la specialità.
2. Per i gruppi di conversione è stato rilasciato, da un ente di certificazione accreditato EN 45011 per le prove su tali componenti, l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: progettazione, assemblaggio, misure/collaudo.

#### **Impianto - Serra fotovoltaica**

Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili;

#### **Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra**

Impianto per il quale i moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, per le quali si applicano le definizioni di cui all'articolo 20 del DM 6 agosto 2010.

#### **Inseguitore della massima potenza (MPPT)**

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

#### **Energia radiante**

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

#### **Irradiazione**

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

#### **Irraggiamento solare**

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico**

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico in c.a.**

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

#### **Pannello fotovoltaico**

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

#### **Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)**

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico**

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico**

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

#### **Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico**

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

#### **Potenziamento**

Intervento tecnologico, realizzato nel rispetto dei requisiti e in conformità alle disposizioni del presente decreto, eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno tre anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di una o più stringhe di moduli fotovoltaici e dei relativi inverter, la cui potenza

nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera l). L'energia incentivata a seguito di un potenziamento è la produzione aggiuntiva dell'impianto moltiplicata per un coefficiente di gradazione pari a 0,8.

#### **Produzione netta di un impianto**

Produzione lorda diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica.

#### **Produzione lorda di un impianto**

Per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica; per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica.

#### **Produzione netta aggiuntiva di un impianto**

Aumento espresso in kWh, ottenuto a seguito di un potenziamento, dell'energia elettrica netta prodotta annualmente e misurata attraverso l'installazione di un gruppo di misura dedicato.

#### **Punto di connessione**

Punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Radiazione solare**

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m<sup>2</sup>), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

#### **Rifacimento totale**

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi di almeno tutti i moduli e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

#### **Servizio di scambio sul posto**

Servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **Sezioni**

"....l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

- a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;
- b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;
- c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;
- d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;
- e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

#### **Soggetto responsabile**

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

#### **Sottosistema fotovoltaico**

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

#### **Stringa fotovoltaica**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

#### **Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)**

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

#### **Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n° 79 del 16-03-99)**

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto.

**Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione**

Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

**Definizione di Edificio:** "...un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, articolo 2).

**Definizione di Ente locale:** ai sensi del Testo Unico delle Leggi sull'ordinamento degli Enti Locali, si intendono per enti locali i Comuni, le Province, le Città metropolitane, le Comunità montane, le Comunità isolate e le Unioni di comuni. Le norme sugli Enti Locali si applicano, altresì, salvo diverse disposizioni, ai consorzi cui partecipano Enti Locali, con esclusione di quelli che gestiscono attività aventi rilevanza economica ed imprenditoriale e, ove previsto dallo statuto, dei consorzi per la gestione dei servizi sociali. La legge 99/09 ha esteso anche alle Regioni, a partire dal 15/08/09, tale disposizione.



## SCHEDE TECNICHE MODULI

### Modulo **M.21005**

#### DATI GENERALI

Marca	LONGi Solar Technology Co., Ltd.
Serie	LR5-66HPH 480-505M
Modello	500
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	500.0 W
Im	13.03 A
Isc	13.90 A
Efficienza	21.30 %
Vm	38.38 V
Voc	45.55 V

#### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2700 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.048 %/°C
NOCT	45±2 °C
Vmax	1 500.00 V

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 073 mm
Larghezza	1 133 mm
Superficie	2.349 m <sup>2</sup>
Spessore	35 mm
Peso	25.10 kg
Numero celle	132

#### NOTE

Note
------

## SCHEDA TECNICHE INVERTER

Inverter **I.1833**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-17/20KTL
Modello	SUN2000-20KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	200.00	950.00	1 000.00	18.00
2	200.00	950.00	1 000.00	18.00
3	200.00	950.00	1 000.00	18.00

**Max pot. FV [W]** 22 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	22 000 W
Tensione nominale	-
Rendimento max	98.60 %
Distorsione corrente	3 %
Frequenza	50,60 Hz
Rendimento europeo	98.30 %

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	520 x 266 x 610
Peso	50.00 kg

### NOTE

Note
------

# INDICE

<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
Ubicazione impianto	2
Committente	2
Tecnico	2
<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio sul combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	3
Normativa di riferimento	3
<b>SITO DI INSTALLAZIONE</b>	<b>4</b>
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	4
Disponibilità della fonte solare	4
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4
Fattori morfologici e ambientali	6
Ombreggiamento	6
Riflettanza	7
<b>PROCEDURE DI CALCOLO</b>	<b>8</b>
Criterio generale di progetto	8
Criterio di stima dell'energia prodotta	8
Criterio di verifica elettrica	8
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
Impianto <i>Presidenza di Ingegneria</i>	10
Scheda tecnica dell'impianto	10
Energia prodotta	10
Specifiche degli altri componenti dell'impianto <i>Presidenza di Ingegneria</i>	12
Posizionamento dei moduli	12
Cablaggio elettrico	12
Impianto di messa a terra	12
Generatore fotovoltaico Generatore 1	13
Verifiche elettriche MPPT 1	13
Verifiche elettriche MPPT 2	14
Verifiche elettriche MPPT 3	14
Verifiche elettriche MPPT 1	15
Verifiche elettriche MPPT 2	16
Verifiche elettriche MPPT 3	16
Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico	17
Scheda tecnica	17
Schema elettrico	18
Cavi	18
Quadri	19
Schema unifilare	27
<b>NORMATIVA</b>	<b>29</b>
Leggi e decreti	29
Norme Tecniche	30
Delibere AEEGSI	31
Agenzia delle Entrate	33
Agenzia del Territorio	33

GSE	33
TERNA	34
<b>DEFINIZIONI</b>	<b>35</b>
Definizioni - Rete Elettrica	35
Definizioni - Impianto Fotovoltaico	35
<b>SCHEDE TECNICHE MODULI</b>	<b>40</b>
Modulo <b>M.21005</b>	40
<b>SCHEDE TECNICHE INVERTER</b>	<b>41</b>
<b>INDICE</b>	<b>42</b>

# **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE**

**Potenza = 67.500 kW**

## **Relazione tecnica**

**Impianto:** Biblioteca di Ingegneria: Edificio 7B

**Committente:** Università degli Studi di Palermo

**Località:** Parco d'Orleans Viale delle Scienze - Palermo (PA)

Palermo,

**Il Tecnico**

(Ing. Dario La Torre)

---

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto  
Indirizzo  
CAP - Comune

**Biblioteca di Ingegneria: Edificio 7B**  
**Parco d'Orleans Viale delle Scienze**  
**90128-Palermo (PA)**

### Committente

Ragione Sociale  
Codice Fiscale  
P. IVA

**Università degli Studi di Palermo**  
**80023730825**  
**80023730825**

Indirizzo  
CAP - Comune

**Piazza Marina, 61**  
**90133 Palermo (PA)**

### Tecnico

Nome Cognome Qualifica

**Ing. Dario La Torre**

Albo  
N° Iscrizione

**Ingegneri delle Provincia di Palermo**  
**A 5111**

Indirizzo  
CAP - Comune  
Telefono  
E-mail

**Viale delle Scienze presso Edificio 18**  
**90128 Palermo**  
**dario.latorre@unipa.it**

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Biblioteca di Ingegneria: Edificio 7B", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 88 419.48 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	16.53
TEP risparmiate in 20 anni	303.88

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

#### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	41 910.83	32.98	37.76	1.24
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	770 275.33	606.14	693.90	22.75

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

### Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;

- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).

### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'installazione dell'impianto è prevista negli spazi disponibili della copertura dell'edificio identificato come 7B. Sono previste delle zone di attraversamento e si prevede di evitare l'interferenza con le strutture fisse presenti in copertura (impianti di condizionamento di grandi dimensioni, impianti fissi a servizio della struttura, ecc.). Laddove sono presenti piccoli impedimenti, come ad esempio unità esterne di condizionamento di piccole dimensioni, si prevede lo spostamento di tali impedimenti in zone prossime al perimetro della copertura o in zone prossime alle strutture esistenti quali torrioni scala.

Gli impianti previsti non dovranno in alcun modo interferire con gli impianti già a servizio della struttura e con le installazioni necessarie al normale svolgimento delle attività interne all'edificio.

### Disponibilità della fonte solare

#### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Palermo (PA) avente latitudine 38°11'67" N, longitudine 13°36'19" E e altitudine di 14 m.s.l.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.122	0.328	0.541	0.700	0.758	0.700	0.541	0.328	0.122			
Feb			0.032	0.197	0.416	0.632	0.790	0.848	0.790	0.632	0.416	0.197	0.032		
Mar			0.160	0.430	0.745	1.038	1.246	1.320	1.246	1.038	0.745	0.430	0.160		
Apr		0.075	0.297	0.590	0.909	1.195	1.394	1.465	1.394	1.195	0.909	0.590	0.297	0.075	
Mag	0.005	0.211	0.505	0.856	1.217	1.532	1.747	1.823	1.747	1.532	1.217	0.856	0.505	0.211	0.005
Giu	0.054	0.288	0.603	0.967	1.336	1.653	1.868	1.943	1.868	1.653	1.336	0.967	0.603	0.288	0.054
Lug	0.035	0.287	0.626	1.020	1.420	1.764	1.997	2.080	1.997	1.764	1.420	1.020	0.626	0.287	0.035
Ago		0.154	0.453	0.822	1.208	1.548	1.781	1.864	1.781	1.548	1.208	0.822	0.453	0.154	
Set		0.017	0.227	0.524	0.857	1.162	1.376	1.452	1.376	1.162	0.857	0.524	0.227	0.017	
Ott			0.092	0.358	0.681	0.989	1.208	1.287	1.208	0.989	0.681	0.358	0.092		
Nov				0.215	0.508	0.798	1.009	1.086	1.009	0.798	0.508	0.215			
Dic				0.102	0.305	0.518	0.677	0.735	0.677	0.518	0.305	0.102			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.149	0.303	0.421	0.496	0.521	0.496	0.421	0.303	0.149			
Feb			0.060	0.246	0.405	0.528	0.605	0.631	0.605	0.528	0.405	0.246	0.060		
Mar			0.189	0.390	0.563	0.696	0.779	0.808	0.779	0.696	0.563	0.390	0.189		
Apr		0.105	0.315	0.510	0.677	0.806	0.887	0.914	0.887	0.806	0.677	0.510	0.315	0.105	



Mag	0.006	0.201	0.395	0.577	0.732	0.852	0.927	0.953	0.927	0.852	0.732	0.577	0.395	0.201	0.006
Giu	0.054	0.238	0.423	0.595	0.742	0.856	0.927	0.951	0.927	0.856	0.742	0.595	0.423	0.238	0.054
Lug	0.032	0.215	0.398	0.568	0.714	0.827	0.897	0.921	0.897	0.827	0.714	0.568	0.398	0.215	0.032
Ago		0.142	0.338	0.521	0.678	0.799	0.874	0.900	0.874	0.799	0.678	0.521	0.338	0.142	
Set		0.025	0.236	0.433	0.602	0.732	0.813	0.841	0.813	0.732	0.602	0.433	0.236	0.025	
Ott			0.102	0.297	0.464	0.592	0.673	0.701	0.673	0.592	0.464	0.297	0.102		
Nov				0.166	0.316	0.430	0.502	0.527	0.502	0.430	0.316	0.166			
Dic				0.121	0.271	0.387	0.460	0.484	0.460	0.387	0.271	0.121			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.271	0.631	0.962	1.196	1.279	1.196	0.962	0.631	0.271			
Feb			0.092	0.443	0.821	1.160	1.395	1.479	1.395	1.160	0.821	0.443	0.092		
Mar			0.349	0.820	1.308	1.734	2.025	2.128	2.025	1.734	1.308	0.820	0.349		
Apr		0.180	0.612	1.100	1.586	2.001	2.281	2.379	2.281	2.001	1.586	1.100	0.612	0.180	
Mag	0.011	0.412	0.900	1.433	1.949	2.384	2.674	2.776	2.674	2.384	1.949	1.433	0.900	0.412	0.011
Giu	0.108	0.526	1.026	1.562	2.078	2.509	2.795	2.894	2.795	2.509	2.078	1.562	1.026	0.526	0.108
Lug	0.067	0.502	1.024	1.588	2.134	2.591	2.894	3.001	2.894	2.591	2.134	1.588	1.024	0.502	0.067
Ago		0.296	0.791	1.343	1.886	2.347	2.655	2.764	2.655	2.347	1.886	1.343	0.791	0.296	
Set		0.042	0.463	0.957	1.459	1.894	2.189	2.293	2.189	1.894	1.459	0.957	0.463	0.042	
Ott			0.194	0.655	1.145	1.581	1.881	1.988	1.881	1.581	1.145	0.655	0.194		
Nov				0.381	0.824	1.228	1.511	1.613	1.511	1.228	0.824	0.381			
Dic				0.223	0.576	0.905	1.137	1.219	1.137	0.905	0.576	0.223			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.40	9.30	14.60	17.90	22.30	24.10	24.60	21.40	16.30	12.90	9.50	6.90

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

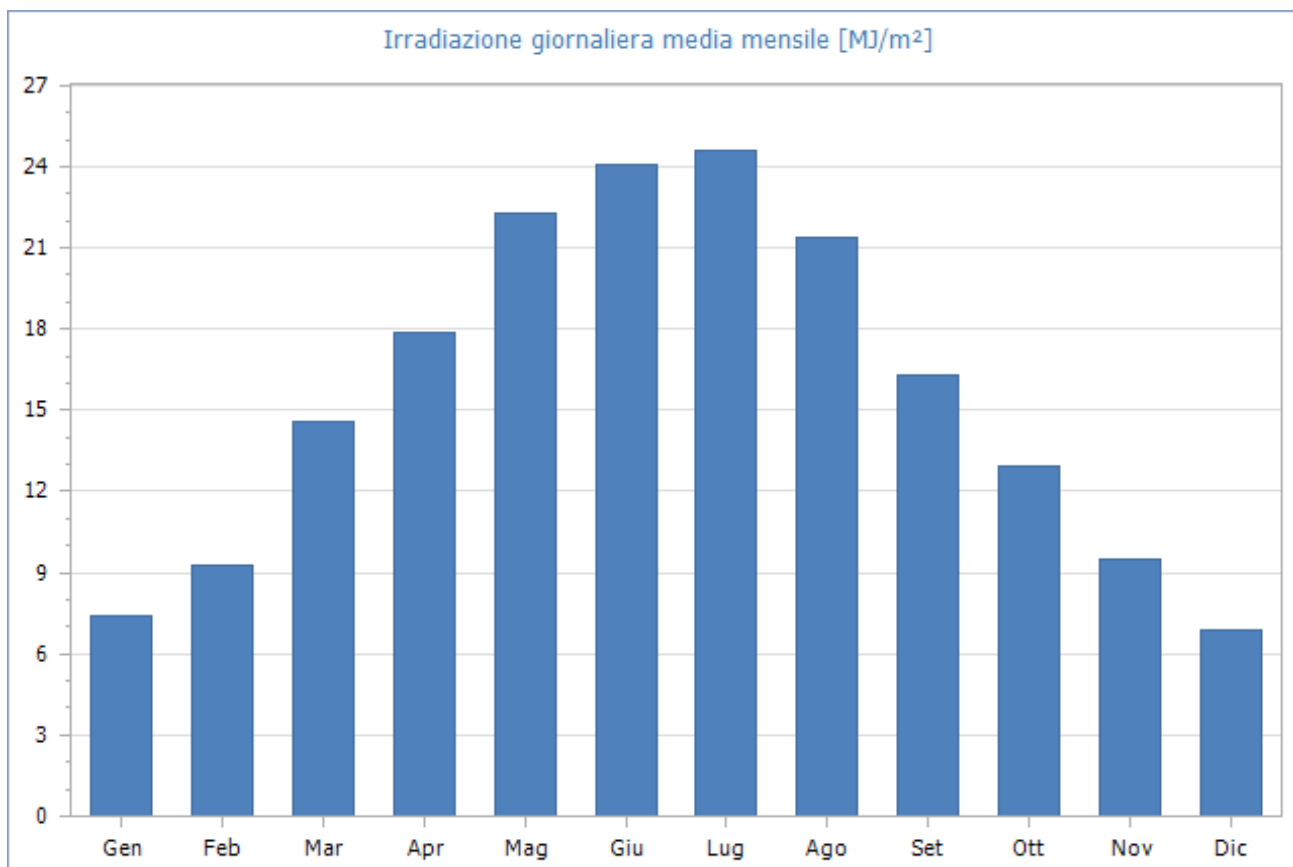


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **5 707.50 MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo).

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

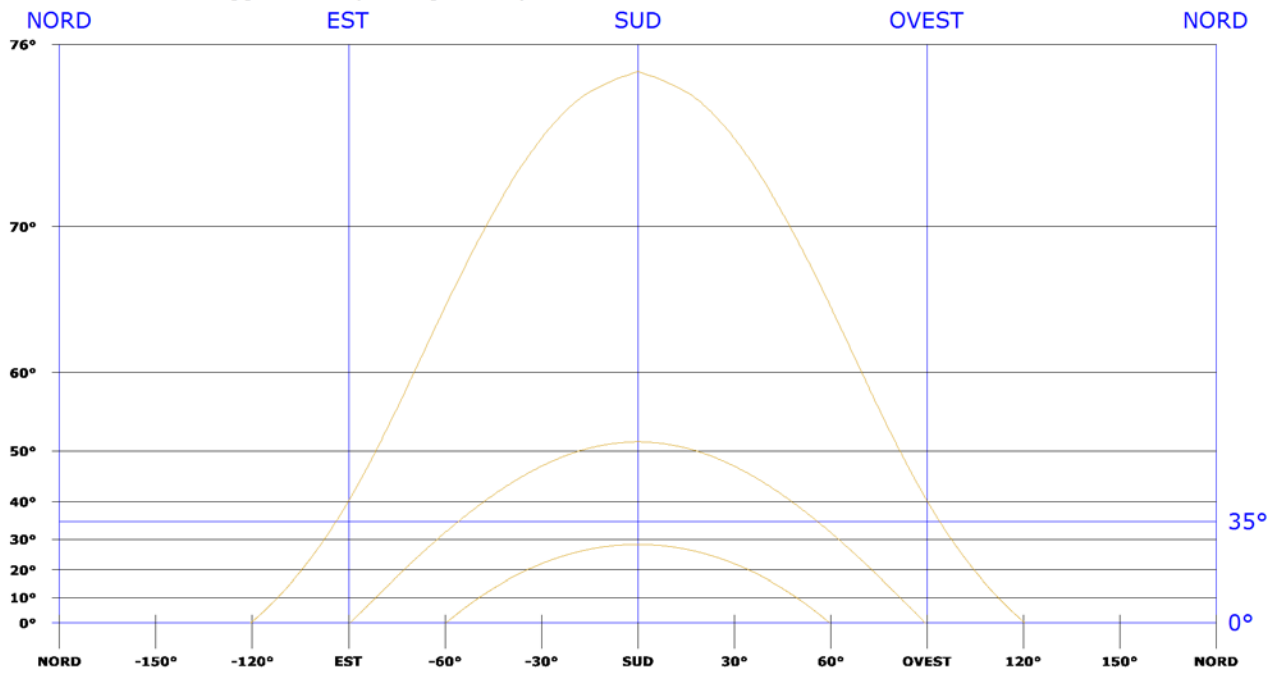
Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Palermo:

## DIAGRAMMA SOLARE

Palermo (PA) - Lat. 38°.1167 N - Long. 13°.3619 E - Alt. 14 m  
Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00



## Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.

## PROCEDURE DI CALCOLO

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

---

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

**TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

**TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

**TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

**CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

**DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

### Impianto *Biblioteca di Ingegneria*

L'impianto, denominato "Biblioteca di Ingegneria:Edificio 7B", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **67.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **88 419.48 kWh** (equivalente a **1 309.92 kWh/kW**), derivante da 135 moduli che occupano una superficie di 317.12 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

#### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Università degli Studi di Palermo
Indirizzo	Parco d'Orleans Viale delle Scienze
CAP Comune (Provincia)	90128 Palermo (PA)
Latitudine	38°.1167 N
Longitudine	13°.3619 E
Altitudine	14 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	5 707.50 MJ/m <sup>2</sup>
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	317.12 m <sup>2</sup>
Numero totale moduli	135
Numero totale inverter	3
Energia totale annua	88 419.48 kWh
Potenza totale	67.500 kW
Potenza fase L1	22.500 kW
Potenza fase L2	22.500 kW
Potenza fase L3	22.500 kW
Energia per kW	1 309.92 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	74.97 %

#### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **88 419.48 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

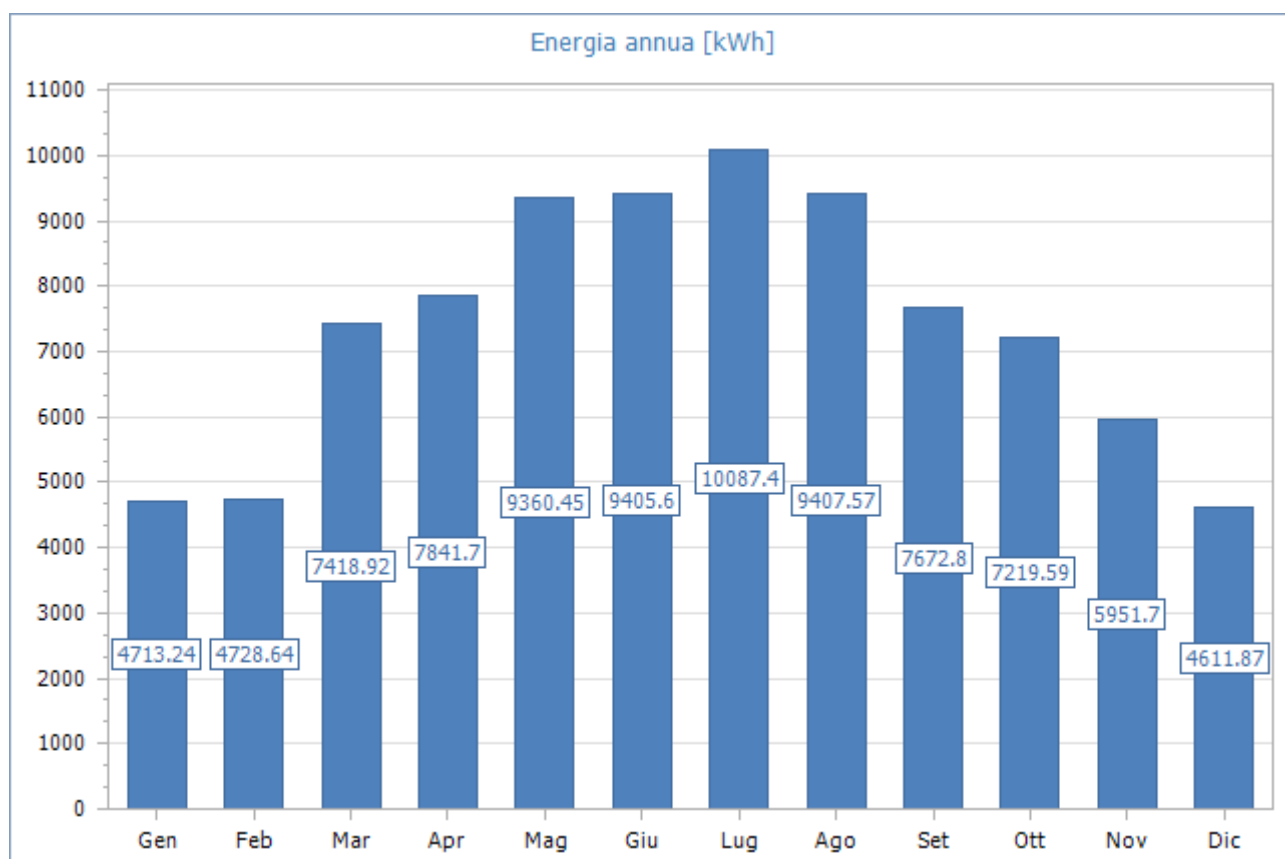


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

### Posizionamento dei moduli

---

La posizione dei moduli è prevista con inclinazione pari a 30° con direzione a sud. Il loro posizionamento è previsto mediante strutture poggiate provviste di zavorra.

### Cablaggio elettrico

---

Il cablaggio elettrico dei componenti relativi al fotovoltaico avverrà con connettori idonei alla tipologia di applicazione e dotati di opportuna certificazione. La distribuzione all'esterno è prevista in canale metallico o in tubazione rigida tipo RK15. I cavi previsti sono cavo solari tipo H1Z2Z2-K per le connessioni all'interno del campo fotovoltaico e tra il campo fotovoltaico e i relativi quadri. I restanti cavi sono previsti del tipo FG16R16.

### Impianto di messa a terra

---

L'impianto di terra di cui si disporrà è quello della struttura in cui verrà installato l'impianto.



## Generatore fotovoltaico Generatore 1

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore 1</b>
Tipo connessione	<b>trifase</b>
Potenza totale	<b>67.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>88 419.48 kWh</b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-17/20KTL - SUN2000-20KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>97.78 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Numero inverter	<b>3</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Configurazione inverter			
N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
3	1	15	1 x 15
	2	15	1 x 15
	3	15	1 x 15

### Verifiche elettriche MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>Mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>Mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 640.27 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 575.70 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 492.69 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 747.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 683.25 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>Mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>Mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

### Verifiche elettriche MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (492.69 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (640.27 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

### Verifiche elettriche MPPT 3

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico, ha una potenza pari a **67.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **88 419.48 kWh**, derivante da 220 moduli con una superficie totale dei moduli di 317.12 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

## Scheda tecnica

<b>Dati generali</b>	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 745.90 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>67.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>88 419.48 kWh</b>

<b>Modulo</b>	
Marca – Modello	<b>LONGi Solar Technology Co., Ltd. - LR5-66HPH 480-505M - 500</b>
Numero totale moduli	<b>135</b>
Superficie totale moduli	<b>317.12 m<sup>2</sup></b>

## Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore  
La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0,6/1 kV	35.0	50.00	144.34	154.00	0.03
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	20.00	144.34	154.00	0.03
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	10.00	28.87	60.00	0.03
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 2 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 3 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02

Quadro generale	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

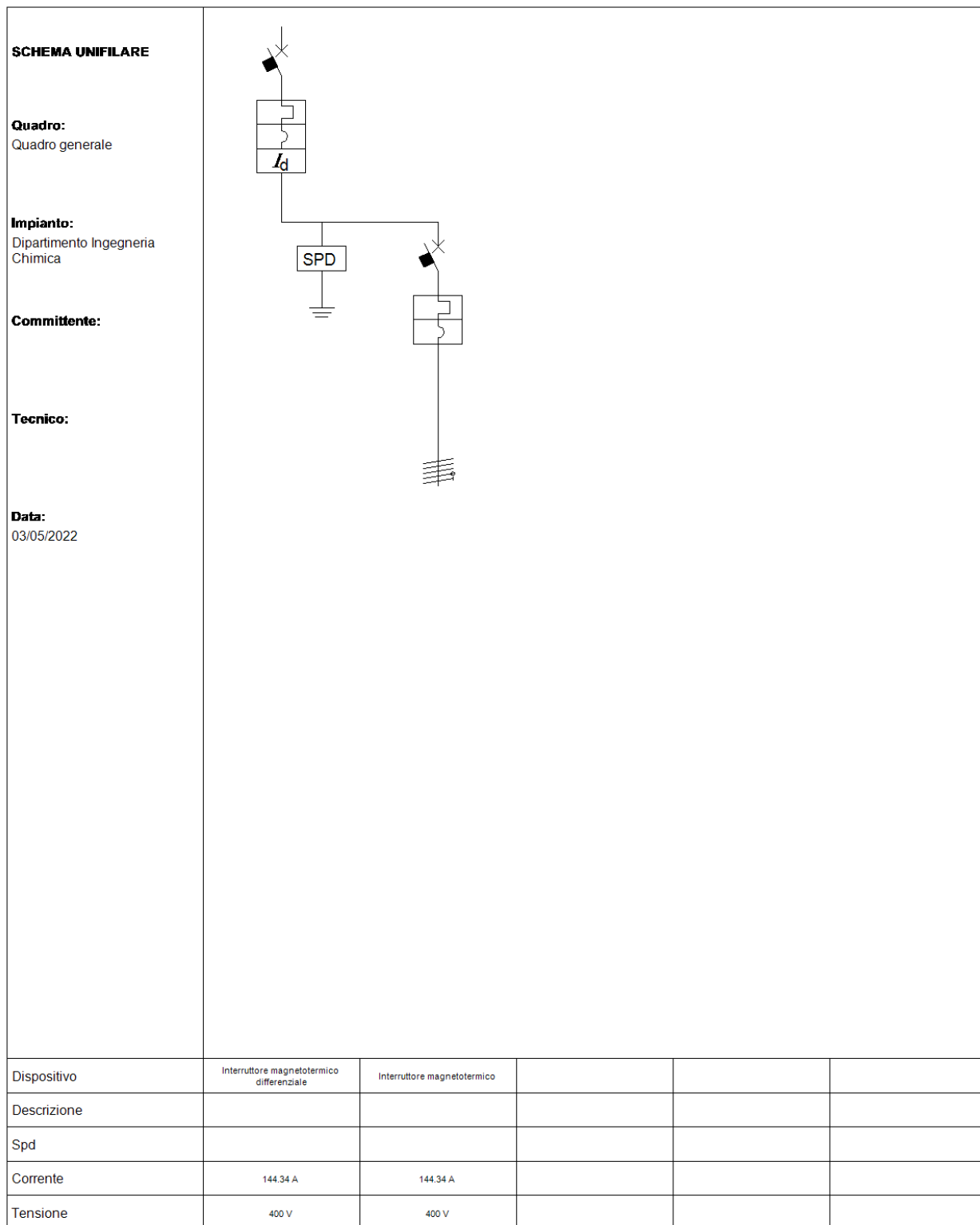


Fig. 4: Schema unifilare quadro "Quadro generale"

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Inverter 1	Interruttore magnetotermico
Inverter 2	Interruttore magnetotermico

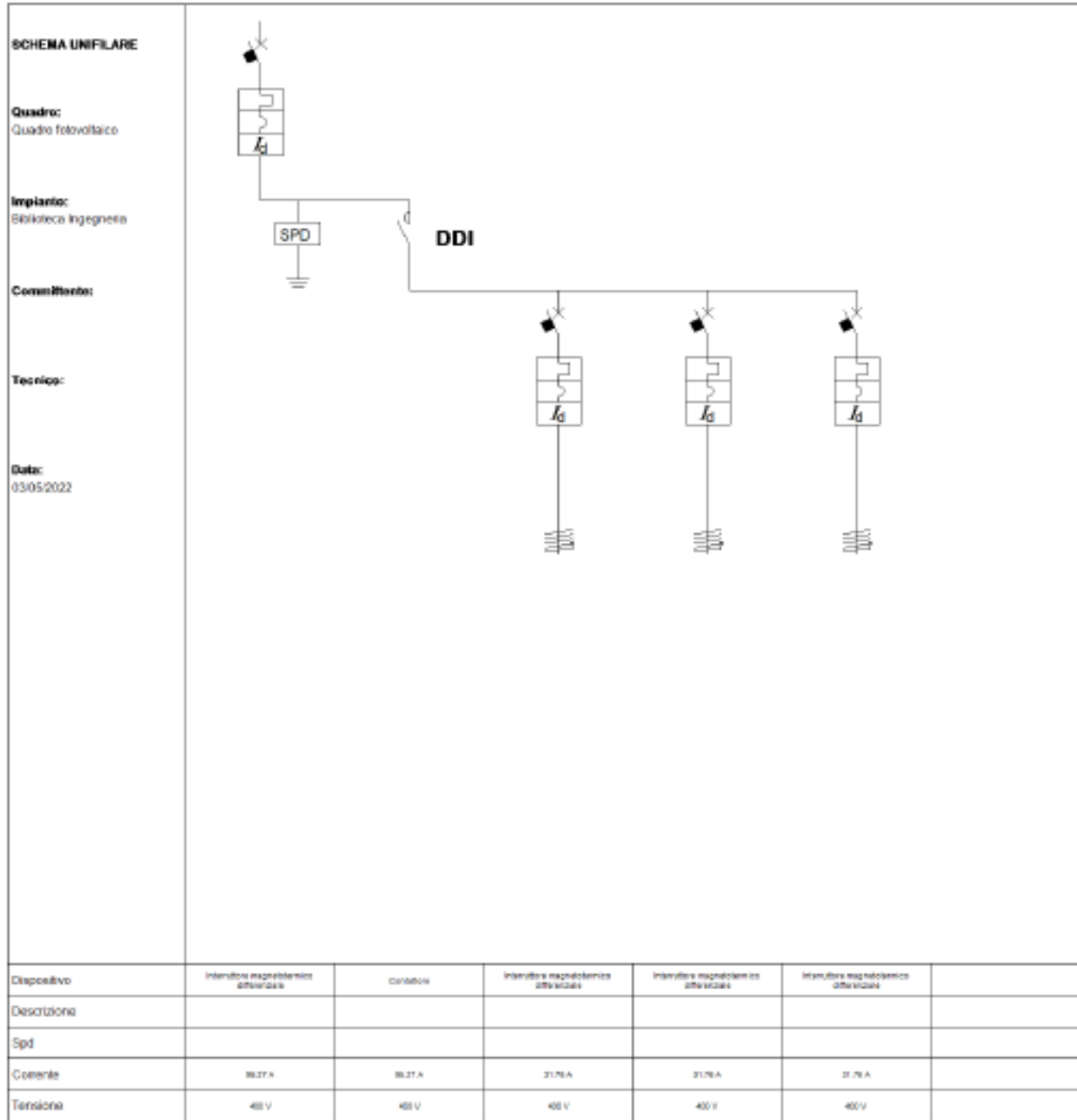


Fig. 5: Schema unifilare quadro "Quadro fotovoltaico"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso S 1.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico
SPD presente

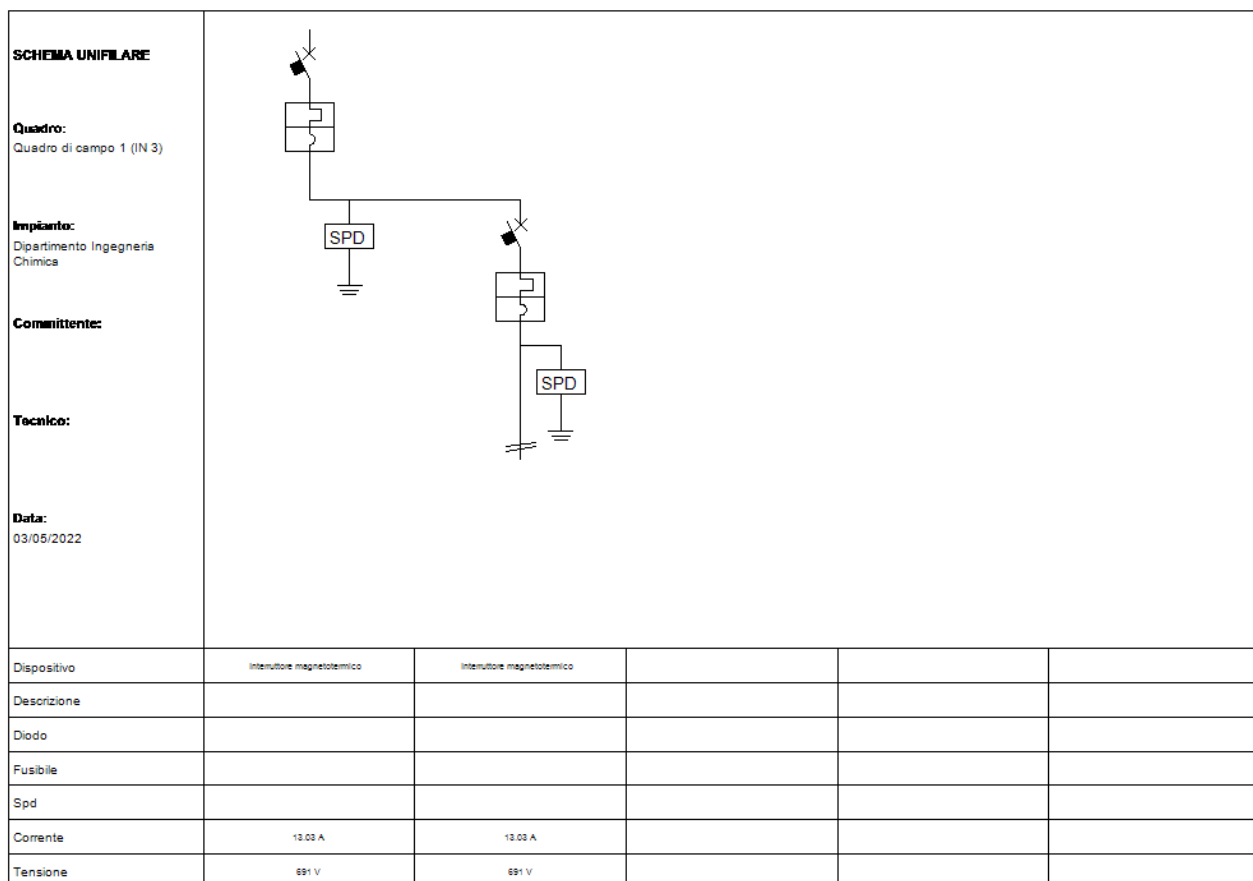


Fig. 6: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso S 1.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico
SPD presente

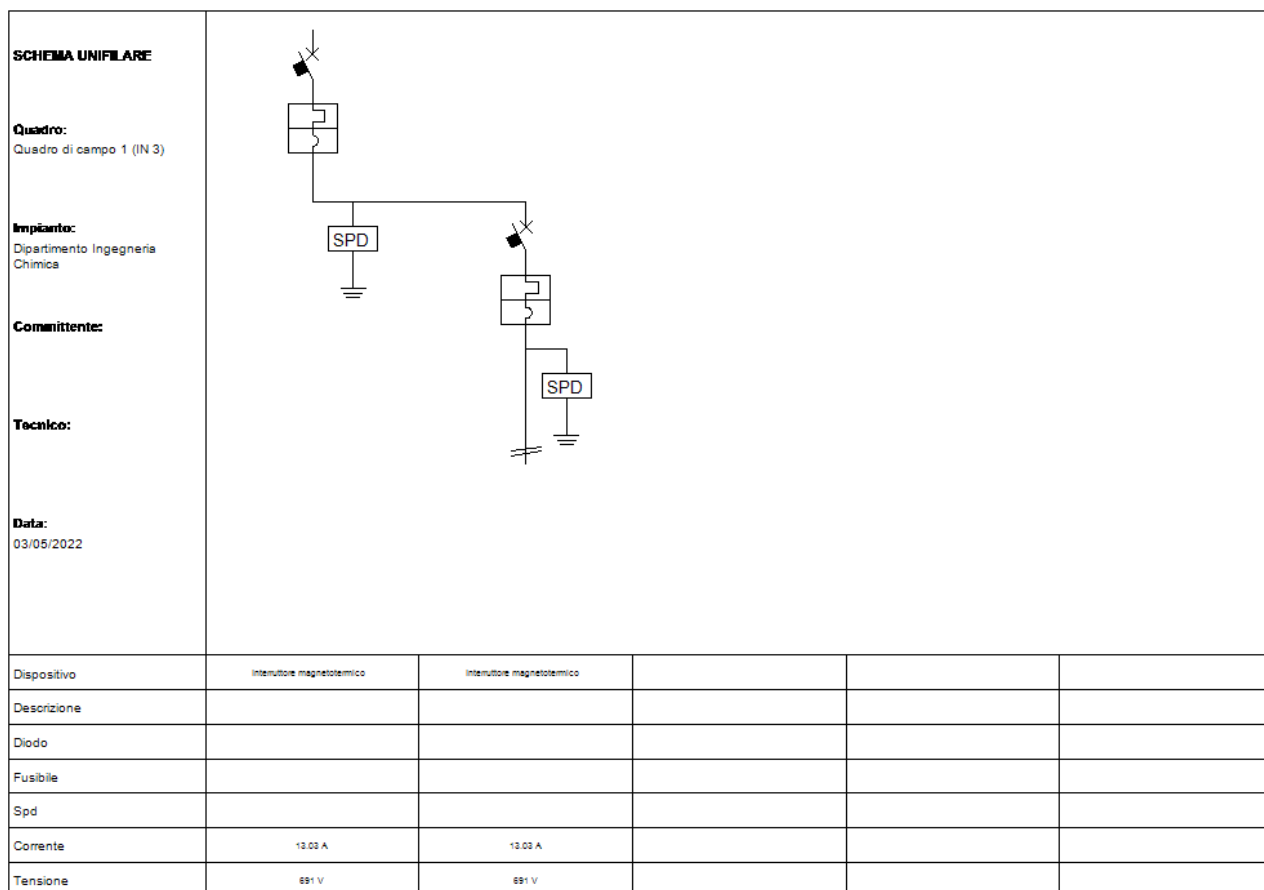


Fig. 7: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"



Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso S 1.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico
SPD presente

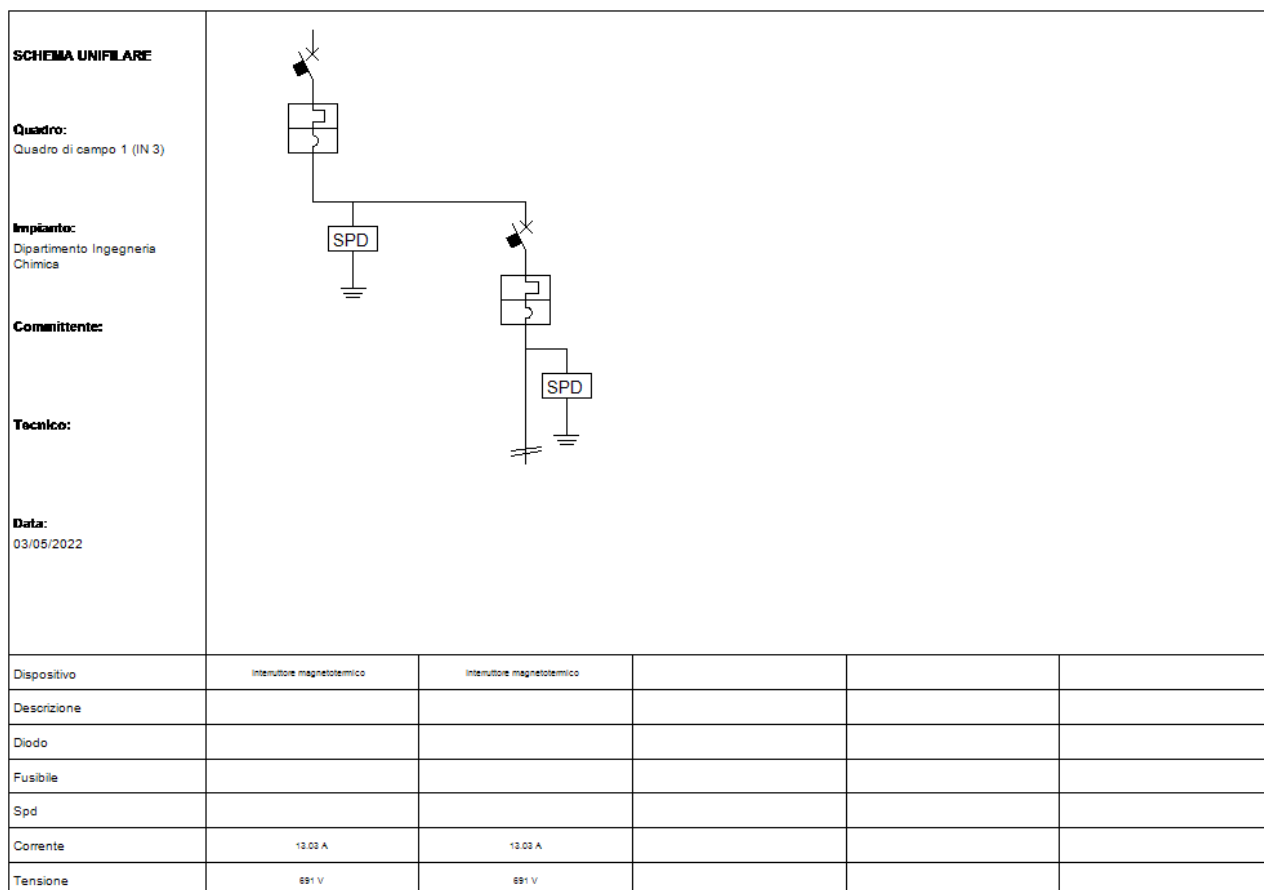


Fig. 8: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

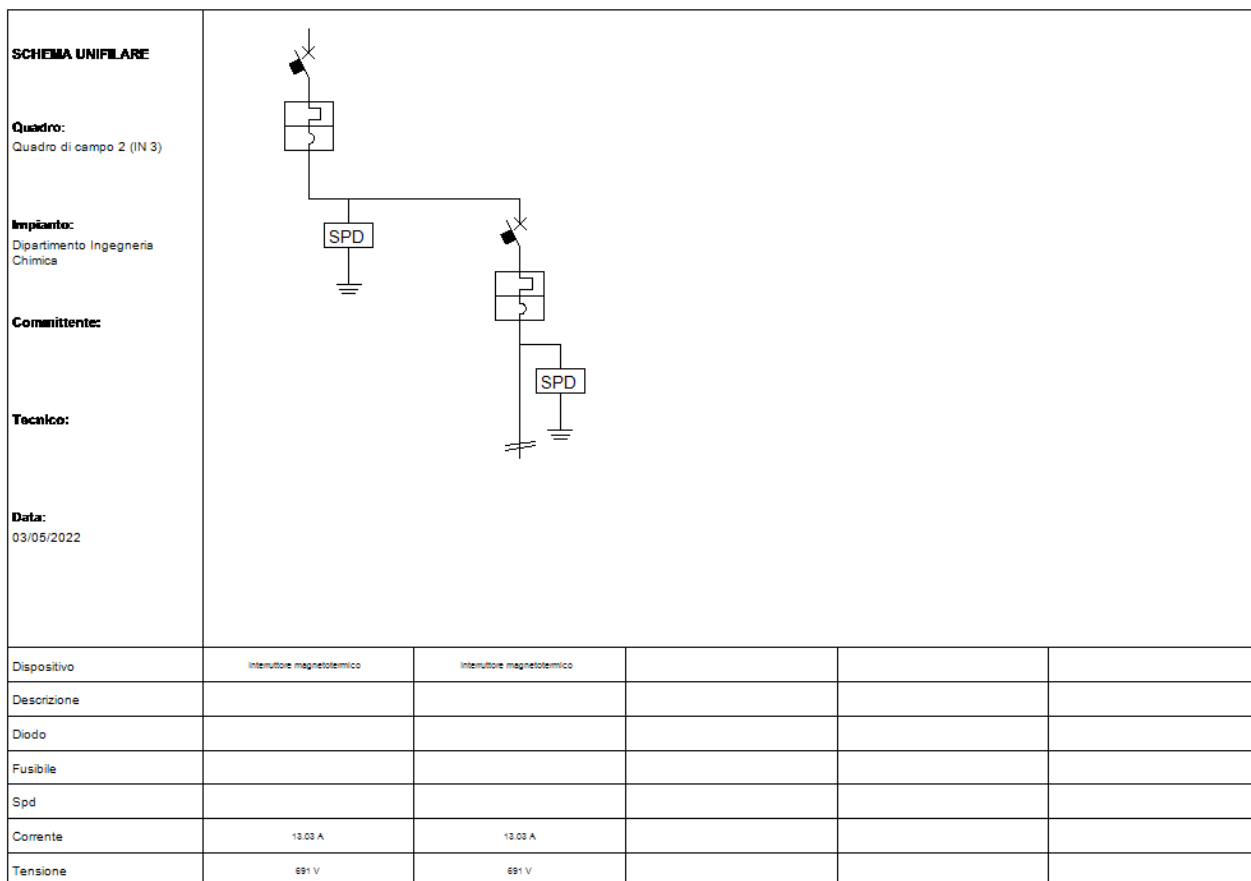


Fig. 9: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso S 2.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico
SPD presente

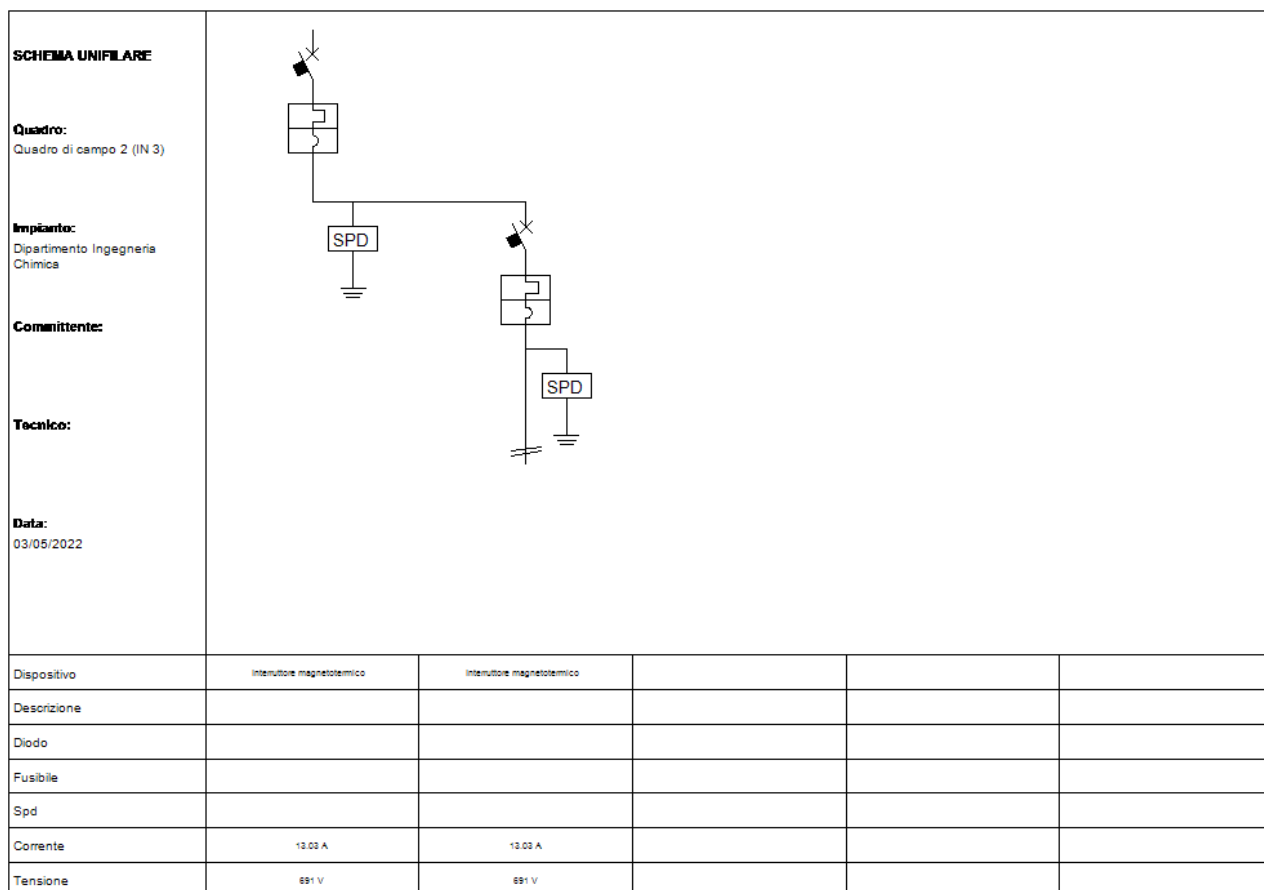


Fig. 10: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso S 2.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico
SPD presente

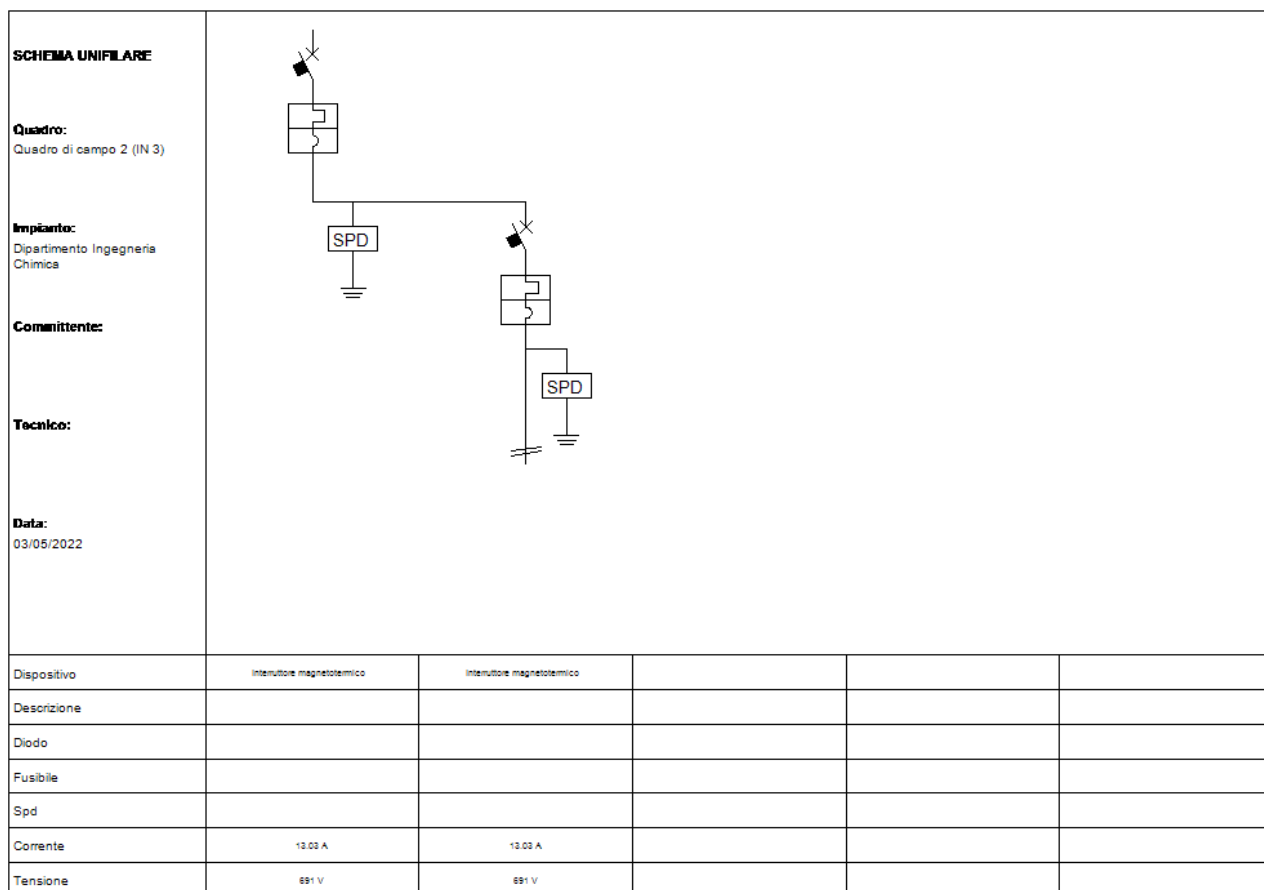


Fig. 11: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 3	
Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso S 3.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico	
SPD presente	

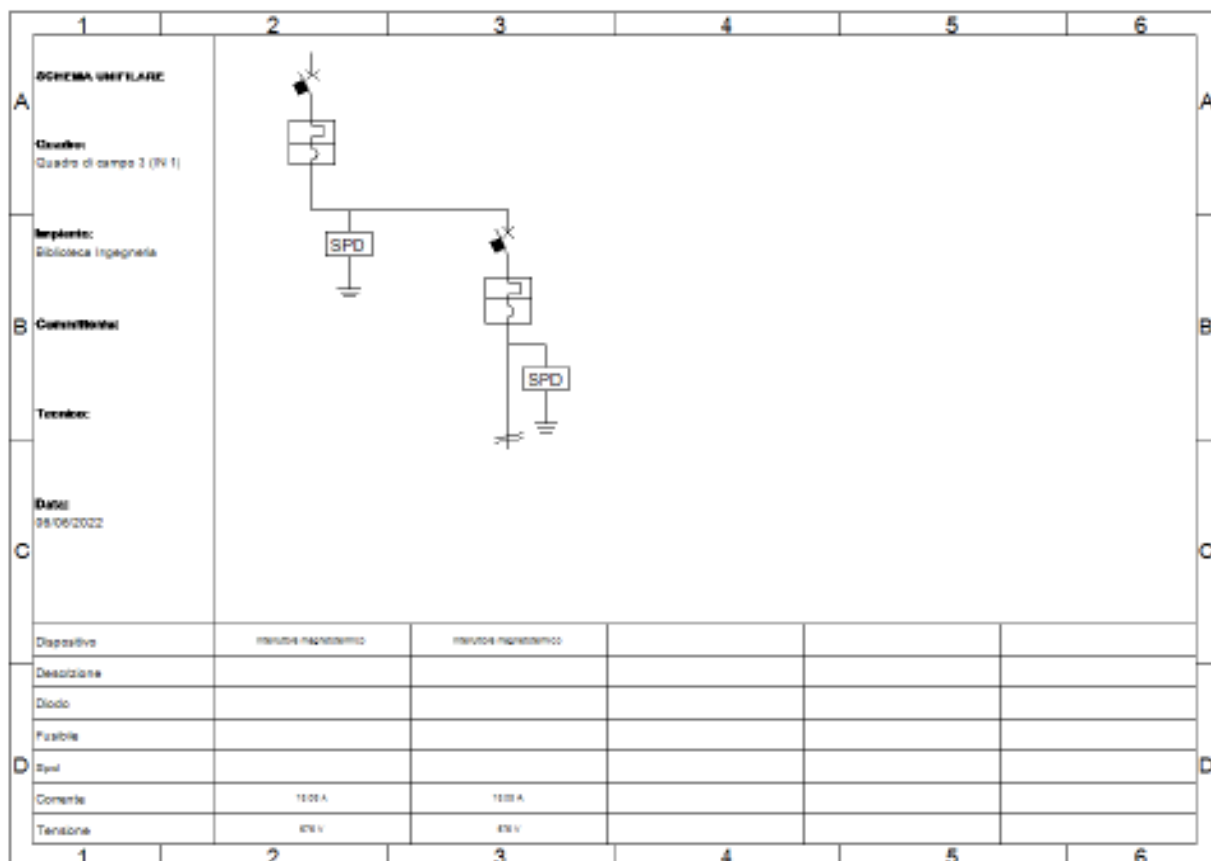


Fig. 12: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 3.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

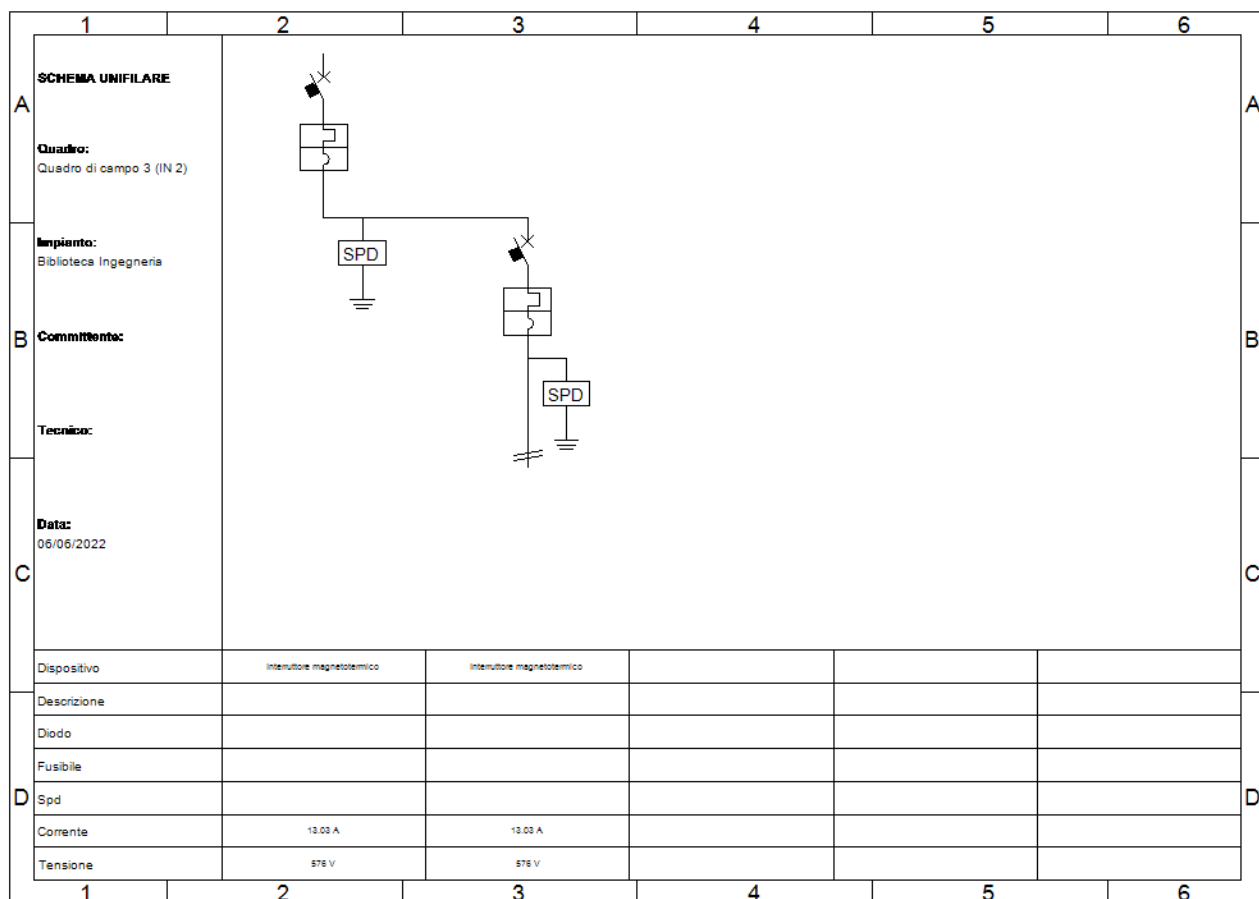


Fig. 13: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 3.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

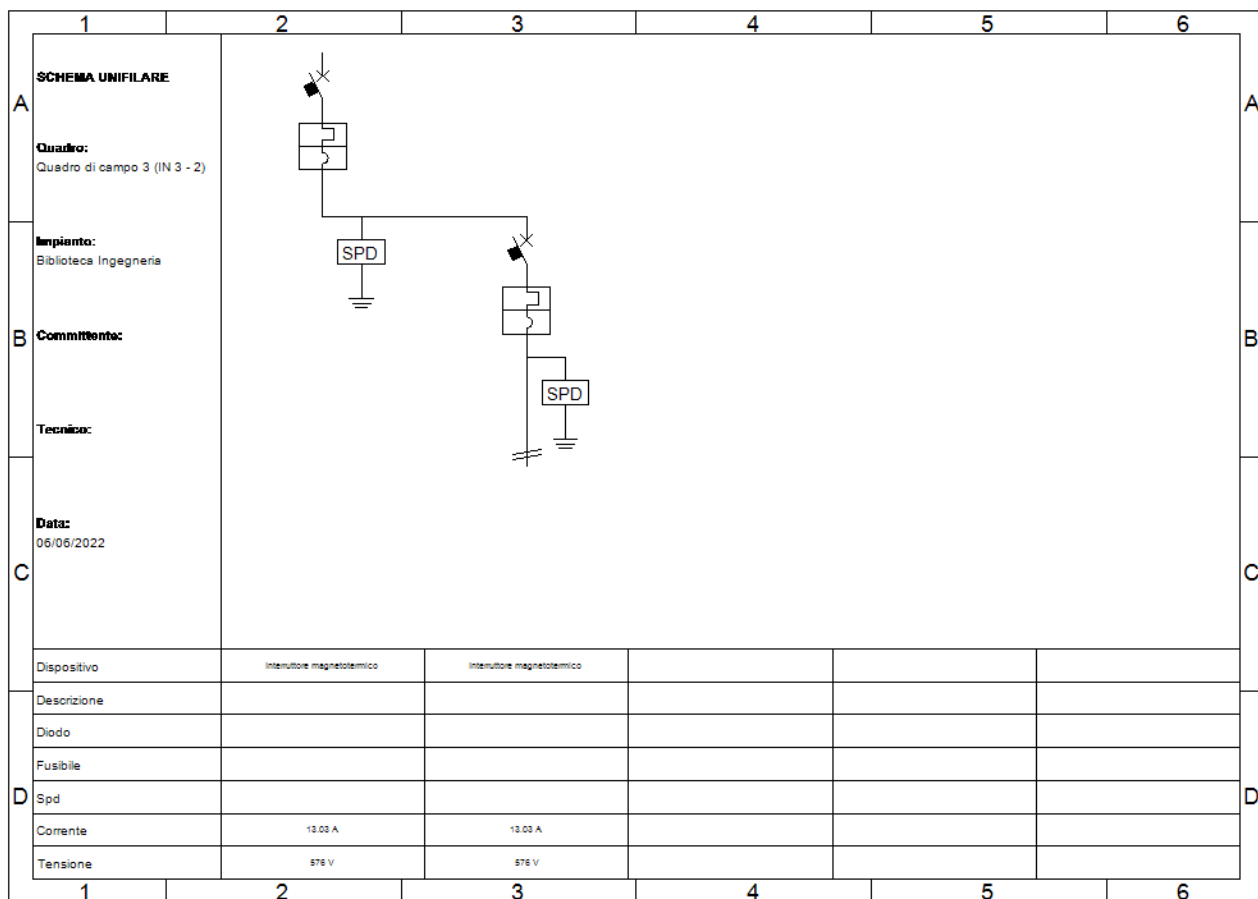


Fig. 14: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

## Schema unifilare

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.

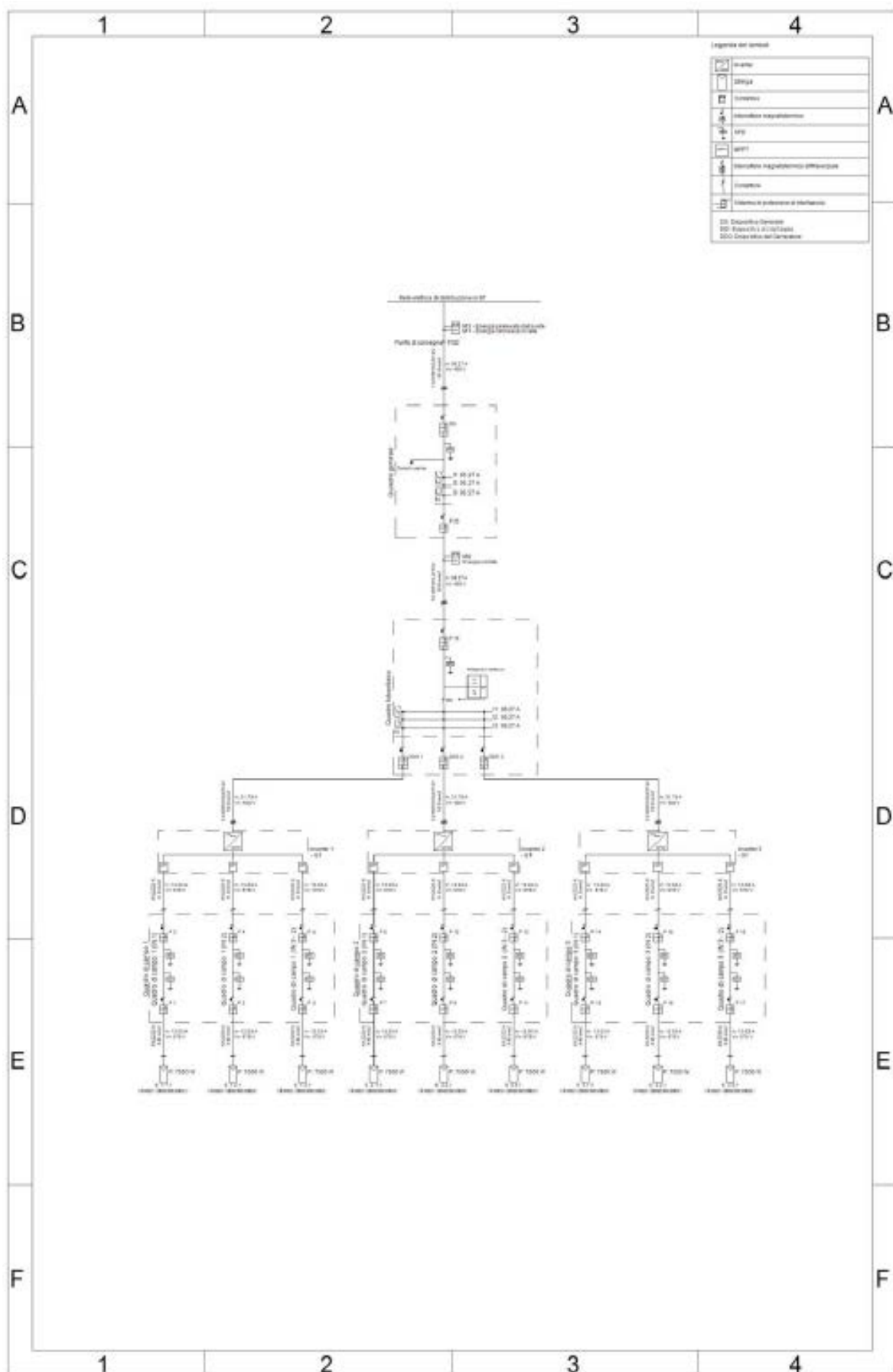


Fig. 15: Schema elettrico unifilare dell'impianto



Riepilogo potenze per fase			
Generatore / sottoimpianto	L1	L2	L3
Generatore 1	22.500 kW	22.500 kW	22.500 kW
<b>Totale</b>	<b>22.500 kW</b>	<b>22.500 kW</b>	<b>22.500 kW</b>

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: **0.000 kW**.

## NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

#### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**  
**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

#### Secondo Conto Energia

**Decreto 19-02-2007:** 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, n. 387.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

#### **Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

**DM 02/03/2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Terzo Conto Energia

**Decreto 6 agosto 2010:** incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Quarto Conto Energia

**Decreto 5 maggio 2011:** incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

#### Quinto Conto Energia

**Decreto 5 luglio 2012:** attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

**Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR:** determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

#### Decreto FER1

**Decreto 4 luglio 2019:** incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.

### Norme Tecniche

---

#### Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 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 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**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 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 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

**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.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

Altra Normativa sugli impianti elettrici

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**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 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

**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 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).

**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 " = 16 A per fase).

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati 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):** apparati 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):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati 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.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**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 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## Delibere AEEGSI

---

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

### Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

#### Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

#### Tariffe

**Delibera 111-06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL** (valido dal 02-04-2019)

**TIT (2018-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione

**TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-09-2018):** testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)

#### TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 128/2017/R/EEL e 96/2018/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EEL:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

#### TEP

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

#### TIQE

**Deliberazione 646/2015/R/EEL:** testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica. Periodo di regolazione 2016-2023 (Versione modificata e integrata con deliberazione 38/2016/R/EEL)

## SEU

**Deliberazione 578/2013/R/EEL:** regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo.

**Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL:** testo integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC (Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL, 458/2016/R/EEL, 788/2016/R/EEL, 276/2017/R/EEL, 894/2017/R/EEL, 921/2017/R/EEL e 426/2018/R/EEL).

**Deliberazione 609/2014/R/EEL:** prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).

## Agenzia delle Entrate

---

**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Circolare del 06/07/2009 n. 32/E:** imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

**Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.

**Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E:** trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.

**Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E :**interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).

**Risoluzione del 06/12/2012:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

**Risoluzione del 02/04/2013 n. 22/E:** applicabilità della detrazione fiscale del 36 per cento, prevista dall'art. 16-bis del TUIR, alle spese di acquisto e installazione di un impianto fotovoltaico diretto alla produzione di energia elettrica.

**Circolare del 19/12/2013 n. 36/E:** impianti fotovoltaici – Profili catastali e aspetti fiscali.

**Risoluzione del 15/10/2015 n. 86/E:** tassazione forfettaria del reddito derivante dalla produzione e dalla cessione di energia elettrica da impianti fotovoltaici - Art. 22 del decreto legge n. 66 del 2014.

**Circolare del 01/02/2016 n. 2/E:** unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa).

## Agenzia del Territorio

---

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Nota Prot. n. 31892 -** Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

## GSE

---

## SSP

**Disposizioni Tecniche di Funzionamento.**

**Regole Tecniche sulla Disciplina dello scambio sul posto.**

## Ritiro dedicato

**Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.**

**Prezzi minimi garantiti.**

## SEU

**Regole applicative per la presentazione della richiesta e il conseguimento della qualifica di SEU e SEESEU.**

**Guida alla qualifica dei sistemi SEU e SEESEU.**

## FER1

**Regolamento Operativo per l'iscrizione ai Registri e alle Aste del DM 4 luglio 2019 (23/08/2019)**

## TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## DEFINIZIONI

### Definizioni - Rete Elettrica

---

**Distributore**

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

**Rete del distributore**

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

**Rete BT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

**Rete MT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

**Utente**

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

**Gestore di rete**

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

**Gestore Contraente**

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

### Definizioni - Impianto Fotovoltaico

---

**Angolo di inclinazione (o di Tilt)**

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

**Angolo di orientazione (o di azimut)**

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

**BOS (Balance Of System o Resto del sistema)**

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

**Generatore o Campo fotovoltaico**

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

**Cella fotovoltaica**

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

**Condizioni di Prova Standard (STC)**

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

– Temperatura di cella:  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

– Irraggiamento:  $1000\text{ W/m}^2$ , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

**Condizioni nominali**

Sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

**Costo indicativo cumulato annuo degli incentivi o costo indicativo cumulato degli incentivi**

Sommatoria degli incentivi, gravanti sulle tariffe dell'energia elettrica, riconosciuti a tutti gli impianti alimentati da fonte fotovoltaica in attuazione del presente decreto e dei precedenti provvedimenti di incentivazione; ai fini della determinazione del costo generato dai provvedimenti antecedenti al presente decreto, si applicano le modalità previste dal DM 5 maggio 2011; ai fini della determinazione dell'ulteriore costo generato dal presente decreto:

i) viene incluso il costo degli impianti ammessi a registro in posizione utile. A tali impianti, fino all'entrata in esercizio, è attribuito un incentivo pari alla differenza fra la tariffa incentivante spettante alla data di entrata in esercizio dichiarata dal produttore e il prezzo medio zonale nell'anno precedente a quello di richiesta di iscrizione;

ii) l'incentivo attribuibile agli impianti entrati in esercizio che accedono ad incentivi calcolati per differenza rispetto a tariffe incentivanti costanti, ivi inclusi gli impianti che accedono a tariffe fisse onnicomprensive, è calcolato per differenza con il valore del prezzo zonale nell'anno precedente a quello in corso;

iii) la producibilità annua netta incentivabile è convenzionalmente fissata in  $1200\text{ kWh/kW}$  per tutti gli impianti.



**Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico**

Data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, comunicata dal gestore di rete e dallo stesso registrata in GAUDÌ.

**Dispositivo del generatore**

Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

**Dispositivo di interfaccia**

Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

**Dispositivo generale**

Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

**Effetto fotovoltaico**

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

**Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup>), intesa come somma dell'area dei moduli.

**Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m<sup>2</sup>) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

**Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico**

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

**Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico**

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore**

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

**Impianto fotovoltaico a concentrazione**

Un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida CEI 82-25.

**Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli non convenzionali e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate.

**Impianto fotovoltaico con innovazione tecnologica**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti caratterizzati da significative innovazioni tecnologiche.

**Impianto fotovoltaico realizzato su un edificio**

Impianto i cui moduli sono posizionati sugli edifici secondo specifiche modalità individuate.

**Impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'UE/SEE**

A prescindere dall'origine delle materie prime impiegate, sono gli impianti fotovoltaici e gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative che utilizzano moduli fotovoltaici e gruppi di conversione realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o che sia parte dell'Accordo sullo Spazio Economico

Europeo - SEE (Islanda, Liechtenstein e Norvegia), nel rispetto dei seguenti requisiti:

1. per i moduli fotovoltaici è stato rilasciato l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation, come indicata nella Guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: a) moduli in silicio cristallino: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; b) moduli fotovoltaici in film sottile (thin film): processo di deposizione, assemblaggio/laminazione e test elettrici; c) moduli in film sottile su supporto flessibile: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; d) moduli non convenzionali e componenti speciali: oltre alle fasi di lavorazione previste per i punti a), b) e c), a seconda della tipologia di modulo, anche le fasi di processo che determinano la non convenzionalità e/o la specialità; in questo caso, all'interno del Factory Inspection Attestation va resa esplicita anche la tipologia di non convenzionalità e/o la specialità.
2. Per i gruppi di conversione è stato rilasciato, da un ente di certificazione accreditato EN 45011 per le prove su tali componenti, l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: progettazione, assemblaggio, misure/collaudo.

#### **Impianto - Serra fotovoltaica**

Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili;

#### **Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra**

Impianto per il quale i moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, per le quali si applicano le definizioni di cui all'articolo 20 del DM 6 agosto 2010.

#### **Inseguitore della massima potenza (MPPT)**

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

#### **Energia radiante**

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

#### **Irradiazione**

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

#### **Irraggiamento solare**

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico**

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico in c.a.**

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

#### **Pannello fotovoltaico**

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

#### **Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)**

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico**

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico**

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

#### **Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico**

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

#### **Potenziamento**

Intervento tecnologico, realizzato nel rispetto dei requisiti e in conformità alle disposizioni del presente decreto, eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno tre anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di una o più stringhe di moduli fotovoltaici e dei relativi inverter, la cui potenza

nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera l). L'energia incentivata a seguito di un potenziamento è la produzione aggiuntiva dell'impianto moltiplicata per un coefficiente di gradazione pari a 0,8.

#### **Produzione netta di un impianto**

Produzione lorda diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica.

#### **Produzione lorda di un impianto**

Per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica; per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica.

#### **Produzione netta aggiuntiva di un impianto**

Aumento espresso in kWh, ottenuto a seguito di un potenziamento, dell'energia elettrica netta prodotta annualmente e misurata attraverso l'installazione di un gruppo di misura dedicato.

#### **Punto di connessione**

Punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Radiazione solare**

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m<sup>2</sup>), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

#### **Rifacimento totale**

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi di almeno tutti i moduli e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

#### **Servizio di scambio sul posto**

Servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **Sezioni**

"....l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

- a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;
- b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;
- c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;
- d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;
- e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

#### **Soggetto responsabile**

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

#### **Sottosistema fotovoltaico**

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

#### **Stringa fotovoltaica**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

#### **Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)**

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

#### **Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n° 79 del 16-03-99)**

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto.

**Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione**

Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

**Definizione di Edificio:** "...un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, articolo 2).

**Definizione di Ente locale:** ai sensi del Testo Unico delle Leggi sull'ordinamento degli Enti Locali, si intendono per enti locali i Comuni, le Province, le Città metropolitane, le Comunità montane, le Comunità isolate e le Unioni di comuni. Le norme sugli Enti Locali si applicano, altresì, salvo diverse disposizioni, ai consorzi cui partecipano Enti Locali, con esclusione di quelli che gestiscono attività aventi rilevanza economica ed imprenditoriale e, ove previsto dallo statuto, dei consorzi per la gestione dei servizi sociali. La legge 99/09 ha esteso anche alle Regioni, a partire dal 15/08/09, tale disposizione.

## SCHEDE TECNICHE MODULI

### Modulo **M.21005**

#### DATI GENERALI

Marca	LONGi Solar Technology Co., Ltd.
Serie	LR5-66HPH 480-505M
Modello	500
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	500.0 W
Im	13.03 A
Isc	13.90 A
Efficienza	21.30 %
Vm	38.38 V
Voc	45.55 V

#### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2700 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.048 %/°C
NOCT	45±2 °C
Vmax	1 500.00 V

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 073 mm
Larghezza	1 133 mm
Superficie	2.349 m <sup>2</sup>
Spessore	35 mm
Peso	25.10 kg
Numero celle	132

#### NOTE

Note
------

## SCHEDE TECNICHE INVERTER

Inverter **I.1833**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-17/20KTL
Modello	SUN2000-20KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	200.00	950.00	1 000.00	18.00
2	200.00	950.00	1 000.00	18.00
3	200.00	950.00	1 000.00	18.00

**Max pot. FV [W]**                      22 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Tensione nominale	-
Rendimento max	<b>98.60 %</b>
Distorsione corrente	<b>3 %</b>
Frequenza	<b>50,60 Hz</b>
Rendimento europeo	<b>98.30 %</b>

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	<b>520 x 266 x 610</b>
Peso	<b>50.00 kg</b>

### NOTE

Note
------

# INDICE

<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
Ubicazione impianto	2
Committente	2
Tecnico	2
<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio sul combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	3
Normativa di riferimento	3
<b>SITO DI INSTALLAZIONE</b>	<b>4</b>
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	4
Disponibilità della fonte solare	4
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4
Fattori morfologici e ambientali	6
Ombreggiamento	6
Riflettanza	7
<b>PROCEDURE DI CALCOLO</b>	<b>8</b>
Criterio generale di progetto	8
Criterio di stima dell'energia prodotta	8
Criterio di verifica elettrica	8
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
Impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	10
Scheda tecnica dell'impianto	10
Energia prodotta	10
Specifiche degli altri componenti dell'impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	12
Posizionamento dei moduli	12
Cablaggio elettrico	12
Impianto di messa a terra	12
Generatore fotovoltaico Generatore 1	13
Verifiche elettriche MPPT 1	13
Verifiche elettriche MPPT 2	14
Verifiche elettriche MPPT 3	14
Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico	15
Scheda tecnica	15
Schema elettrico	16
Cavi	16
Quadri	17
Schema unifilare	27
<b>NORMATIVA</b>	<b>30</b>
Leggi e decreti	30
Norme Tecniche	31
Delibere AEEGSI	32
Agenzia delle Entrate	34
Agenzia del Territorio	34
GSE	34
TERNA	35
<b>DEFINIZIONI</b>	<b>36</b>

Definizioni - Rete Elettrica	36
Definizioni - Impianto Fotovoltaico	36
<b>SCHEDE TECNICHE MODULI</b>	<b>41</b>
Modulo <b>M.21005</b>	41
<b>SCHEDE TECNICHE INVERTER</b>	<b>42</b>
<b>INDICE</b>	<b>43</b>



# **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE**

**Potenza = 139.500 kW**

## **Relazione tecnica**

**Impianto:** Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni:Edifici 8.2-8.3-8.4

**Committente:** Università degli Studi di Palermo

**Località:** Parco d'Orleans Viale delle Scienze - Palermo (PA)

Palermo,

**Il Tecnico**

(Ing. Dario La Torre)

---

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto	<b>Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni:Edifici 8.2-8.3-8.4</b>
Indirizzo	<b>Parco d'Orleans Viale delle Scienze</b>
CAP - Comune	<b>90128-Palermo (PA)</b>

### Committente

Ragione Sociale	<b>Università degli Studi di Palermo</b>
Codice Fiscale	<b>80023730825</b>
P. IVA	<b>80023730825</b>
Indirizzo	<b>Piazza Marina, 61</b>
CAP - Comune	<b>90133 Palermo (PA)</b>

### Tecnico

Nome Cognome Qualifica	<b>Ing. Dario La Torre</b>
Albo	<b>Ingegneri delle Provincia di Palermo</b>
N° Iscrizione	<b>A 5111</b>
Indirizzo	<b>Viale delle Scienze presso Edificio 18</b>
CAP - Comune	<b>90128 Palermo</b>
Telefono	
E-mail	<b>dario.latorre@unipa.it</b>

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni:Edifici 8.2-8.3-8.4", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 182 734.76 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	16.53
TEP risparmiate in 20 anni	303.88

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

#### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	41 910.83	32.98	37.76	1.24
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	770 275.33	606.14	693.90	22.75

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

### Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;

- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).

### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'installazione dell'impianto è prevista negli spazi disponibili della copertura dell'edificio identificato come 7B. Sono previste delle zone di attraversamento e si prevede di evitare l'interferenza con le strutture fisse presenti in copertura (impianti di condizionamento di grandi dimensioni, impianti fissi a servizio della struttura, ecc.). Laddove sono presenti piccoli impedimenti, come ad esempio unità esterne di condizionamento di piccole dimensioni, si prevede lo spostamento di tali impedimenti in zone prossime al perimetro della copertura o in zone prossime alle strutture esistenti quali torrioni scala.

Gli impianti previsti non dovranno in alcun modo interferire con gli impianti già a servizio della struttura e con le installazioni necessarie al normale svolgimento delle attività interne all'edificio.

### Disponibilità della fonte solare

#### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Palermo (PA) avente latitudine 38°.1167 N, longitudine 13°.3619 E e altitudine di 14 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.122	0.328	0.541	0.700	0.758	0.700	0.541	0.328	0.122			
Feb			0.032	0.197	0.416	0.632	0.790	0.848	0.790	0.632	0.416	0.197	0.032		
Mar			0.160	0.430	0.745	1.038	1.246	1.320	1.246	1.038	0.745	0.430	0.160		
Apr		0.075	0.297	0.590	0.909	1.195	1.394	1.465	1.394	1.195	0.909	0.590	0.297	0.075	
Mag	0.005	0.211	0.505	0.856	1.217	1.532	1.747	1.823	1.747	1.532	1.217	0.856	0.505	0.211	0.005
Giu	0.054	0.288	0.603	0.967	1.336	1.653	1.868	1.943	1.868	1.653	1.336	0.967	0.603	0.288	0.054
Lug	0.035	0.287	0.626	1.020	1.420	1.764	1.997	2.080	1.997	1.764	1.420	1.020	0.626	0.287	0.035
Ago		0.154	0.453	0.822	1.208	1.548	1.781	1.864	1.781	1.548	1.208	0.822	0.453	0.154	
Set		0.017	0.227	0.524	0.857	1.162	1.376	1.452	1.376	1.162	0.857	0.524	0.227	0.017	
Ott			0.092	0.358	0.681	0.989	1.208	1.287	1.208	0.989	0.681	0.358	0.092		
Nov				0.215	0.508	0.798	1.009	1.086	1.009	0.798	0.508	0.215			
Dic				0.102	0.305	0.518	0.677	0.735	0.677	0.518	0.305	0.102			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.149	0.303	0.421	0.496	0.521	0.496	0.421	0.303	0.149			
Feb			0.060	0.246	0.405	0.528	0.605	0.631	0.605	0.528	0.405	0.246	0.060		
Mar			0.189	0.390	0.563	0.696	0.779	0.808	0.779	0.696	0.563	0.390	0.189		

Apr		0.105	0.315	0.510	0.677	0.806	0.887	0.914	0.887	0.806	0.677	0.510	0.315	0.105	
Mag	0.006	0.201	0.395	0.577	0.732	0.852	0.927	0.953	0.927	0.852	0.732	0.577	0.395	0.201	0.006
Giu	0.054	0.238	0.423	0.595	0.742	0.856	0.927	0.951	0.927	0.856	0.742	0.595	0.423	0.238	0.054
Lug	0.032	0.215	0.398	0.568	0.714	0.827	0.897	0.921	0.897	0.827	0.714	0.568	0.398	0.215	0.032
Ago		0.142	0.338	0.521	0.678	0.799	0.874	0.900	0.874	0.799	0.678	0.521	0.338	0.142	
Set		0.025	0.236	0.433	0.602	0.732	0.813	0.841	0.813	0.732	0.602	0.433	0.236	0.025	
Ott			0.102	0.297	0.464	0.592	0.673	0.701	0.673	0.592	0.464	0.297	0.102		
Nov				0.166	0.316	0.430	0.502	0.527	0.502	0.430	0.316	0.166			
Dic				0.121	0.271	0.387	0.460	0.484	0.460	0.387	0.271	0.121			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.271	0.631	0.962	1.196	1.279	1.196	0.962	0.631	0.271			
Feb			0.092	0.443	0.821	1.160	1.395	1.479	1.395	1.160	0.821	0.443	0.092		
Mar			0.349	0.820	1.308	1.734	2.025	2.128	2.025	1.734	1.308	0.820	0.349		
Apr		0.180	0.612	1.100	1.586	2.001	2.281	2.379	2.281	2.001	1.586	1.100	0.612	0.180	
Mag	0.011	0.412	0.900	1.433	1.949	2.384	2.674	2.776	2.674	2.384	1.949	1.433	0.900	0.412	0.011
Giu	0.108	0.526	1.026	1.562	2.078	2.509	2.795	2.894	2.795	2.509	2.078	1.562	1.026	0.526	0.108
Lug	0.067	0.502	1.024	1.588	2.134	2.591	2.894	3.001	2.894	2.591	2.134	1.588	1.024	0.502	0.067
Ago		0.296	0.791	1.343	1.886	2.347	2.655	2.764	2.655	2.347	1.886	1.343	0.791	0.296	
Set		0.042	0.463	0.957	1.459	1.894	2.189	2.293	2.189	1.894	1.459	0.957	0.463	0.042	
Ott			0.194	0.655	1.145	1.581	1.881	1.988	1.881	1.581	1.145	0.655	0.194		
Nov				0.381	0.824	1.228	1.511	1.613	1.511	1.228	0.824	0.381			
Dic				0.223	0.576	0.905	1.137	1.219	1.137	0.905	0.576	0.223			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.40	9.30	14.60	17.90	22.30	24.10	24.60	21.40	16.30	12.90	9.50	6.90

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

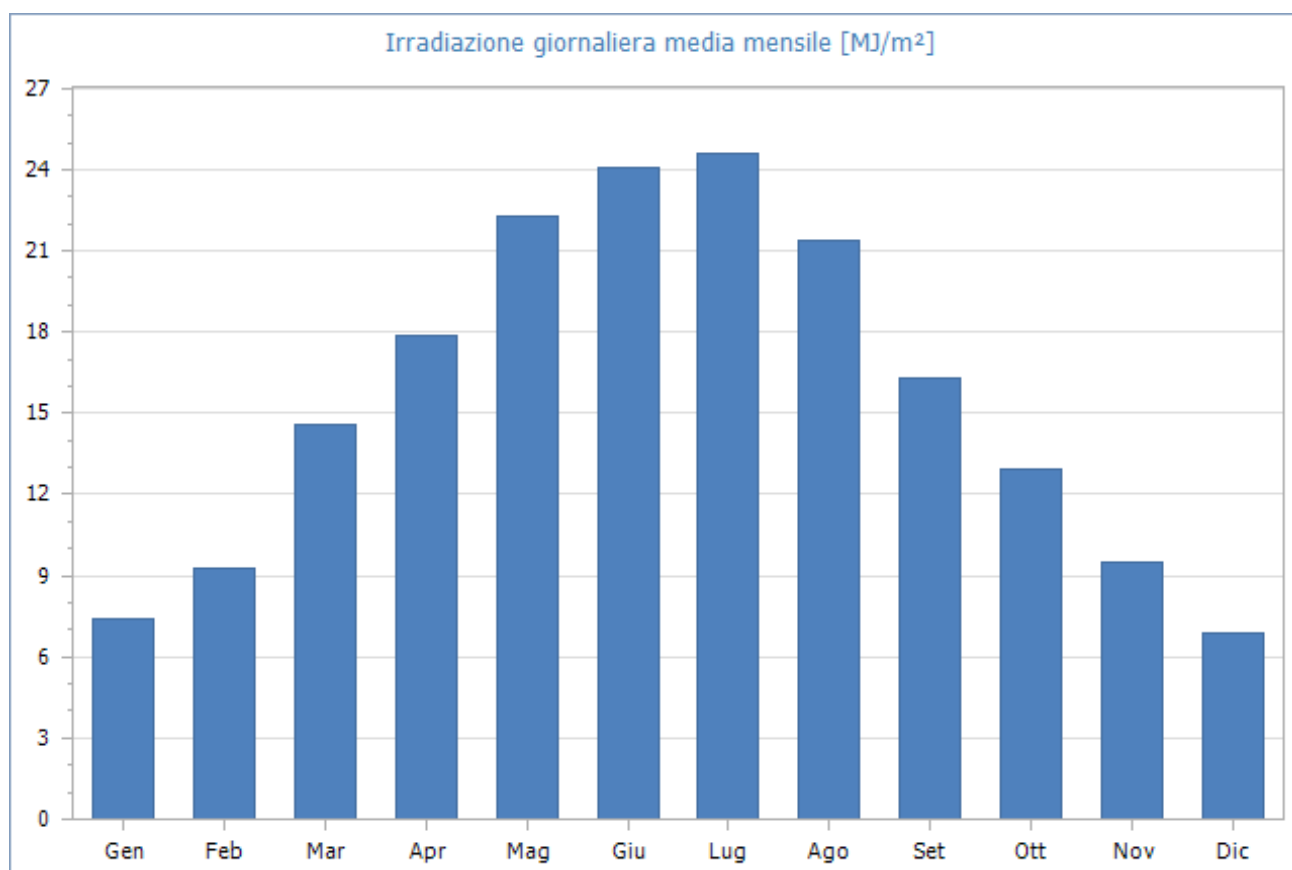


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **5 707.50 MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo).

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Palermo:

## DIAGRAMMA SOLARE

Palermo (PA) - Lat. 38°.1167 N - Long. 13°.3619 E - Alt. 14 m  
Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

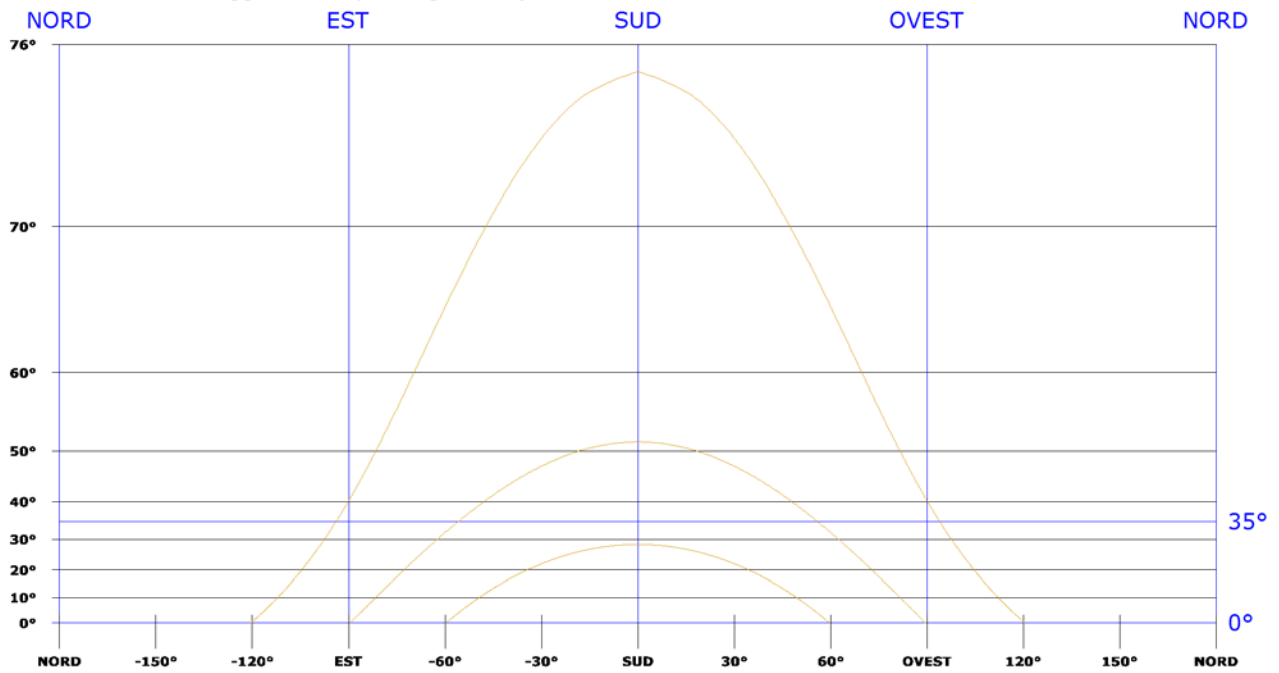


Fig. 2: Diagramma solare

## Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.

## PROCEDURE DI CALCOLO

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

---

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:



**TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

**TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

**TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

**CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

**DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

### Impianto *Biblioteca di Ingegneria*

L'impianto, denominato "Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni:Edifici 8.2-8.3-8.4", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **139.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **182 734,76 kWh** (equivalente a **1 309.93 kWh/kW**), derivante da 279 moduli che occupano una superficie di 655.37 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

#### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Università degli Studi di Palermo
Indirizzo	Parco d'Orleans Viale delle Scienze
CAP Comune (Provincia)	90128 Palermo (PA)
Latitudine	38°.1167 N
Longitudine	13°.3619 E
Altitudine	14 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	5 707.50 MJ/m <sup>2</sup>
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	655.37 m <sup>2</sup>
Numero totale moduli	279
Numero totale inverter	7
Energia totale annua	182 734,76 kWh
Potenza totale	139.500 kW
Potenza fase L1	46.500 kW
Potenza fase L2	46.500 kW
Potenza fase L3	46.500 kW
Energia per kW	1 309.93 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	74.97 %

#### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **182 734,76 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

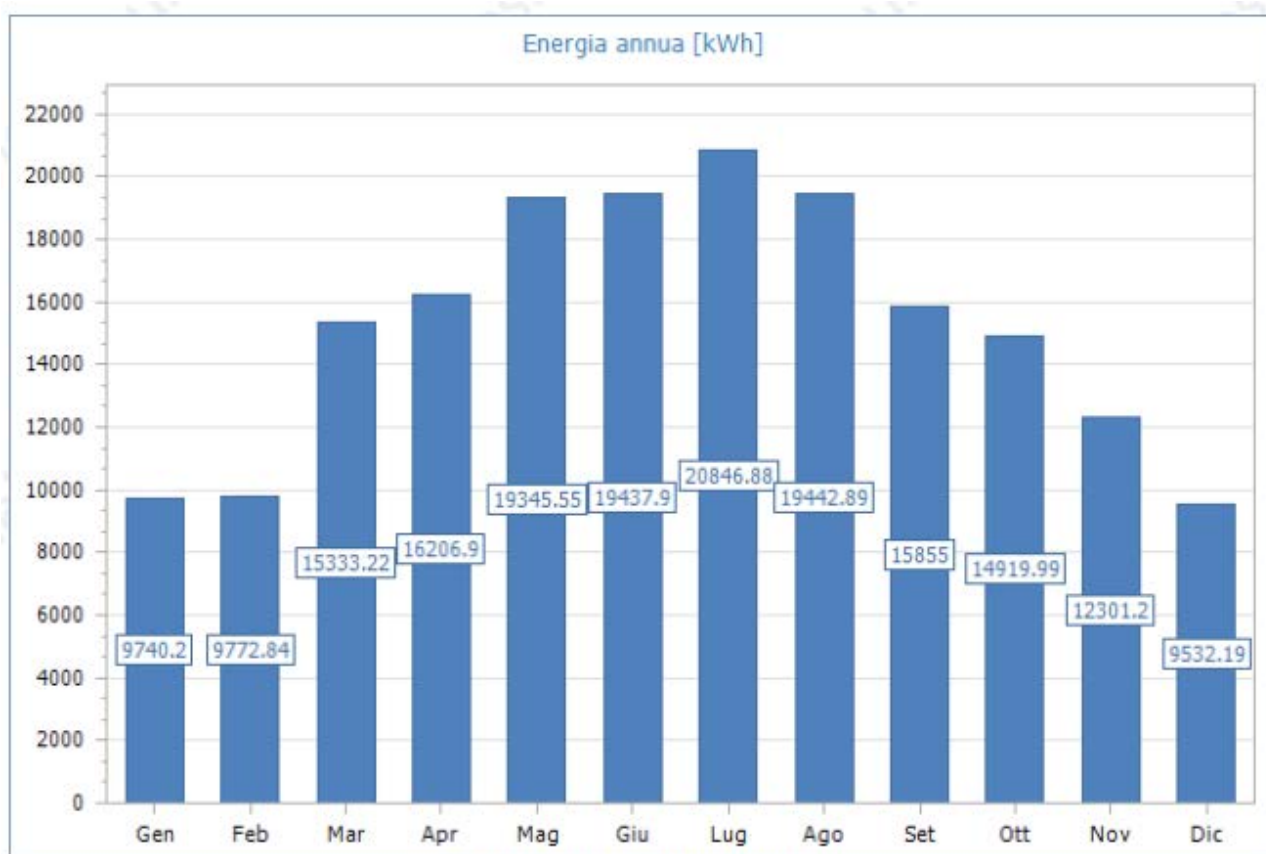


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

### Posizionamento dei moduli

---

La posizione dei moduli è prevista con inclinazione pari a 30° con direzione a sud. Il loro posizionamento è previsto mediante strutture poggiate provviste di zavorra.

### Cablaggio elettrico

---

Il cablaggio elettrico dei componenti relativi al fotovoltaico avverrà con connettori idonei alla tipologia di applicazione e dotati di opportuna certificazione. La distribuzione all'esterno è prevista in canale metallico o in tubazione rigida tipo RK15. I cavi previsti sono cavo solari tipo H1Z2Z2-K per le connessioni all'interno del campo fotovoltaico e tra il campo fotovoltaico e i relativi quadri. I restanti cavi sono previsti del tipo FG16R16.

### Impianto di messa a terra

---

L'impianto di terra di cui si disporrà è quello della struttura in cui verrà installato l'impianto.

## Generatore fotovoltaico Generatore 1

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore 1</b>
Tipo connessione	<b>trifase</b>
Potenza totale	<b>139.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>182 734,76 kWh</b>

Inverter 1	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-17/20KTL - SUN2000-20KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>101.93 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Numero inverter	<b>6</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Inverter 2	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-8/10/12/15/17/20KTL - SUN2000-10KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>110.00 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>11 000 W</b>
Numero inverter	<b>1</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Configurazione inverter 1				
	N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
Configurazione 1	3	1	15	1 x 15
		2	15	1 x 15
		3	15	1 x 15
Configurazione 2	1	1	20	1 x 20
		2	20	1 x 20
Configurazione 3	2	1	14	1 x 14
		2	14	1 x 14
		3	14	1 x 14

Configurazione inverter 2				
	N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
Configurazione 1	1	1	10	1 x 10
		2	10	1 x 10

## Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>MPPT min</sub> = 200.00 V	V <sub>MPPT max</sub> = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 640.27 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 575.70 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 492.69 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 747.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 683.25 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>MPPT min</sub> . (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>MPPT max</sub> . (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>MPPT min</sub> = 200.00 V	V <sub>MPPT max</sub> = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 640.27 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 575.70 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 492.69 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 747.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 683.25 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>MPPT min</sub> . (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>MPPT max</sub> . (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 3

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

Vm a 70 °C (492.69 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (640.27 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 1

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
Vm a -10 °C = 853.69 V	Vm a 25 °C = 767.60 V	Vm a 70 °C = 656.91 V	
Voc a -10 °C = 997.09 V	Voc a 25 °C = 911.00 V	Voc a 70 °C = 800.31 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (656.91 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	VERIFICATO
V <sub>m</sub> a -10 °C (853.69 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

#### Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	Voc = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 853.69 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 767.60 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 656.91 V	
Voc a -10 °C = 997.09 V	Voc a 25 °C = 911.00 V	Voc a 70 °C = 800.31 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (656.91 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	VERIFICATO
V <sub>m</sub> a -10 °C (853.69 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

#### Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO
------------------------



V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
V <sub>Mppt min</sub> = 200.00 V	V <sub>Mppt max</sub> = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 597.58 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 537.32 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 495.84 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 697.96 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 637.70 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (459.84 V) maggiore di V <sub>Mppt min</sub> . (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (597.58 V) minore di V <sub>Mppt max</sub> . (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 2

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
V <sub>Mppt min</sub> = 200.00 V	V <sub>Mppt max</sub> = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 597.58 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 537.32 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 495.84 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 697.96 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 637.70 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (459.84 V) maggiore di V <sub>Mppt min</sub> . (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (597.58 V) minore di V <sub>Mppt max</sub> . (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 3

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 597.58 V	Vm a 25 °C = 537.32 V	Vm a 70 °C = 495.84 V	
Voc a -10 °C = 697.96 V	Voc a 25 °C = 637.70 V	Voc a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (459.84 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (597.58 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Inverter 2- MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 426.84 V	Vm a 25 °C = 383.80 V	Vm a 70 °C = 328.46 V	
Voc a -10 °C = 498.54 V	Voc a 25 °C = 455.50 V	Voc a 70 °C = 400.16 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT
---------------

V <sub>m</sub> a 70 °C (328.46 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (160.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (426.84 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche Inverter 2- MPPT 2

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
V <sub>mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 426.84 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 383.80 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 328.46 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 498.54 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 455.50 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 400.16 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
V <sub>m</sub> a 70 °C (328.46 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (160.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (426.84 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico, ha una potenza pari a **139.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **182 734,76 kWh**, derivante da 279 moduli con una superficie totale dei moduli di 655.37 m<sup>2</sup>.  
Il generatore ha una connessione trifase.

## Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 745.90 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>139.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>182 734.76 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>LONGi Solar Technology Co., Ltd. - LR5-66HPH 480-505M - 500</b>
Numero totale moduli	<b>279</b>
Superficie totale moduli	<b>655.37 m<sup>2</sup></b>

## Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

Descrizione	Designazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Lung. (m)	Risultati		
				Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0,6/1 kV	35.0	50.00	144.34	154.00	0.03
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	20.00	144.34	154.00	0.03
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	10.00	28.87	60.00	0.03
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 4 - Quadro di campo 4 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 4 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 4 - Quadro di campo 4	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02

(IN 2)						
Quadro di campo 4 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 4 - Quadro di campo 4 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 4 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 5 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 5 - Quadro di campo 5 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 5 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 5 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 5 - Quadro di campo 5 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 5 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 5 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 5 - Quadro di campo 5 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 5 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 6 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 6 - Quadro di campo 6 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 6 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 6 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 6 - Quadro di campo 6 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 6 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 6 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 6 - Quadro di campo 6 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 6 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 7 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 7 - Quadro di campo 7 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 7 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 7 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 7 - Quadro di campo 7 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 7 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02

## Quadri

Quadro generale	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

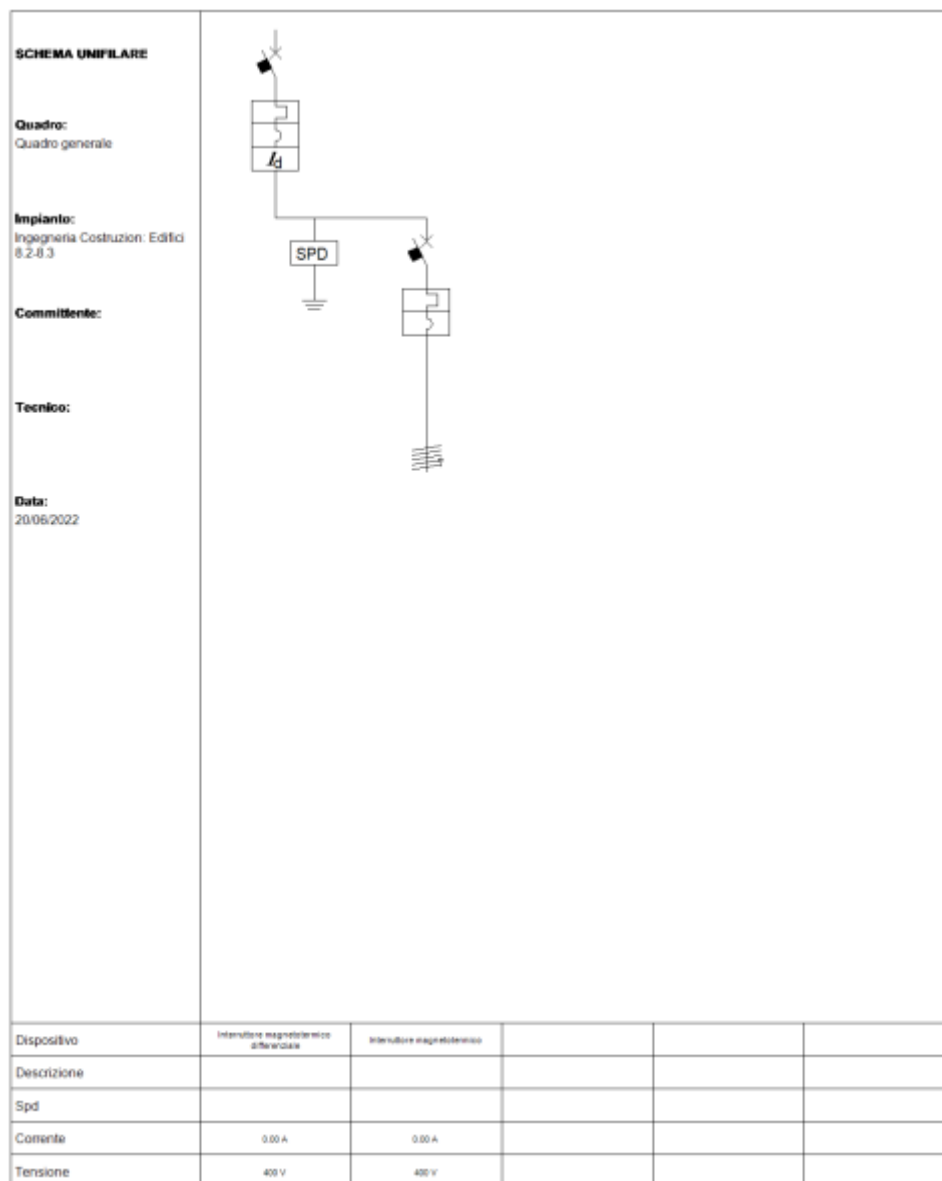


Fig. 4: Schema unifilare quadro "Quadro generale"

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Inverter 1	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 2	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 3	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 4	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 5	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 6	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 7	Interruttore magnetotermico differenziale

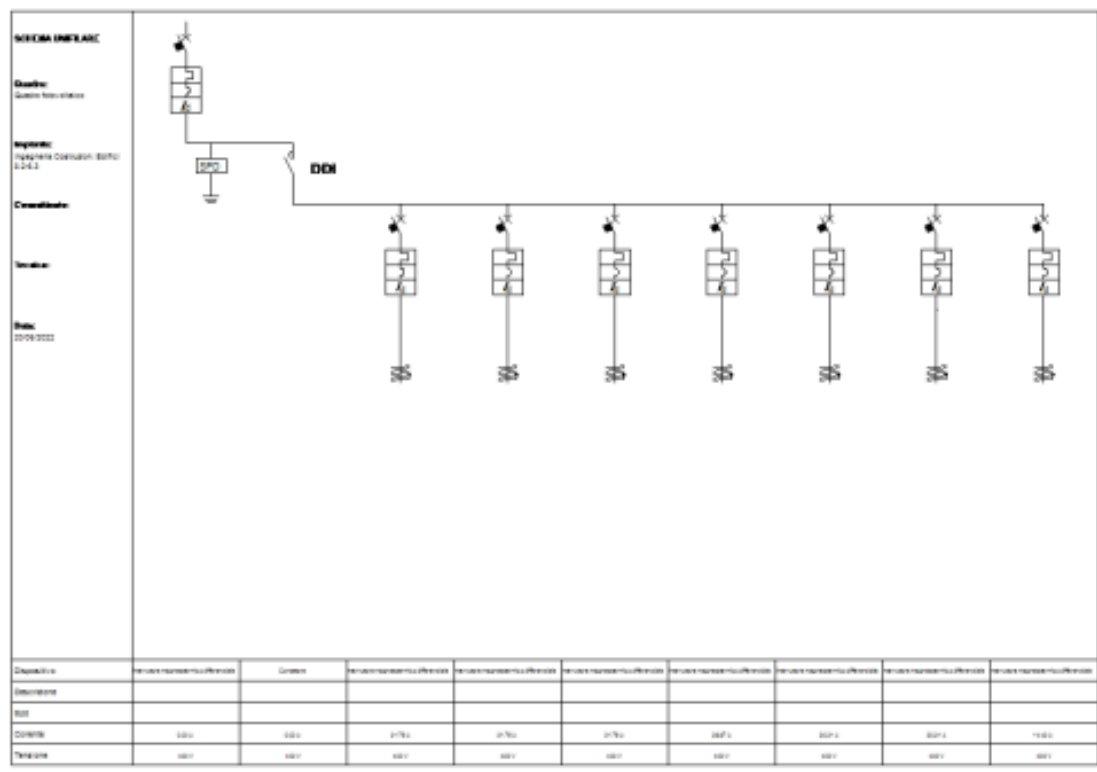


Fig. 5: Schema unifilare quadro "Quadro fotovoltaico"



Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

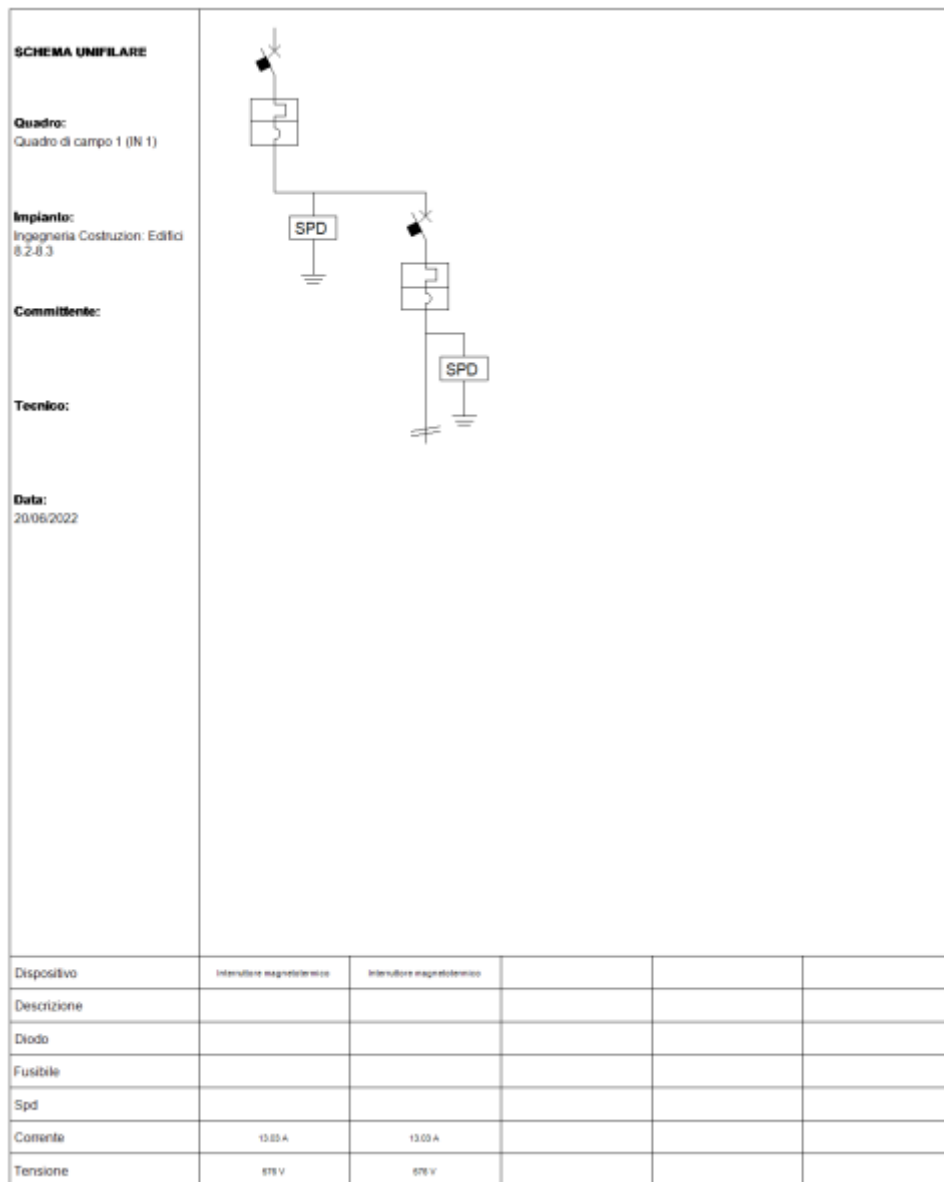


Fig. 6: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

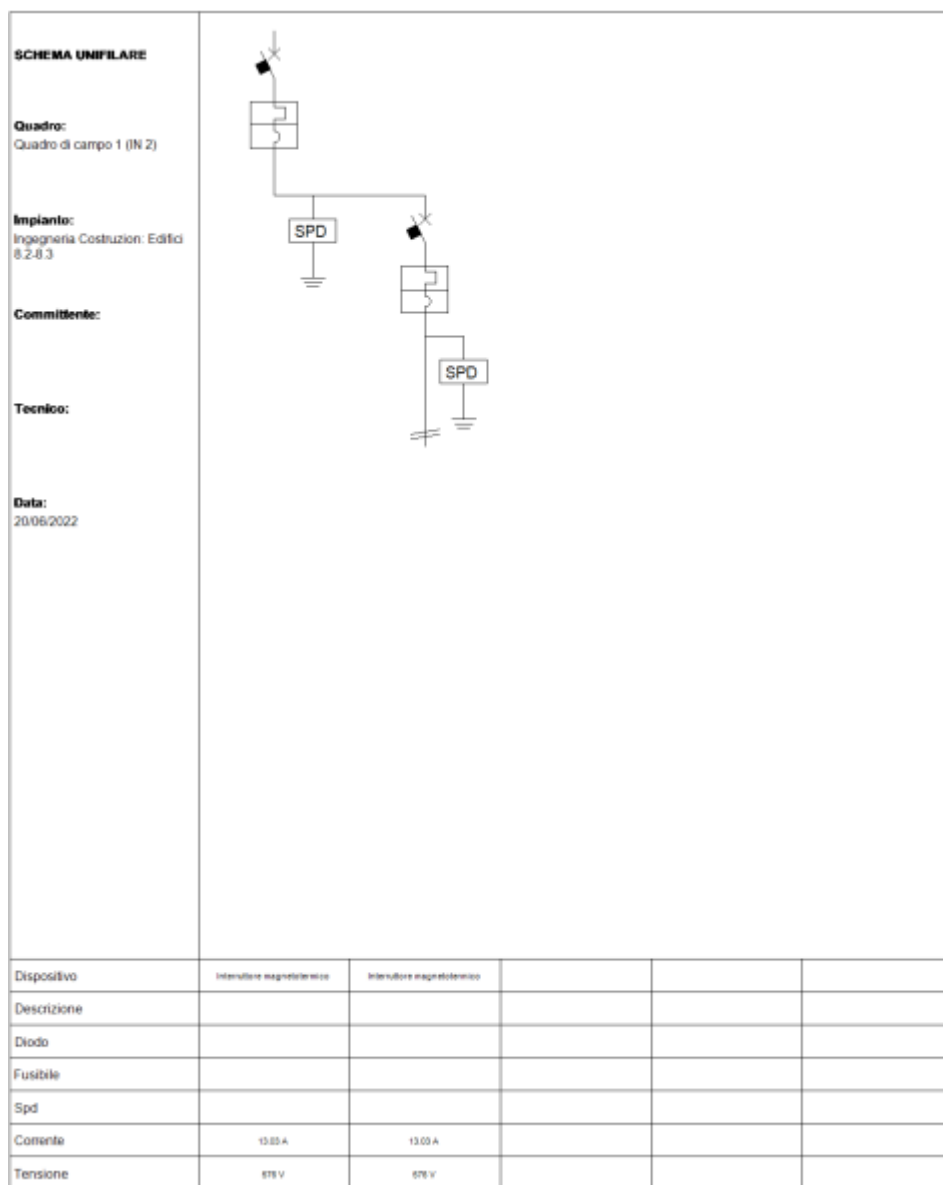


Fig. 7: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

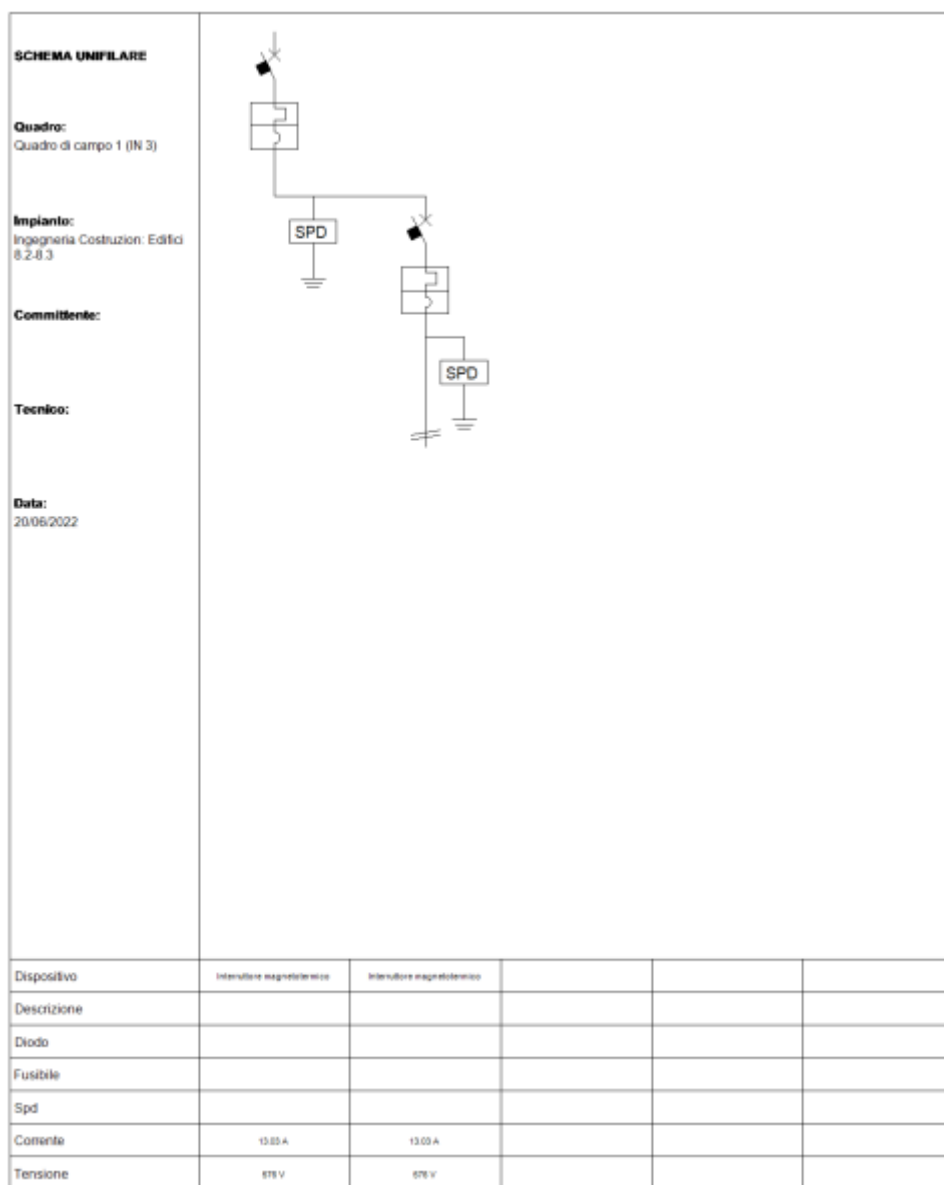


Fig. 8: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

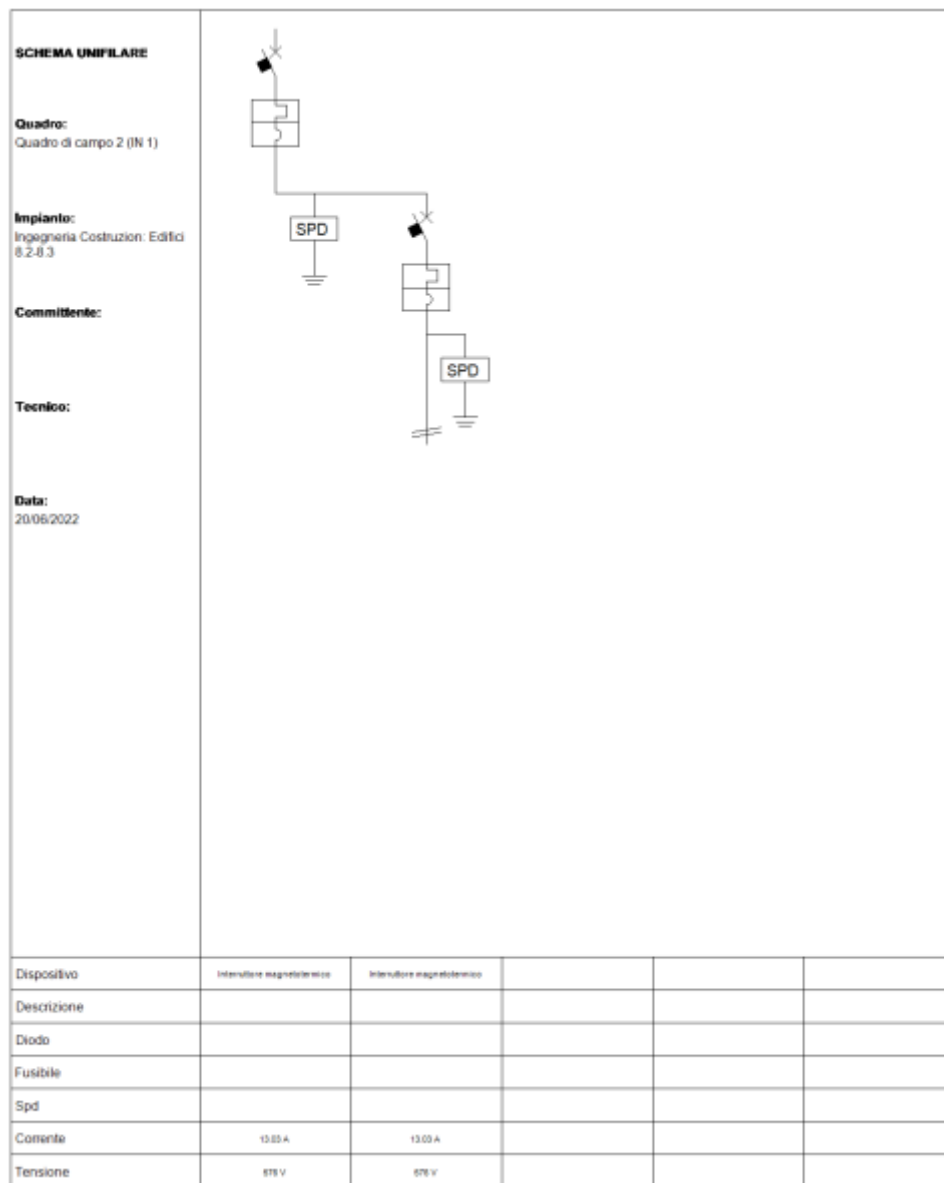


Fig. 9: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

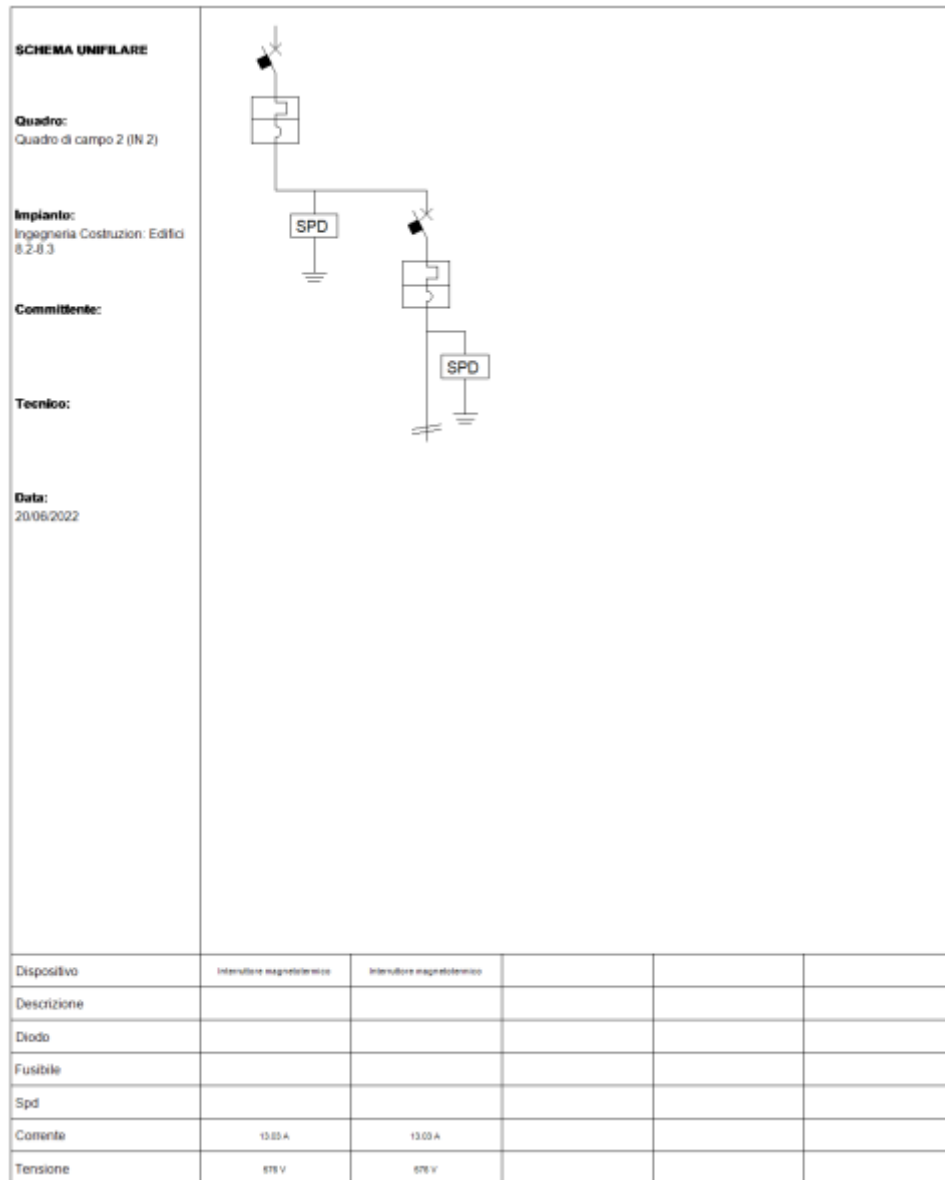


Fig. 10: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

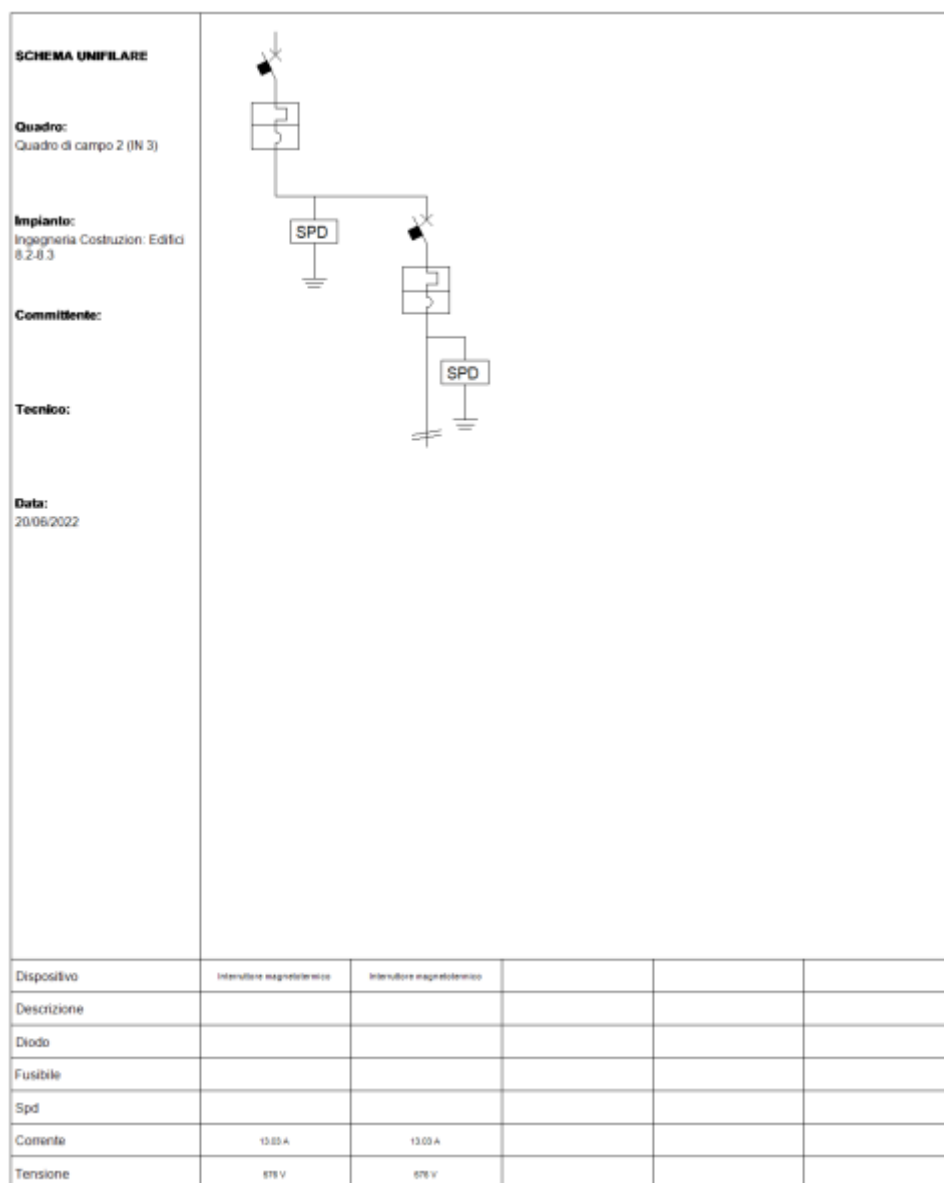


Fig. 11: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 3
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 3.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

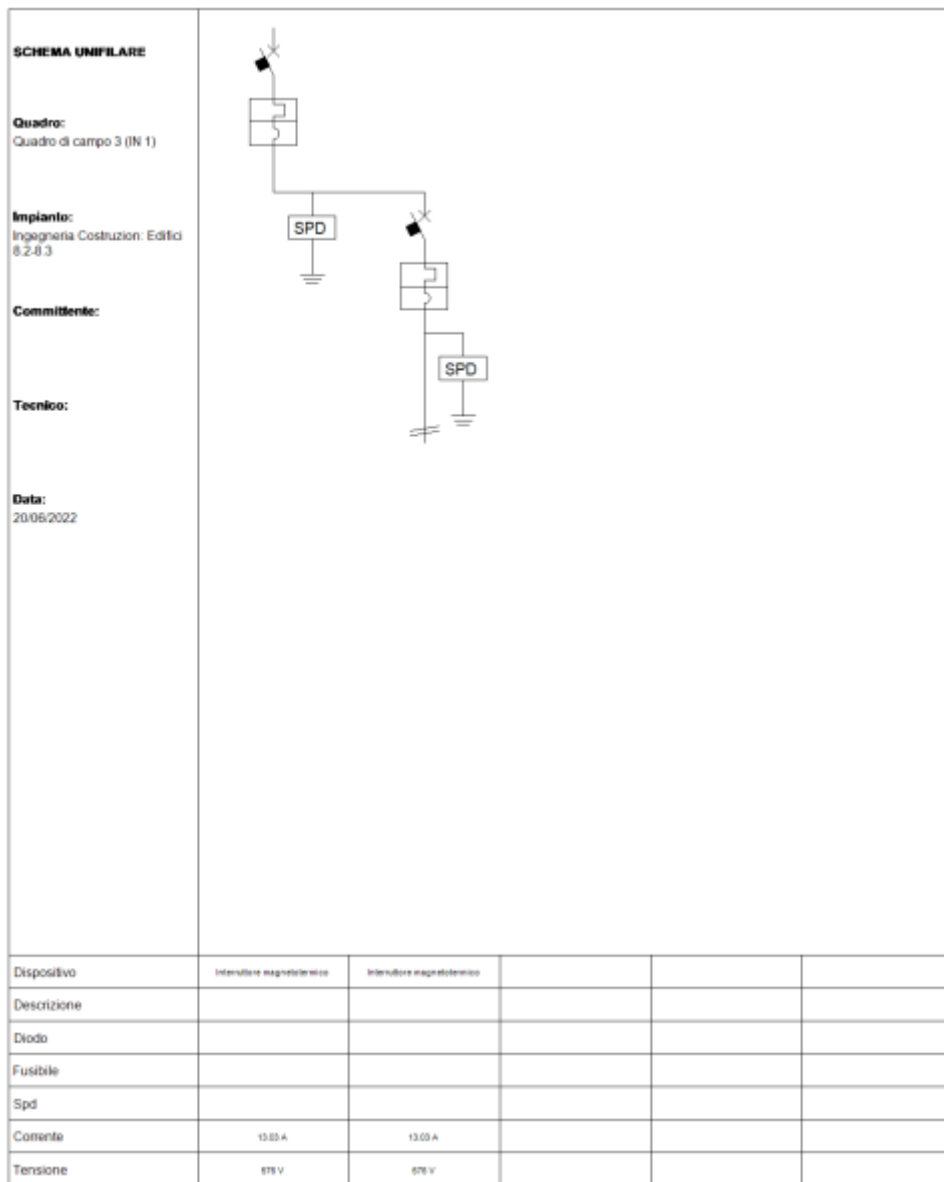


Fig. 12: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 3.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

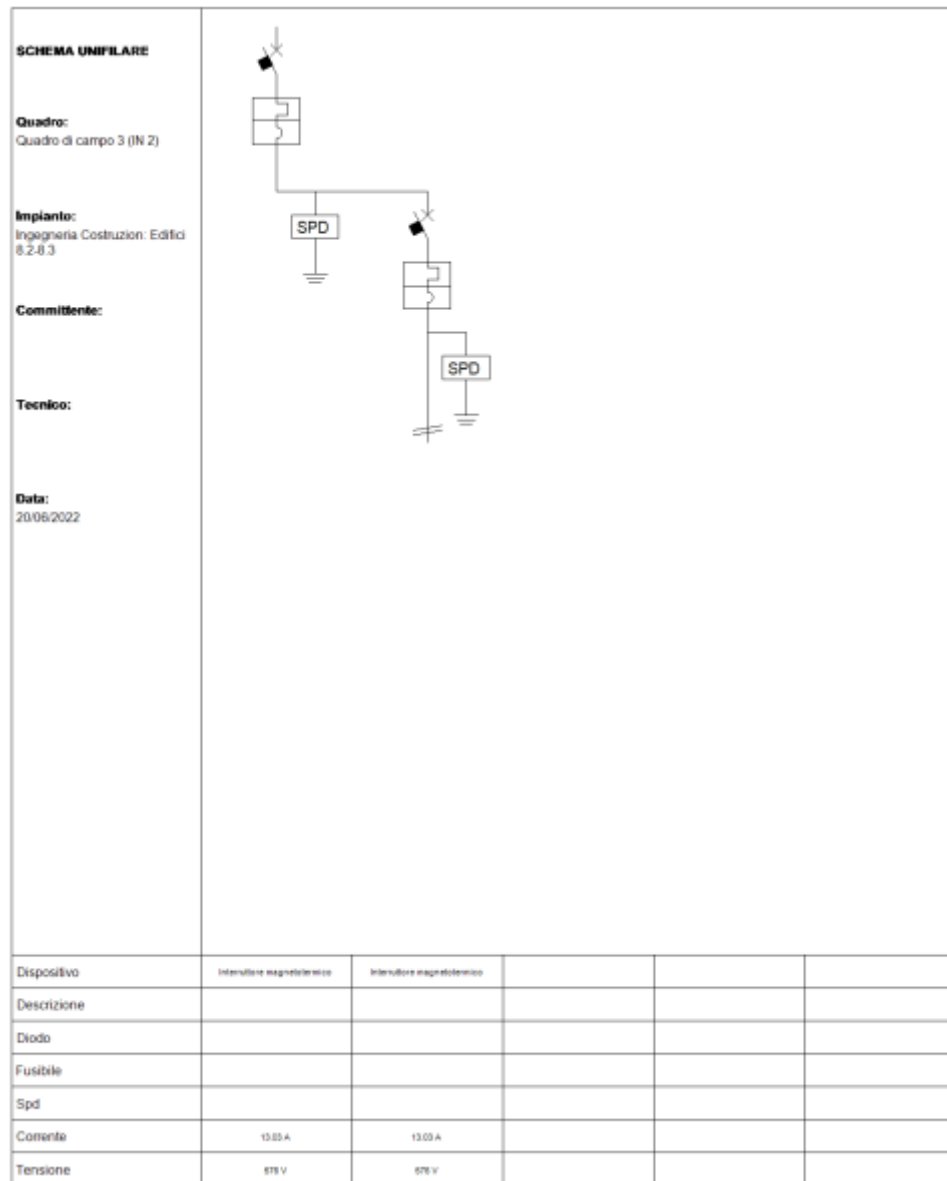


Fig. 13: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"



Quadro di campo 3
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 3.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

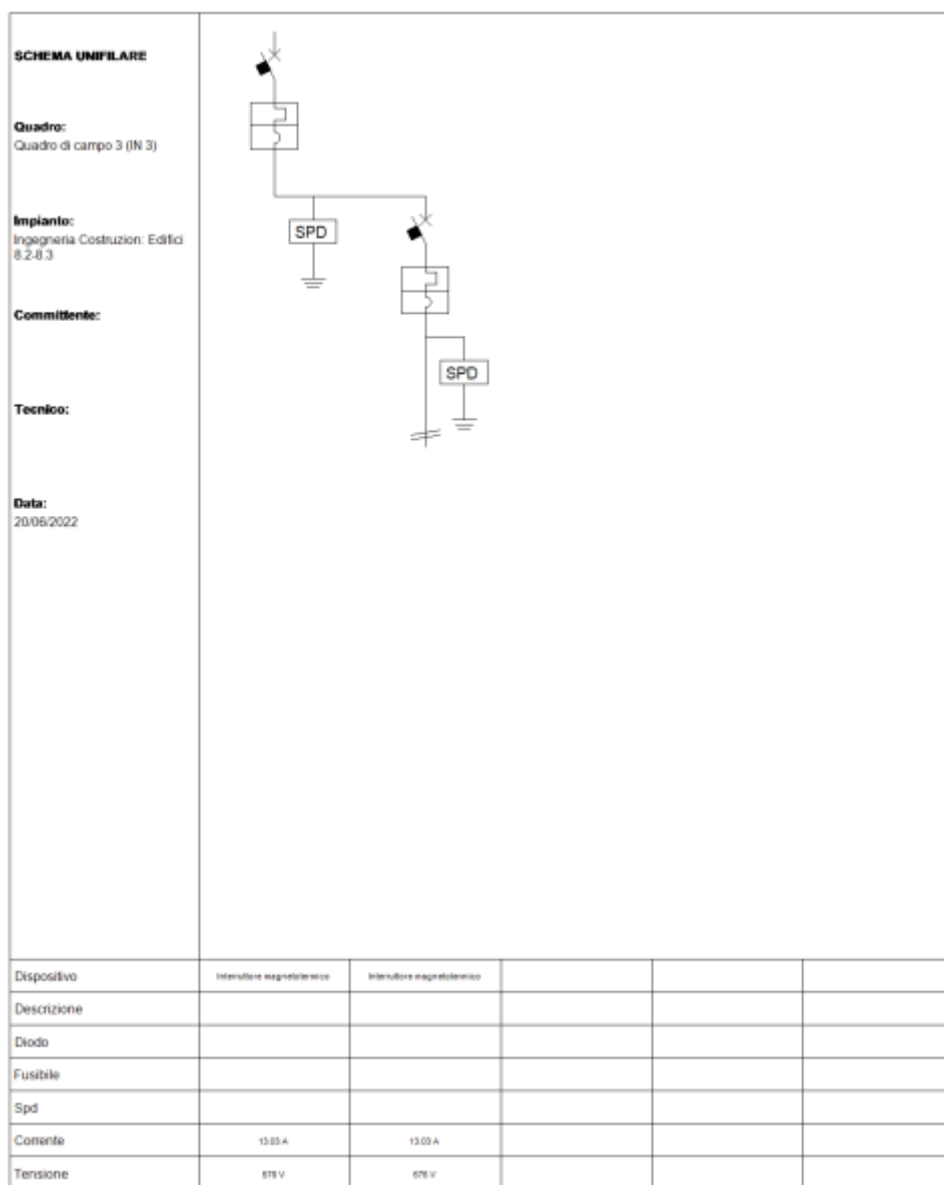


Fig. 14: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 4
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 4.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

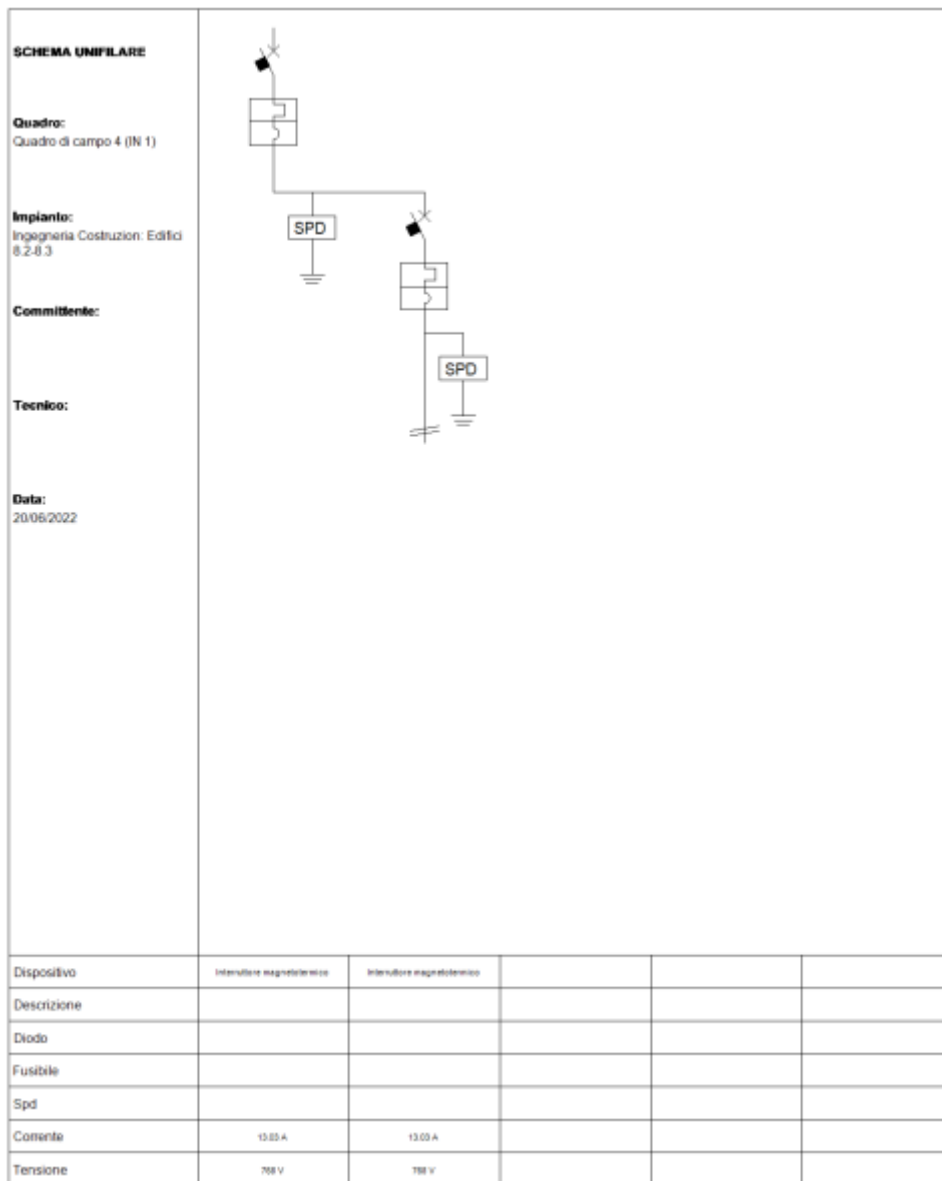


Fig. 15: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

Quadro di campo 4
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 4.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

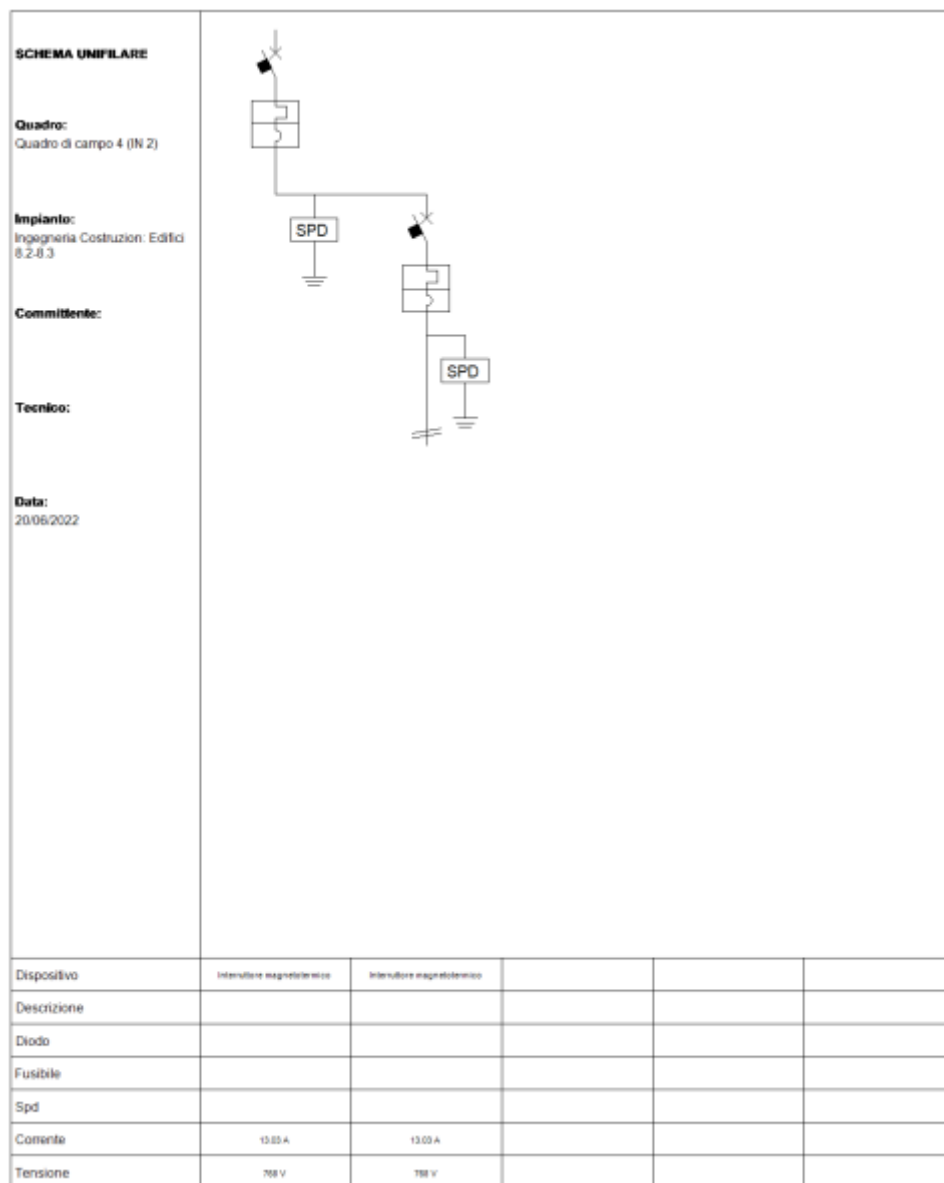


Fig. 16: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

Quadro di campo 5
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 5.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

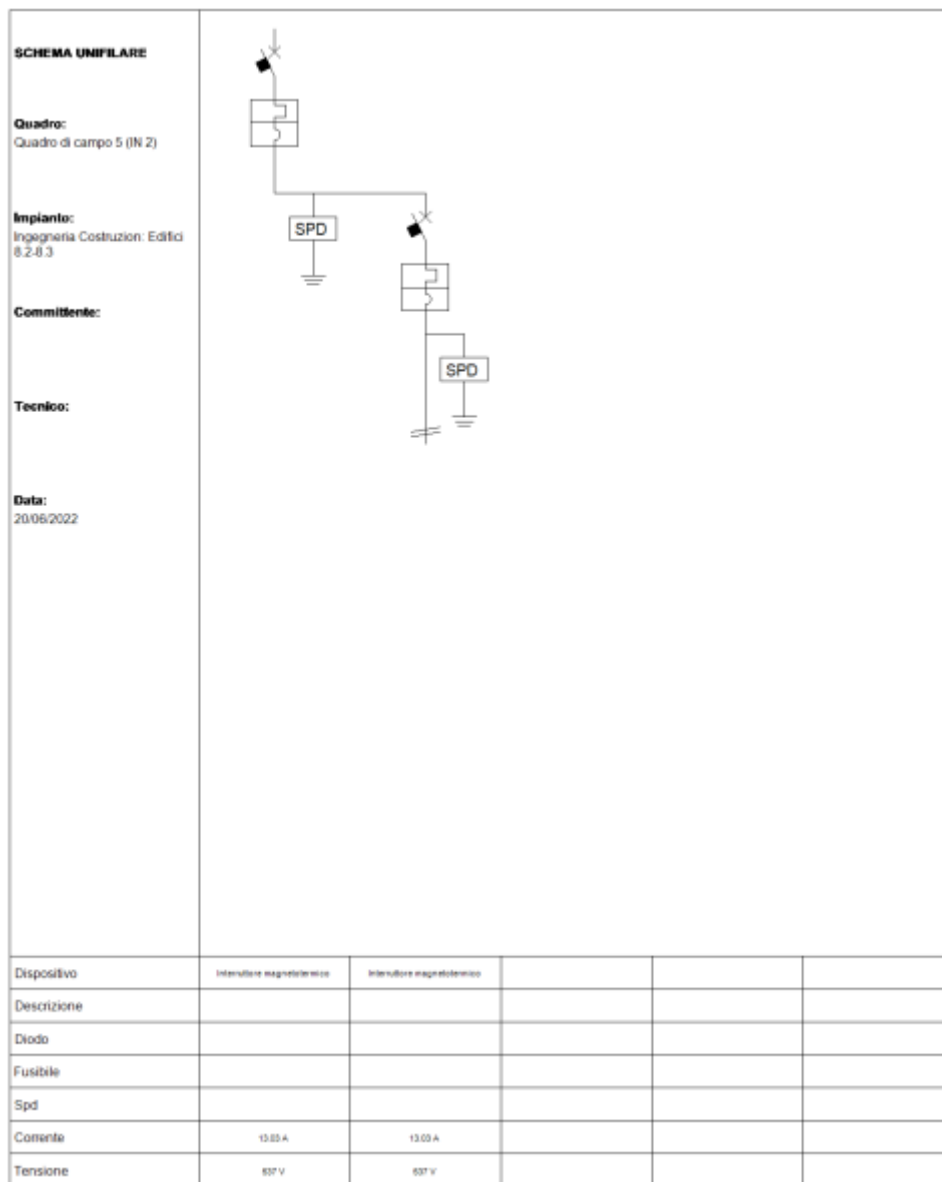


Fig. 18: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 5"

Quadro di campo 5
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 5.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

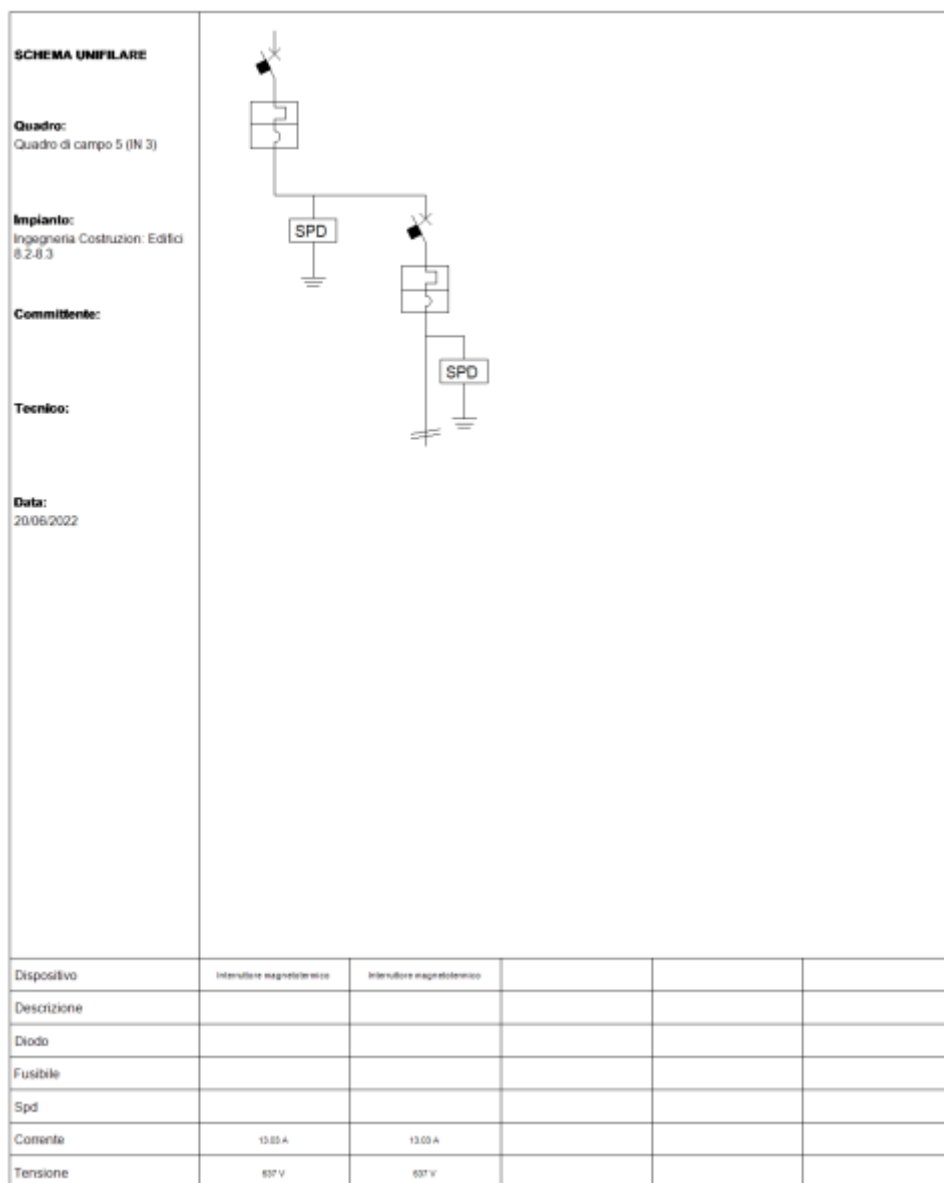


Fig. 19: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 5"

Quadro di campo 6
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 6.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

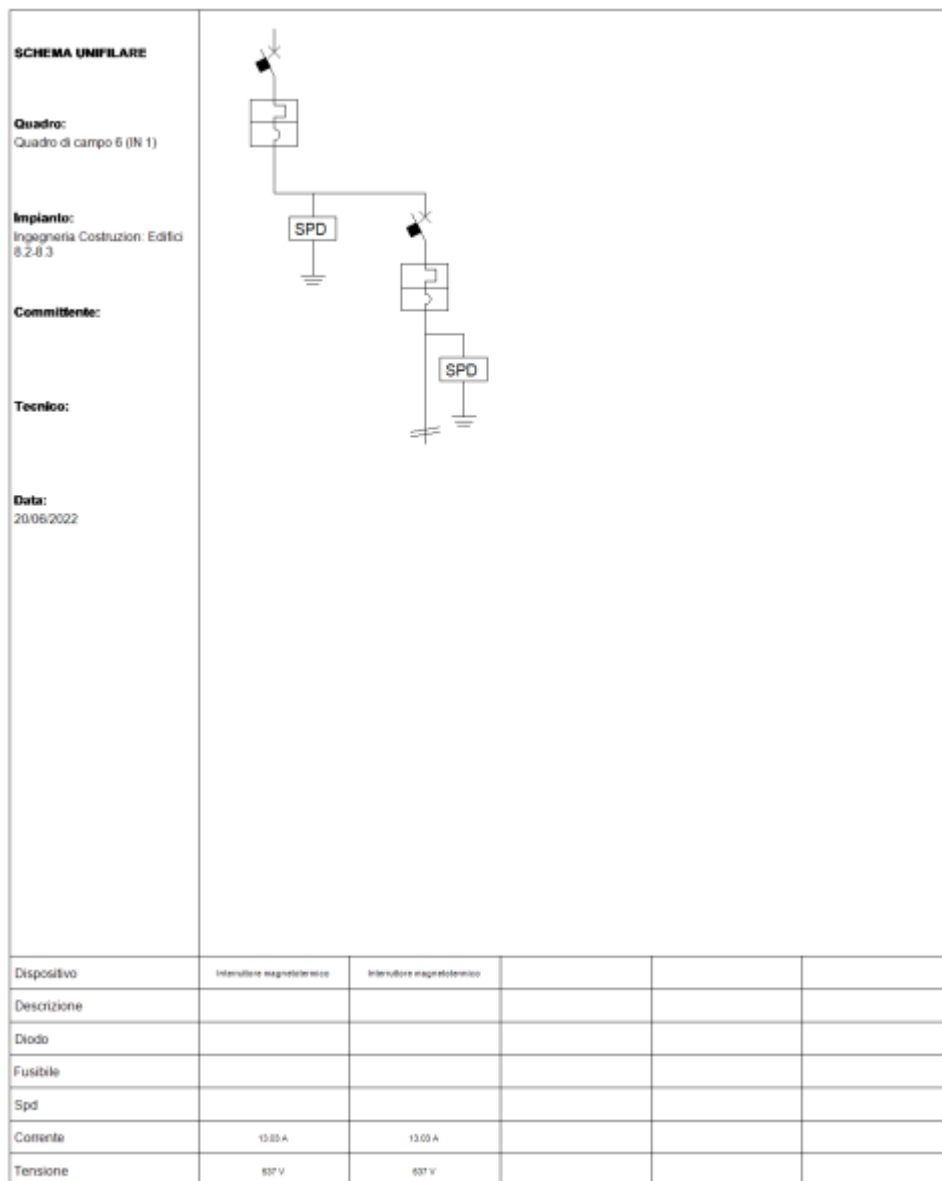


Fig. 20: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 6"

Quadro di campo 6
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 6.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

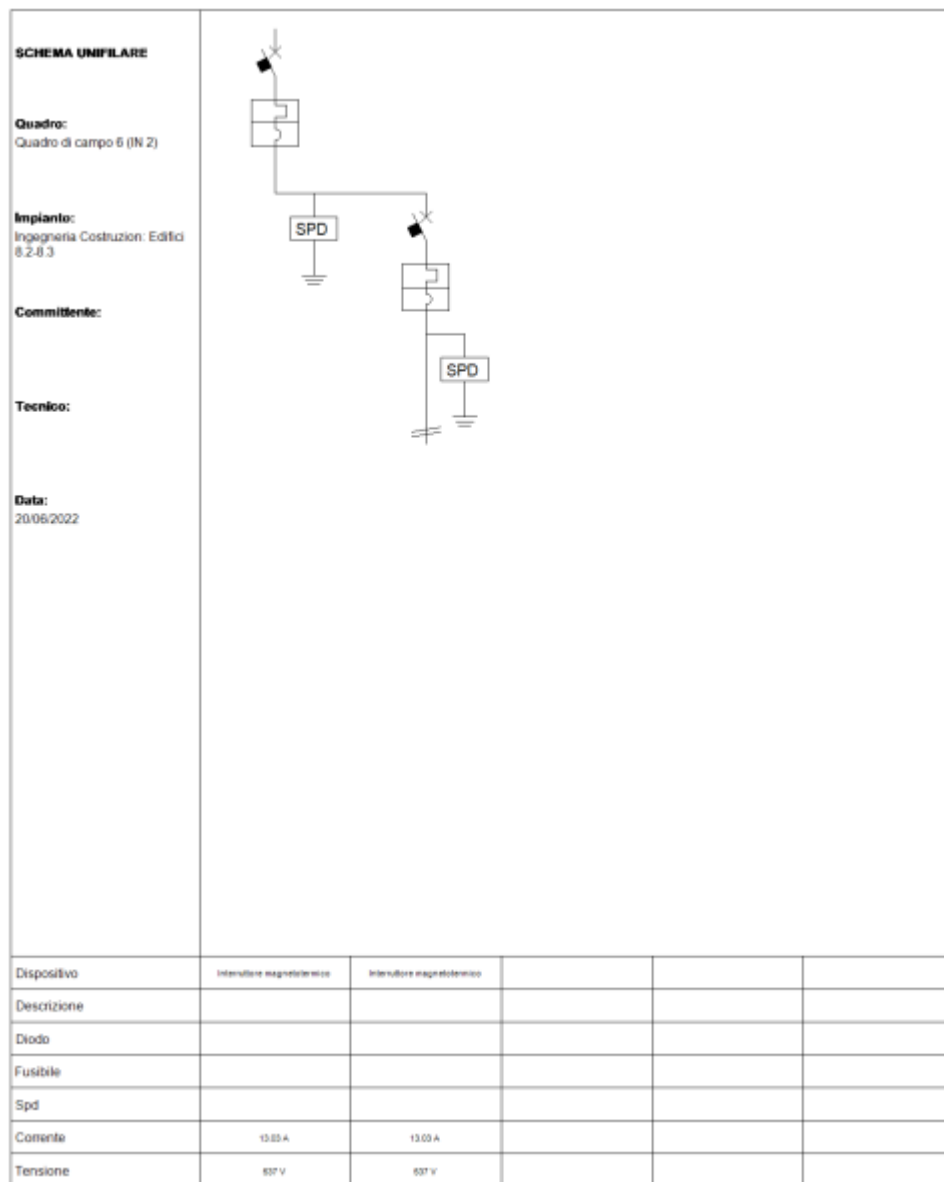


Fig. 21: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 6"

Quadro di campo 6
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 6.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

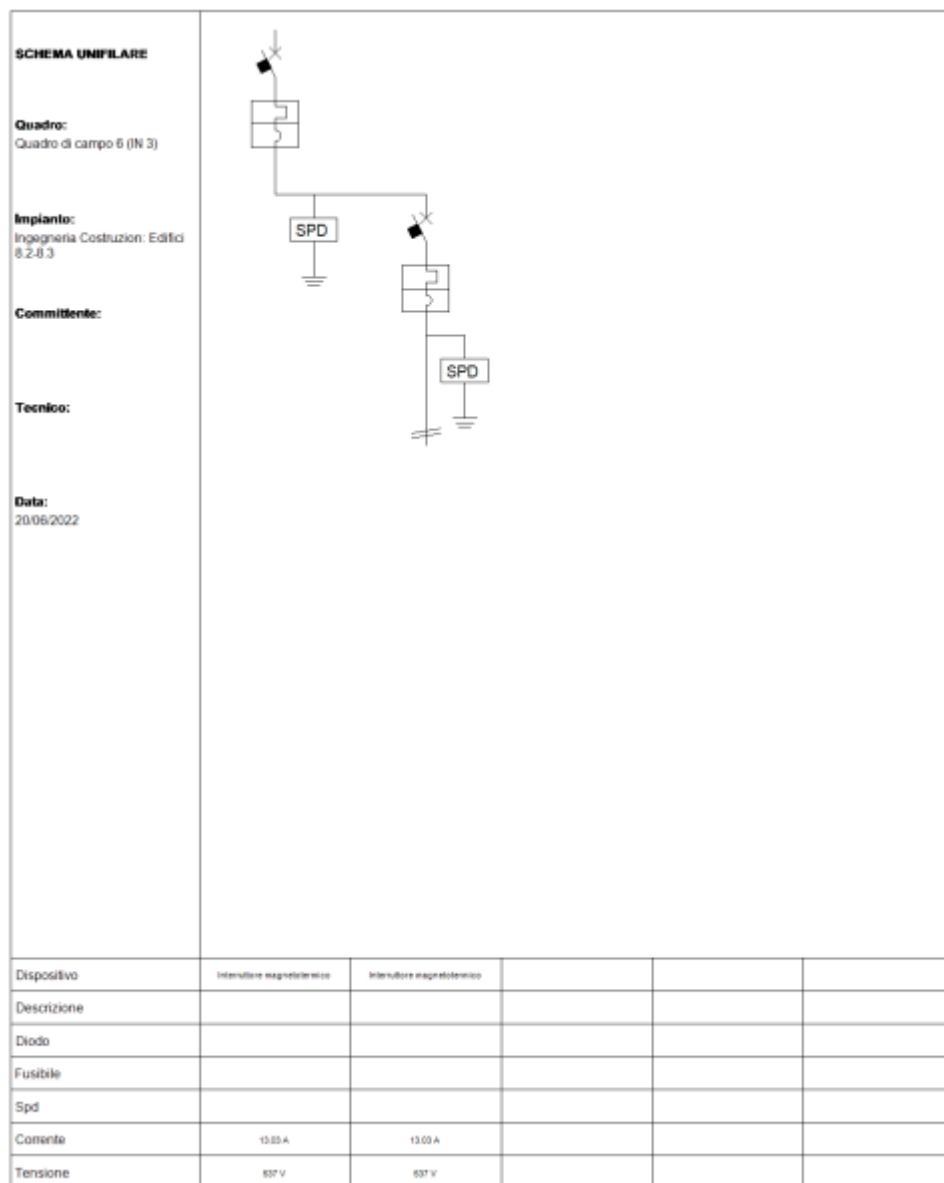


Fig. 22: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 6"



Quadro di campo 7
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 7.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

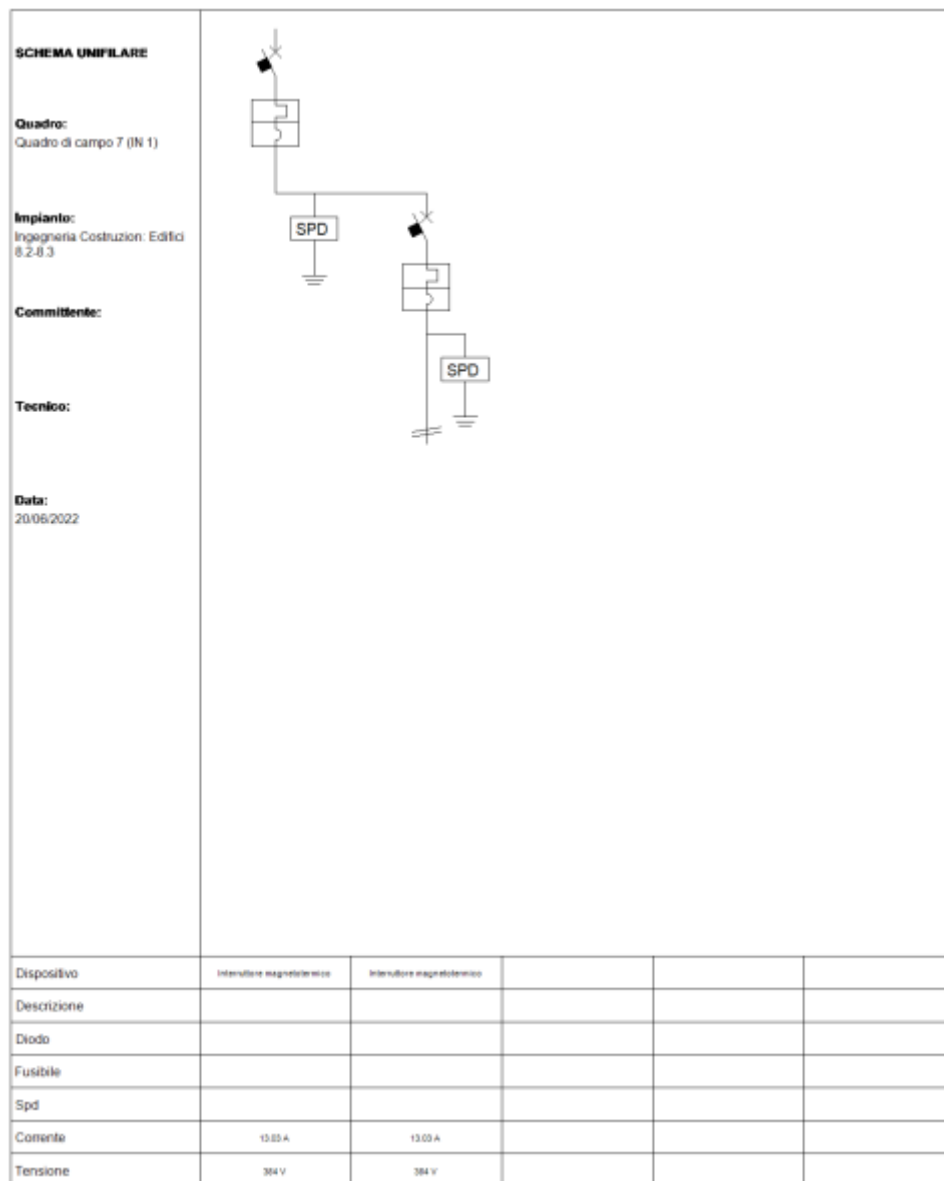


Fig. 23: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 7"

Quadro di campo 7
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 7.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

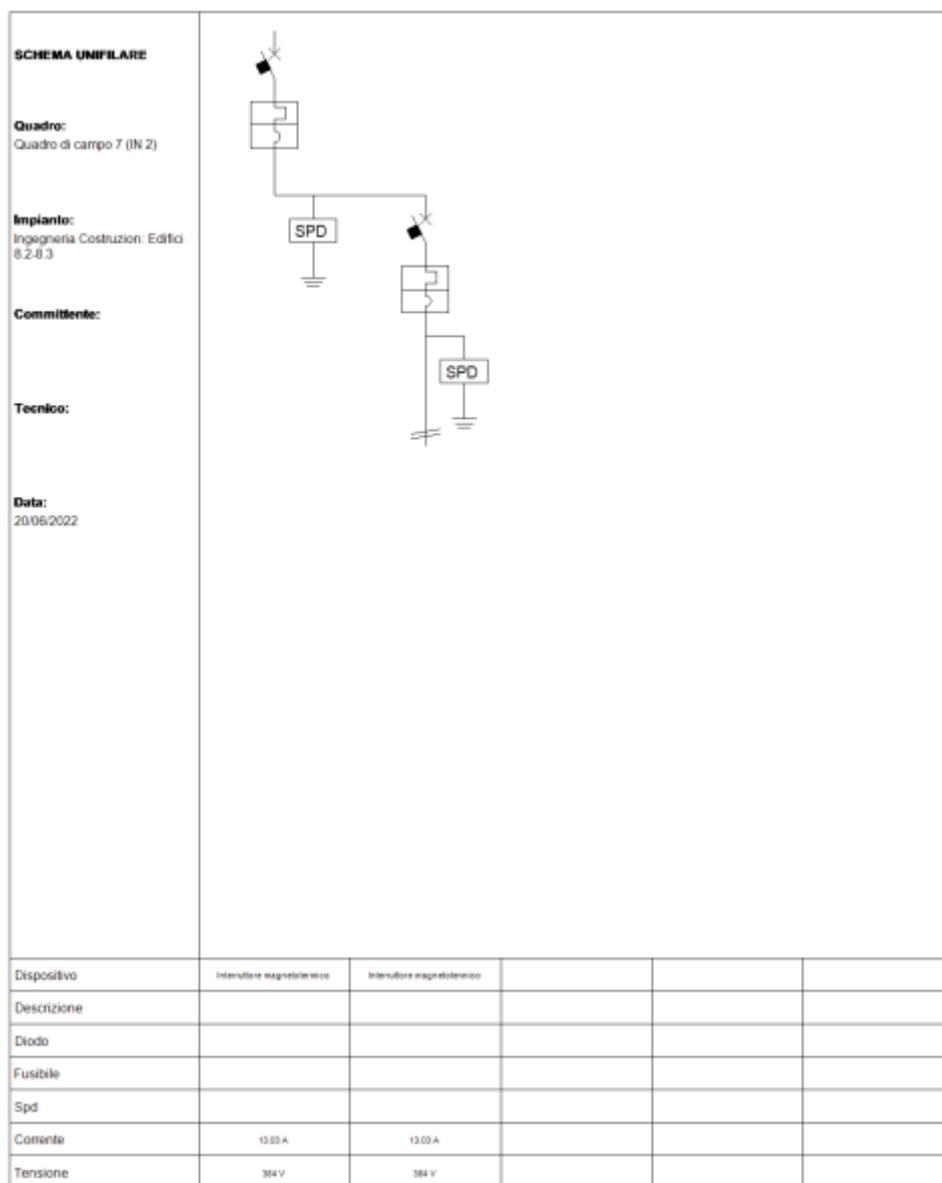


Fig. 24: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 7"

## Schema unifilare

---

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.

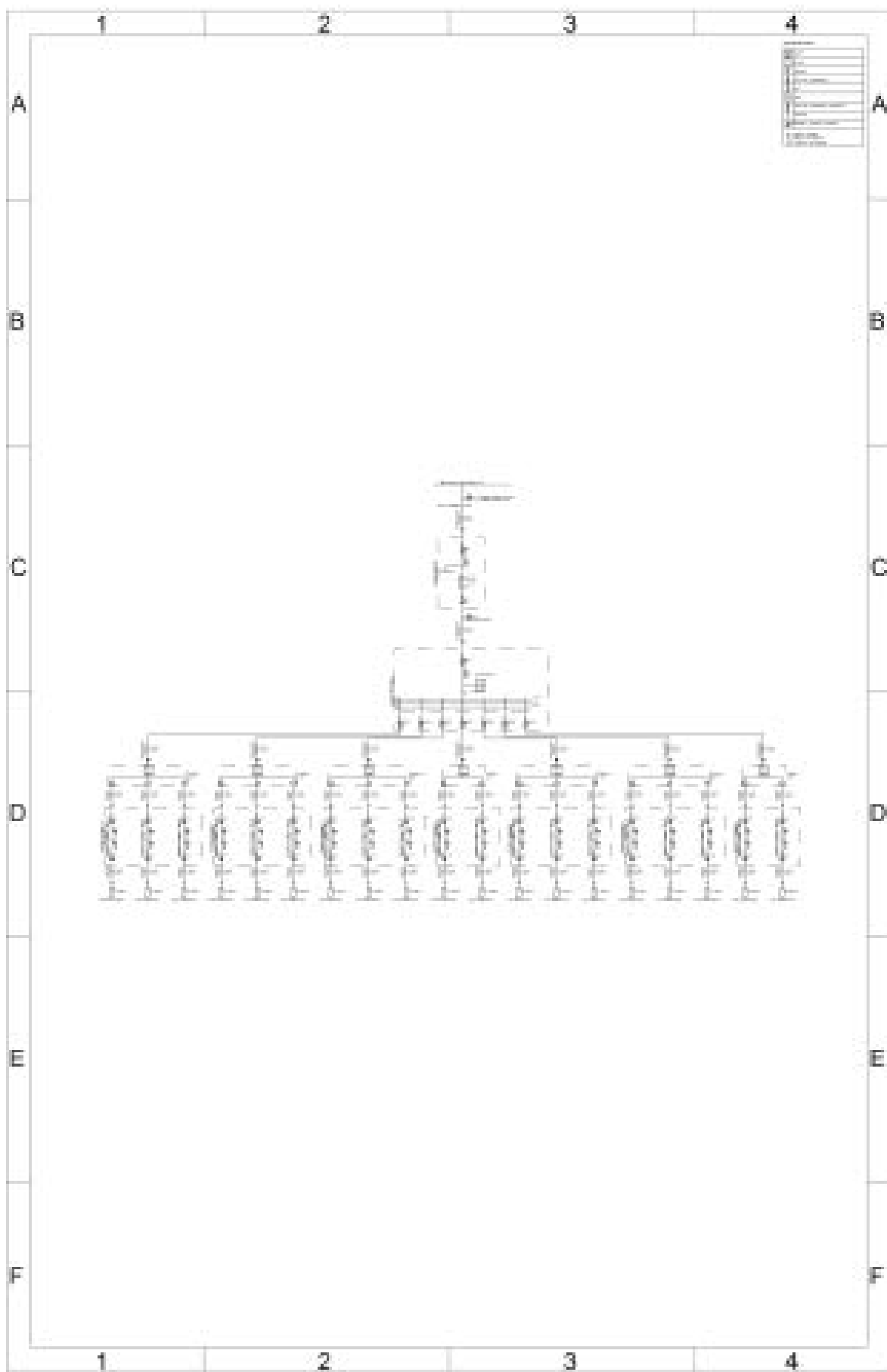


Fig. 15: Schema elettrico unifilare dell'impianto

<b>Riepilogo potenze per fase</b>			
<b>Generatore / sottoimpianto</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>
Generatore 1	46.500 kW	46.500 kW	46.500 kW
<b>Totale</b>	<b>46.500 kW</b>	<b>46.500 kW</b>	<b>46.500 kW</b>

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: **0.000 kW**.

## NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

#### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**  
**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

#### Secondo Conto Energia

**Decreto 19-02-2007:** 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, n. 387.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

#### **Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

**DM 02/03/2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Terzo Conto Energia

**Decreto 6 agosto 2010:** incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Quarto Conto Energia

**Decreto 5 maggio 2011:** incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

#### Quinto Conto Energia

**Decreto 5 luglio 2012:** attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

**Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR:** determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

#### Decreto FER1

**Decreto 4 luglio 2019:** incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.

### Norme Tecniche

---

#### Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 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 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**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 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 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

**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.

**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

Altra Normativa sugli impianti elettrici

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

**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 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

**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 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).

**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 " = 16 A per fase).

**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati 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):** apparati 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):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati 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.

**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

**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 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## Delibere AEEGSI

---

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

### Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.



#### Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

#### Tariffe

**Delibera 111-06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL** (valido dal 02-04-2019)

**TIT (2018-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione

**TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-09-2018):** testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)

#### TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 128/2017/R/EEL e 96/2018/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EEL:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

#### TEP

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

#### TIQE

**Deliberazione 646/2015/R/EEL:** testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica. Periodo di regolazione 2016-2023 (Versione modificata e integrata con deliberazione 38/2016/R/EEL)

## SEU

**Deliberazione 578/2013/R/EEL:** regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo.

**Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL:** testo integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC (Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL, 458/2016/R/EEL, 788/2016/R/EEL, 276/2017/R/EEL, 894/2017/R/EEL, 921/2017/R/EEL e 426/2018/R/EEL).

**Deliberazione 609/2014/R/EEL:** prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).

## Agenzia delle Entrate

---

**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Circolare del 06/07/2009 n. 32/E:** imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

**Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.

**Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E:** trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.

**Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E :**interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).

**Risoluzione del 06/12/2012:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

**Risoluzione del 02/04/2013 n. 22/E:** applicabilità della detrazione fiscale del 36 per cento, prevista dall'art. 16-bis del TUIR, alle spese di acquisto e installazione di un impianto fotovoltaico diretto alla produzione di energia elettrica.

**Circolare del 19/12/2013 n. 36/E:** impianti fotovoltaici – Profili catastali e aspetti fiscali.

**Risoluzione del 15/10/2015 n. 86/E:** tassazione forfettaria del reddito derivante dalla produzione e dalla cessione di energia elettrica da impianti fotovoltaici - Art. 22 del decreto legge n. 66 del 2014.

**Circolare del 01/02/2016 n. 2/E:** unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa).

## Agenzia del Territorio

---

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Nota Prot. n. 31892 -** Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

## GSE

---

## SSP

**Disposizioni Tecniche di Funzionamento.**

**Regole Tecniche sulla Disciplina dello scambio sul posto.**

## Ritiro dedicato

**Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.**

**Prezzi minimi garantiti.**

## SEU

**Regole applicative per la presentazione della richiesta e il conseguimento della qualifica di SEU e SEESEU.**

**Guida alla qualifica dei sistemi SEU e SEESEU.**

## FER1

**Regolamento Operativo per l'iscrizione ai Registri e alle Aste del DM 4 luglio 2019 (23/08/2019)**

## TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## DEFINIZIONI

### Definizioni - Rete Elettrica

---

**Distributore**

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

**Rete del distributore**

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

**Rete BT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

**Rete MT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

**Utente**

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

**Gestore di rete**

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

**Gestore Contraente**

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

### Definizioni - Impianto Fotovoltaico

---

**Angolo di inclinazione (o di Tilt)**

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

**Angolo di orientazione (o di azimut)**

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

**BOS (Balance Of System o Resto del sistema)**

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

**Generatore o Campo fotovoltaico**

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

**Cella fotovoltaica**

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

**Condizioni di Prova Standard (STC)**

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

– Temperatura di cella:  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

– Irraggiamento:  $1000\text{ W/m}^2$ , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

**Condizioni nominali**

Sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

**Costo indicativo cumulato annuo degli incentivi o costo indicativo cumulato degli incentivi**

Sommatoria degli incentivi, gravanti sulle tariffe dell'energia elettrica, riconosciuti a tutti gli impianti alimentati da fonte fotovoltaica in attuazione del presente decreto e dei precedenti provvedimenti di incentivazione; ai fini della determinazione del costo generato dai provvedimenti antecedenti al presente decreto, si applicano le modalità previste dal DM 5 maggio 2011; ai fini della determinazione dell'ulteriore costo generato dal presente decreto:

i) viene incluso il costo degli impianti ammessi a registro in posizione utile. A tali impianti, fino all'entrata in esercizio, è attribuito un incentivo pari alla differenza fra la tariffa incentivante spettante alla data di entrata in esercizio dichiarata dal produttore e il prezzo medio zonale nell'anno precedente a quello di richiesta di iscrizione;

ii) l'incentivo attribuibile agli impianti entrati in esercizio che accedono ad incentivi calcolati per differenza rispetto a tariffe incentivanti costanti, ivi inclusi gli impianti che accedono a tariffe fisse onnicomprensive, è calcolato per differenza con il valore del prezzo zonale nell'anno precedente a quello in corso;

iii) la producibilità annua netta incentivabile è convenzionalmente fissata in  $1200\text{ kWh/kW}$  per tutti gli impianti.

**Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico**

Data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, comunicata dal gestore di rete e dallo stesso registrata in GAUDÌ.

**Dispositivo del generatore**

Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

**Dispositivo di interfaccia**

Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

**Dispositivo generale**

Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

**Effetto fotovoltaico**

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

**Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup>), intesa come somma dell'area dei moduli.

**Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m<sup>2</sup>) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

**Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico**

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

**Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico**

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore**

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

**Impianto fotovoltaico a concentrazione**

Un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida CEI 82-25.

**Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli non convenzionali e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate.

**Impianto fotovoltaico con innovazione tecnologica**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti caratterizzati da significative innovazioni tecnologiche.

**Impianto fotovoltaico realizzato su un edificio**

Impianto i cui moduli sono posizionati sugli edifici secondo specifiche modalità individuate.

**Impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'UE/SEE**

A prescindere dall'origine delle materie prime impiegate, sono gli impianti fotovoltaici e gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative che utilizzano moduli fotovoltaici e gruppi di conversione realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o che sia parte dell'Accordo sullo Spazio Economico

Europeo - SEE (Islanda, Liechtenstein e Norvegia), nel rispetto dei seguenti requisiti:

1. per i moduli fotovoltaici è stato rilasciato l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation, come indicata nella Guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: a) moduli in silicio cristallino: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; b) moduli fotovoltaici in film sottile (thin film): processo di deposizione, assemblaggio/laminazione e test elettrici; c) moduli in film sottile su supporto flessibile: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; d) moduli non convenzionali e componenti speciali: oltre alle fasi di lavorazione previste per i punti a), b) e c), a seconda della tipologia di modulo, anche le fasi di processo che determinano la non convenzionalità e/o la specialità; in questo caso, all'interno del Factory Inspection Attestation va resa esplicita anche la tipologia di non convenzionalità e/o la specialità.
2. Per i gruppi di conversione è stato rilasciato, da un ente di certificazione accreditato EN 45011 per le prove su tali componenti, l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: progettazione, assemblaggio, misure/collaudo.

#### **Impianto - Serra fotovoltaica**

Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili;

#### **Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra**

Impianto per il quale i moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, per le quali si applicano le definizioni di cui all'articolo 20 del DM 6 agosto 2010.

#### **Inseguitore della massima potenza (MPPT)**

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

#### **Energia radiante**

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

#### **Irradiazione**

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

#### **Irraggiamento solare**

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico**

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico in c.a.**

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

#### **Pannello fotovoltaico**

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

#### **Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)**

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico**

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico**

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

#### **Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico**

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

#### **Potenziamento**

Intervento tecnologico, realizzato nel rispetto dei requisiti e in conformità alle disposizioni del presente decreto, eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno tre anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di una o più stringhe di moduli fotovoltaici e dei relativi inverter, la cui potenza

nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera l). L'energia incentivata a seguito di un potenziamento è la produzione aggiuntiva dell'impianto moltiplicata per un coefficiente di gradazione pari a 0,8.

#### **Produzione netta di un impianto**

Produzione lorda diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica.

#### **Produzione lorda di un impianto**

Per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica; per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica.

#### **Produzione netta aggiuntiva di un impianto**

Aumento espresso in kWh, ottenuto a seguito di un potenziamento, dell'energia elettrica netta prodotta annualmente e misurata attraverso l'installazione di un gruppo di misura dedicato.

#### **Punto di connessione**

Punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Radiazione solare**

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m<sup>2</sup>), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

#### **Rifacimento totale**

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi di almeno tutti i moduli e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

#### **Servizio di scambio sul posto**

Servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **Sezioni**

"....l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

- a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;
- b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;
- c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;
- d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;
- e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

#### **Soggetto responsabile**

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

#### **Sottosistema fotovoltaico**

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

#### **Stringa fotovoltaica**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

#### **Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)**

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

#### **Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n° 79 del 16-03-99)**

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto.

**Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione**

Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

**Definizione di Edificio:** "...un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, articolo 2).

**Definizione di Ente locale:** ai sensi del Testo Unico delle Leggi sull'ordinamento degli Enti Locali, si intendono per enti locali i Comuni, le Province, le Città metropolitane, le Comunità montane, le Comunità isolate e le Unioni di comuni. Le norme sugli Enti Locali si applicano, altresì, salvo diverse disposizioni, ai consorzi cui partecipano Enti Locali, con esclusione di quelli che gestiscono attività aventi rilevanza economica ed imprenditoriale e, ove previsto dallo statuto, dei consorzi per la gestione dei servizi sociali. La legge 99/09 ha esteso anche alle Regioni, a partire dal 15/08/09, tale disposizione.



## SCHEDE TECNICHE MODULI

### Modulo **M.21005**

#### DATI GENERALI

Marca	LONGi Solar Technology Co., Ltd.
Serie	LR5-66HPH 480-505M
Modello	500
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	500.0 W
Im	13.03 A
Isc	13.90 A
Efficienza	21.30 %
Vm	38.38 V
Voc	45.55 V

#### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2700 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.048 %/°C
NOCT	45±2 °C
Vmax	1 500.00 V

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 073 mm
Larghezza	1 133 mm
Superficie	2.349 m <sup>2</sup>
Spessore	35 mm
Peso	25.10 kg
Numero celle	132

#### NOTE

Note
------

## SCHEDA TECNICHE INVERTER

Inverter **I.1833**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-17/20KTL
Modello	SUN2000-20KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	200.00	950.00	1 000.00	18.00
2	200.00	950.00	1 000.00	18.00
3	200.00	950.00	1 000.00	18.00

Max pot. FV [W] 22 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	22 000 W
Tensione nominale	-
Rendimento max	98.60 %
Distorsione corrente	3 %
Frequenza	50,60 Hz
Rendimento europeo	98.30 %

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	520 x 266 x 610
Peso	50.00 kg

### NOTE

Note
------

## SCHEDA TECNICHE INVERTER

Inverter **I.2551**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-8/10/12/15/17/20KTL
Modello	SUN2000-10KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	160.00	950.00	1 080.00	22.00
2	160.00	950.00	1 080.00	22.00

**Max pot. FV [W]** 11 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	<b>11 000 W</b>
Tensione nominale	-
Rendimento max	<b>98.50 %</b>
Distorsione corrente	<b>3 %</b>
Frequenza	<b>50,60 Hz</b>
Rendimento europeo	<b>98.00 %</b>

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	<b>525 x 262 x 470</b>
Peso	<b>25.00 kg</b>

### NOTE

Note
------

# INDICE

<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
Ubicazione impianto	2
Committente	2
Tecnico	2
<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio sul combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	3
Normativa di riferimento	3
<b>SITO DI INSTALLAZIONE</b>	<b>4</b>
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	4
Disponibilità della fonte solare	4
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4
Fattori morfologici e ambientali	6
Ombreggiamento	6
Riflettanza	7
<b>PROCEDURE DI CALCOLO</b>	<b>8</b>
Criterio generale di progetto	8
Criterio di stima dell'energia prodotta	8
Criterio di verifica elettrica	8
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
Impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	10
Scheda tecnica dell'impianto	10
Energia prodotta	10
Specifiche degli altri componenti dell'impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	12
Posizionamento dei moduli	12
Cablaggio elettrico	12
Impianto di messa a terra	12
Generatore fotovoltaico Generatore 1	13
Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 1	14
Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 2	14
Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 3	15
Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 1	15
Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 2	16
Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 1	16
Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 2	17
Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 3	18
Verifiche elettriche Inverter 2- MPPT 1	18
Verifiche elettriche Inverter 2- MPPT 2	19
Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico	19
Scheda tecnica	19
Schema elettrico	21
Cavi	21
Quadri	22
Schema unifilare	43
<b>NORMATIVA</b>	<b>46</b>
Leggi e decreti	46

Norme Tecniche	47
Delibere AEEGSI	48
Agenzia delle Entrate	50
Agenzia del Territorio	50
GSE	50
TERNA	51
<b>DEFINIZIONI</b>	<b>52</b>
Definizioni - Rete Elettrica	52
Definizioni - Impianto Fotovoltaico	52
<b>SCHEDE TECNICHE MODULI</b>	<b>57</b>
Modulo <b>M.21005</b>	57
<b>SCHEDE TECNICHE INVERTER</b>	<b>58</b>
<b>SCHEDE TECNICHE INVERTER</b>	<b>59</b>
<b>INDICE</b>	<b>60</b>

# **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE**

**Potenza = 156.000 kW**

## **Relazione tecnica**

**Impianto:** Ingegneria Idraulica/Infrastrutture/Aeronautica Edifici 8.5-8.6-8.7

**Committente:** Università degli Studi di Palermo

**Località:** Parco d'Orleans Viale delle Scienze - Palermo (PA)

Palermo,

**Il Tecnico**

(Ing. Dario La Torre)

---

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto	<b>Ingegneria      Idraulica/Infrastrutture/Aeronautica</b>
Indirizzo	<b>Edifici 8.5-8.6-8.7</b>
CAP - Comune	<b>Parco d'Orleans Viale delle Scienze</b>
	<b>90128-Palermo (PA)</b>

### Committente

Ragione Sociale	<b>Università degli Studi di Palermo</b>
Codice Fiscale	<b>80023730825</b>
P. IVA	<b>80023730825</b>
Indirizzo	<b>Piazza Marina, 61</b>
CAP - Comune	<b>90133 Palermo (PA)</b>

### Tecnico

Nome Cognome Qualifica	<b>Ing. Dario La Torre</b>
Albo	<b>Ingegneri delle Provincia di Palermo</b>
N° Iscrizione	<b>A 5111</b>
Indirizzo	<b>Viale delle Scienze presso Edificio 18</b>
CAP - Comune	<b>90128 Palermo</b>
Telefono	
E-mail	<b>dario.latorre@unipa.it</b>

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Ingegneria Idraulica/Infrastrutture/Aeronautica Edifici 8.5-8.6-8.7", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 204 347.63 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	16.53
TEP risparmiate in 20 anni	303.88

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

#### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	41 910.83	32.98	37.76	1.24
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	770 275.33	606.14	693.90	22.75

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

### Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;



- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).

### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'installazione dell'impianto è prevista negli spazi disponibili della copertura dell'edificio identificato come 7B. Sono previste delle zone di attraversamento e si prevede di evitare l'interferenza con le strutture fisse presenti in copertura (impianti di condizionamento di grandi dimensioni, impianti fissi a servizio della struttura, ecc.). Laddove sono presenti piccoli impedimenti, come ad esempio unità esterne di condizionamento di piccole dimensioni, si prevede lo spostamento di tali impedimenti in zone prossime al perimetro della copertura o in zone prossime alle strutture esistenti quali torrioni scala.

Gli impianti previsti non dovranno in alcun modo interferire con gli impianti già a servizio della struttura e con le installazioni necessarie al normale svolgimento delle attività interne all'edificio.

### Disponibilità della fonte solare

#### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Palermo (PA) avente latitudine 38°.1167 N, longitudine 13°.3619 E e altitudine di 14 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.122	0.328	0.541	0.700	0.758	0.700	0.541	0.328	0.122			
Feb			0.032	0.197	0.416	0.632	0.790	0.848	0.790	0.632	0.416	0.197	0.032		
Mar			0.160	0.430	0.745	1.038	1.246	1.320	1.246	1.038	0.745	0.430	0.160		
Apr		0.075	0.297	0.590	0.909	1.195	1.394	1.465	1.394	1.195	0.909	0.590	0.297	0.075	
Mag	0.005	0.211	0.505	0.856	1.217	1.532	1.747	1.823	1.747	1.532	1.217	0.856	0.505	0.211	0.005
Giu	0.054	0.288	0.603	0.967	1.336	1.653	1.868	1.943	1.868	1.653	1.336	0.967	0.603	0.288	0.054
Lug	0.035	0.287	0.626	1.020	1.420	1.764	1.997	2.080	1.997	1.764	1.420	1.020	0.626	0.287	0.035
Ago		0.154	0.453	0.822	1.208	1.548	1.781	1.864	1.781	1.548	1.208	0.822	0.453	0.154	
Set		0.017	0.227	0.524	0.857	1.162	1.376	1.452	1.376	1.162	0.857	0.524	0.227	0.017	
Ott			0.092	0.358	0.681	0.989	1.208	1.287	1.208	0.989	0.681	0.358	0.092		
Nov				0.215	0.508	0.798	1.009	1.086	1.009	0.798	0.508	0.215			
Dic				0.102	0.305	0.518	0.677	0.735	0.677	0.518	0.305	0.102			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.149	0.303	0.421	0.496	0.521	0.496	0.421	0.303	0.149			
Feb			0.060	0.246	0.405	0.528	0.605	0.631	0.605	0.528	0.405	0.246	0.060		
Mar			0.189	0.390	0.563	0.696	0.779	0.808	0.779	0.696	0.563	0.390	0.189		

Apr		0.105	0.315	0.510	0.677	0.806	0.887	0.914	0.887	0.806	0.677	0.510	0.315	0.105	
Mag	0.006	0.201	0.395	0.577	0.732	0.852	0.927	0.953	0.927	0.852	0.732	0.577	0.395	0.201	0.006
Giu	0.054	0.238	0.423	0.595	0.742	0.856	0.927	0.951	0.927	0.856	0.742	0.595	0.423	0.238	0.054
Lug	0.032	0.215	0.398	0.568	0.714	0.827	0.897	0.921	0.897	0.827	0.714	0.568	0.398	0.215	0.032
Ago		0.142	0.338	0.521	0.678	0.799	0.874	0.900	0.874	0.799	0.678	0.521	0.338	0.142	
Set		0.025	0.236	0.433	0.602	0.732	0.813	0.841	0.813	0.732	0.602	0.433	0.236	0.025	
Ott			0.102	0.297	0.464	0.592	0.673	0.701	0.673	0.592	0.464	0.297	0.102		
Nov				0.166	0.316	0.430	0.502	0.527	0.502	0.430	0.316	0.166			
Dic				0.121	0.271	0.387	0.460	0.484	0.460	0.387	0.271	0.121			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.271	0.631	0.962	1.196	1.279	1.196	0.962	0.631	0.271			
Feb			0.092	0.443	0.821	1.160	1.395	1.479	1.395	1.160	0.821	0.443	0.092		
Mar			0.349	0.820	1.308	1.734	2.025	2.128	2.025	1.734	1.308	0.820	0.349		
Apr		0.180	0.612	1.100	1.586	2.001	2.281	2.379	2.281	2.001	1.586	1.100	0.612	0.180	
Mag	0.011	0.412	0.900	1.433	1.949	2.384	2.674	2.776	2.674	2.384	1.949	1.433	0.900	0.412	0.011
Giu	0.108	0.526	1.026	1.562	2.078	2.509	2.795	2.894	2.795	2.509	2.078	1.562	1.026	0.526	0.108
Lug	0.067	0.502	1.024	1.588	2.134	2.591	2.894	3.001	2.894	2.591	2.134	1.588	1.024	0.502	0.067
Ago		0.296	0.791	1.343	1.886	2.347	2.655	2.764	2.655	2.347	1.886	1.343	0.791	0.296	
Set		0.042	0.463	0.957	1.459	1.894	2.189	2.293	2.189	1.894	1.459	0.957	0.463	0.042	
Ott			0.194	0.655	1.145	1.581	1.881	1.988	1.881	1.581	1.145	0.655	0.194		
Nov				0.381	0.824	1.228	1.511	1.613	1.511	1.228	0.824	0.381			
Dic				0.223	0.576	0.905	1.137	1.219	1.137	0.905	0.576	0.223			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.40	9.30	14.60	17.90	22.30	24.10	24.60	21.40	16.30	12.90	9.50	6.90

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

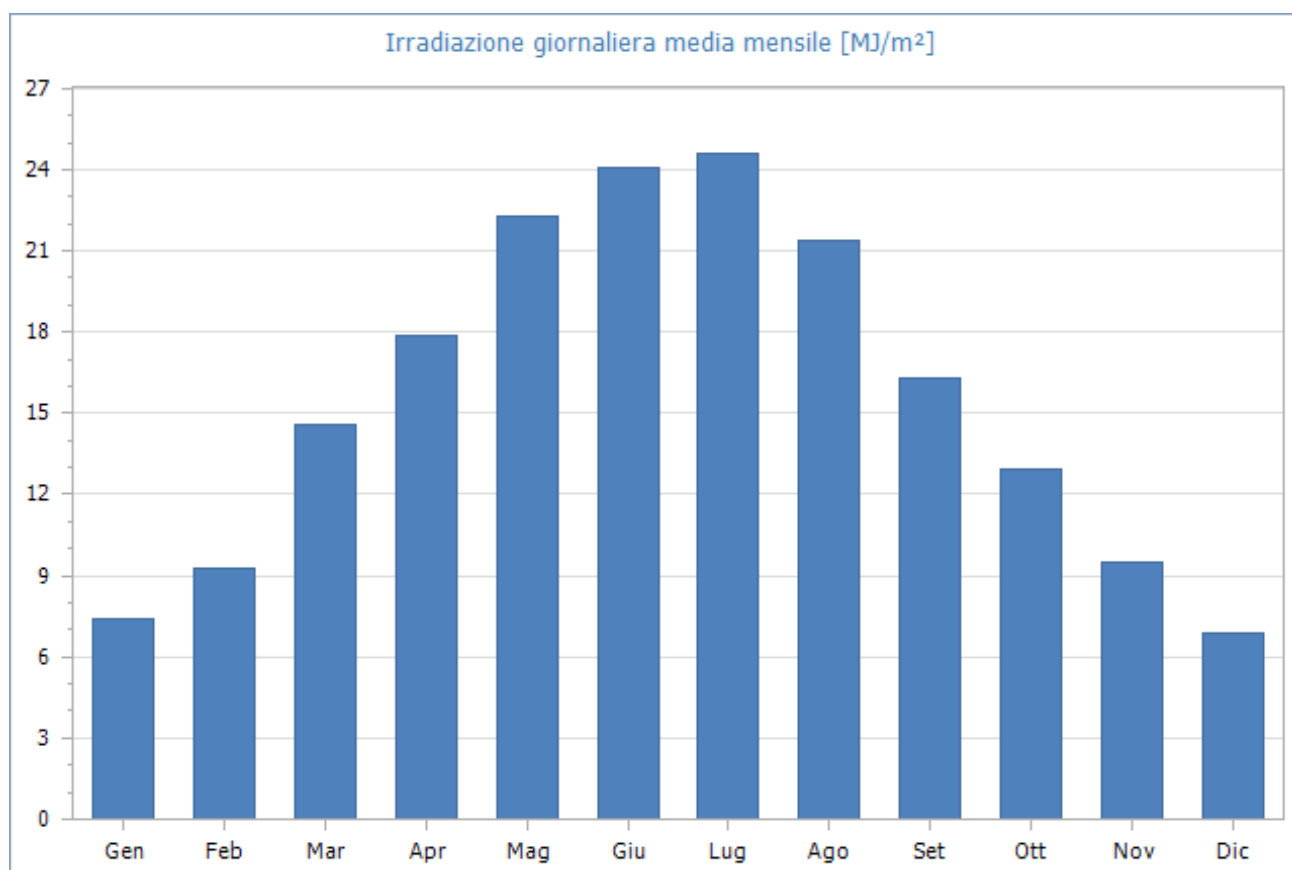


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **5 707.50 MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo).

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Palermo:

## DIAGRAMMA SOLARE

Palermo (PA) - Lat. 38°.1167 N - Long. 13°.3619 E - Alt. 14 m

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

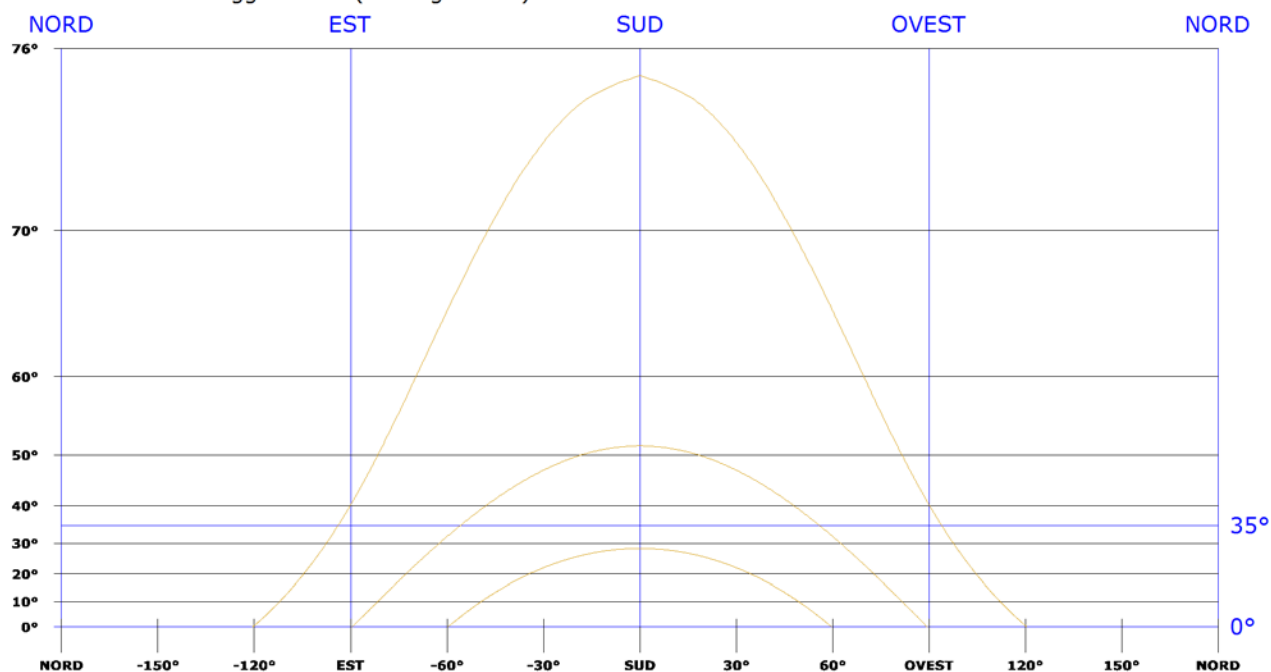


Fig. 2: Diagramma solare

## Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.

## PROCEDURE DI CALCOLO

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

---

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

**TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

**TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

**TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

**CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

**DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

### Impianto *Biblioteca di Ingegneria*

L'impianto, denominato "Ingegneria Idraulica/Infrastrutture/Aeronautica Edifici 8.5-8.6-8.7", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **156.000 kW** e una produzione di energia annua pari a **204 347,63 kWh** (equivalente a **1 309.92 kWh/kW**), derivante da 312 moduli che occupano una superficie di 732.89 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

#### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Università degli Studi di Palermo
Indirizzo	Parco d'Orleans Viale delle Scienze
CAP Comune (Provincia)	90128 Palermo (PA)
Latitudine	38°.1167 N
Longitudine	13°.3619 E
Altitudine	14 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	5 707.50 MJ/m <sup>2</sup>
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	732.89 m <sup>2</sup>
Numero totale moduli	312
Numero totale inverter	9
Energia totale annua	182 734,76 kWh
Potenza totale	156.000 kW
Potenza fase L1	52.000 kW
Potenza fase L2	52.000 kW
Potenza fase L3	52.000 kW
Energia per kW	1 309.92 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	74.97 %

#### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **204 347,63 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

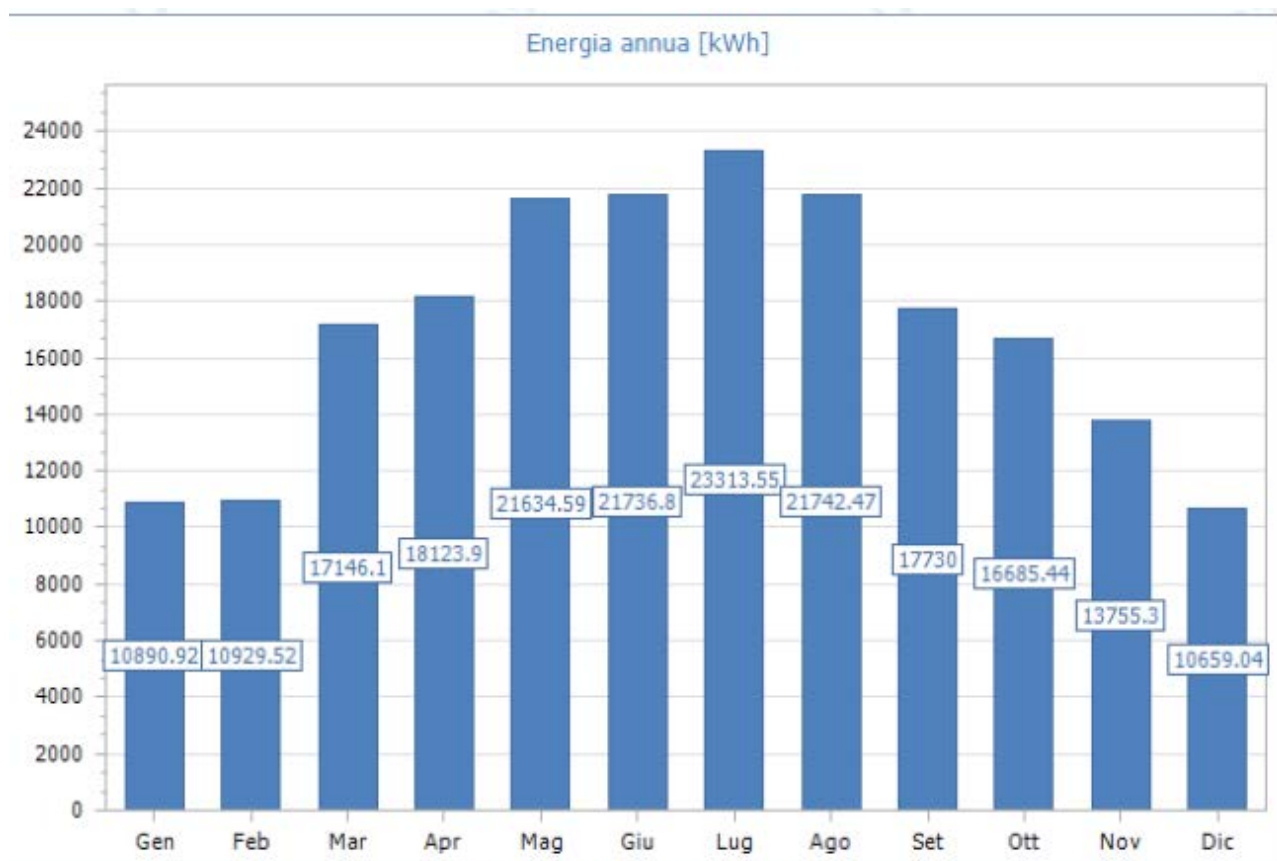


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto



### Posizionamento dei moduli

---

La posizione dei moduli è prevista con inclinazione pari a 30° con direzione a sud. Il loro posizionamento è previsto mediante strutture poggiate provviste di zavorra.

### Cablaggio elettrico

---

Il cablaggio elettrico dei componenti relativi al fotovoltaico avverrà con connettori idonei alla tipologia di applicazione e dotati di opportuna certificazione. La distribuzione all'esterno è prevista in canale metallico o in tubazione rigida tipo RK15. I cavi previsti sono cavo solari tipo H1Z2Z2-K per le connessioni all'interno del campo fotovoltaico e tra il campo fotovoltaico e i relativi quadri. I restanti cavi sono previsti del tipo FG16R16.

### Impianto di messa a terra

---

L'impianto di terra di cui si disporrà è quello della struttura in cui verrà installato l'impianto.

## Generatore fotovoltaico Generatore 1

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore 1</b>
Tipo connessione	<b>trifase</b>
Potenza totale	<b>156.000 kW</b>
Energia totale annua	<b>204 347,63 kWh</b>

Inverter 1	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-17/20KTL - SUN2000-20KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>104.76 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Numero inverter	<b>6</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Inverter 2	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-8/10/12/15/17/20KTL - SUN2000-10KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>110.00 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>11 000 W</b>
Numero inverter	<b>3</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Configurazione inverter 1				
	N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
Configurazione 1	6	1	14	1 x 14
		2	14	1 x 14
		3	14	1 x 14

Configurazione inverter 2				
	N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
Configurazione 2	3	1	10	1 x 10
		2	10	1 x 10

## Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>Mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>Mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 597.58 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 537.32 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 459.84 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 697.96 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 637.70 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (459.84 V) maggiore di V <sub>Mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (597.58 V) minore di V <sub>Mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>Mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>Mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 597.58 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 537.32 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 459.84 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 697.96 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 637.70 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (459.84 V) maggiore di V <sub>Mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (597.58 V) minore di V <sub>Mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 3

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 597.58 V	Vm a 25 °C = 537.32 V	Vm a 70 °C = 459.84 V	
Voc a -10 °C = 697.96 V	Voc a 25 °C = 637.70 V	Voc a 70 °C = 560.22 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (459.84 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (597.58 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (697.96 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 2- MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 426.84 V	Vm a 25 °C = 383.80 V	Vm a 70 °C = 328.46 V	
Voc a -10 °C = 498.54 V	Voc a 25 °C = 455.50 V	Voc a 70 °C = 400.16 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di

lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (328.46 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (160.00 V)	VERIFICATO
V <sub>m</sub> a -10 °C (426.84 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

#### Verifiche elettriche Conf. 2- MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	Voc = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 426.84 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 383.80 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 328.46 V	
Voc a -10 °C = 498.54 V	Voc a 25 °C = 455.50 V	Voc a 70 °C = 400.16 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (328.46 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (160.00 V)	VERIFICATO
V <sub>m</sub> a -10 °C (426.84 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (498.54 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

#### Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico, ha una potenza pari a **156.000 kW** e una produzione di energia annua pari a **204 347,63 kWh**, derivante da 312 moduli con una superficie totale dei moduli di 732.89 m<sup>2</sup>.

Il generatore ha una connessione trifase.

#### Scheda tecnica

---

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 745.90 kWh/m²</b>
Potenza totale	<b>156.000 kW</b>
Energia totale annua	<b>204 347,63 kWh</b>

Modulo	
Marca – Modello	<b>LONGi Solar Technology Co., Ltd. - LR5-66HPH 480-505M - 500</b>
Numero totale moduli	<b>312</b>
Superficie totale moduli	<b>732.89 m²</b>

## Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0,6/1 kV	35.0	50.00	144.34	154.00	0.03
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	20.00	144.34	154.00	0.03
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	10.00	28.87	60.00	0.03
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 4 - Quadro di campo 4 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 4 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 4 - Quadro di campo 4	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02

(IN 2)						
Quadro di campo 4 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 4 - Quadro di campo 4 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 4 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 5 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 5 - Quadro di campo 5 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 5 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 5 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 5 - Quadro di campo 5 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 5 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 5 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 5 - Quadro di campo 5 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 5 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 6 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 6 - Quadro di campo 6 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 6 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 6 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 6 - Quadro di campo 6 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 6 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 6 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 6 - Quadro di campo 6 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 6 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 7 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 7 - Quadro di campo 7 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 7 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 7 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 7 - Quadro di campo 7 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 7 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 8 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 8 - Quadro di campo 8 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 8 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 8 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 8 - Quadro di campo 8 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 8 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 9 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 9 - Quadro di campo 9 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 9 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 9 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 9 - Quadro di campo 9 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 9 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02



Quadro generale	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

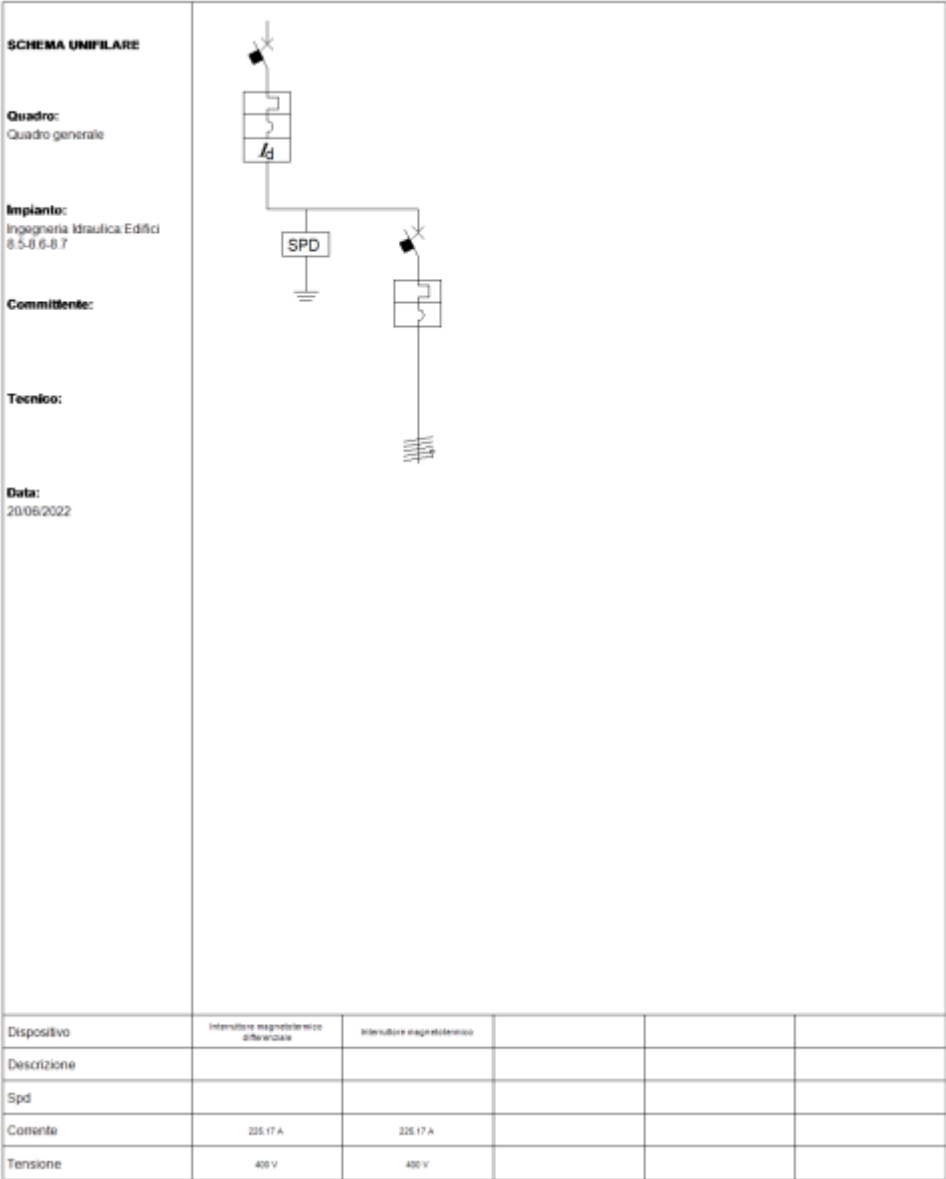


Fig. 4: Schema unifilare quadro "Quadro generale"

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Inverter 1	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 2	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 3	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 4	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 5	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 6	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 7	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 8	Interruttore magnetotermico differenziale
Inverter 9	Interruttore magnetotermico differenziale

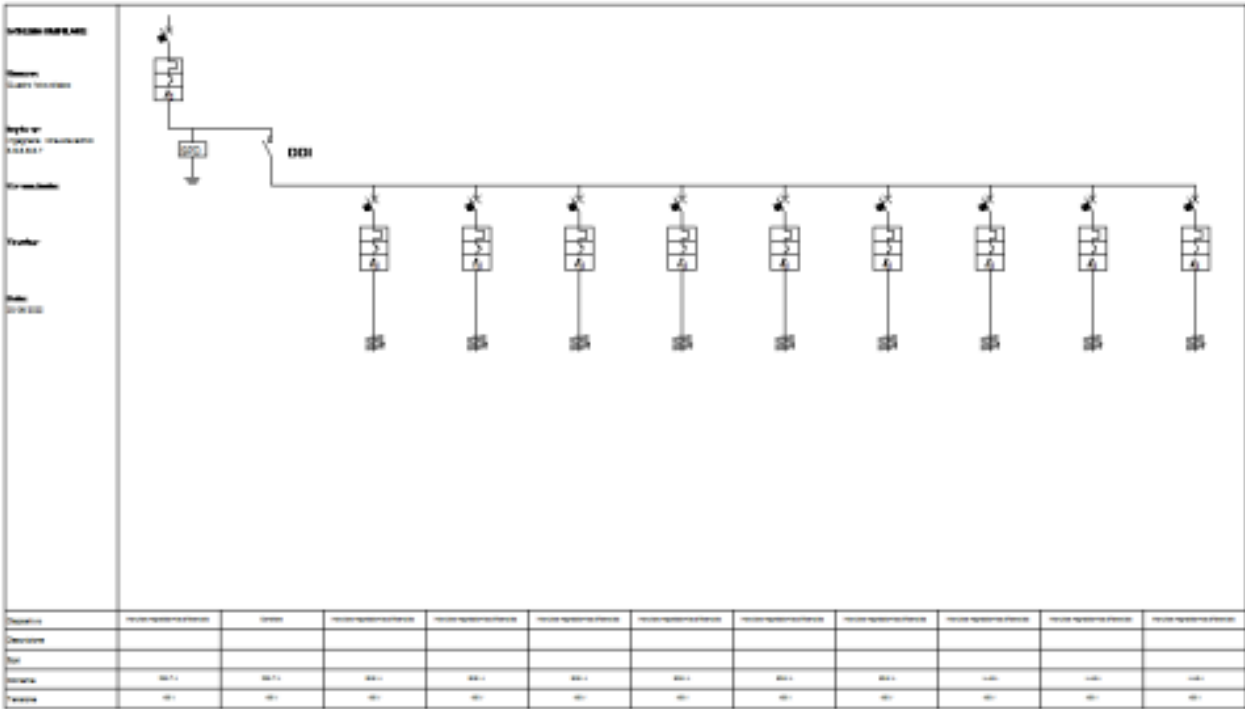


Fig. 5: Schema unifilare quadro "Quadro fotovoltaico"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

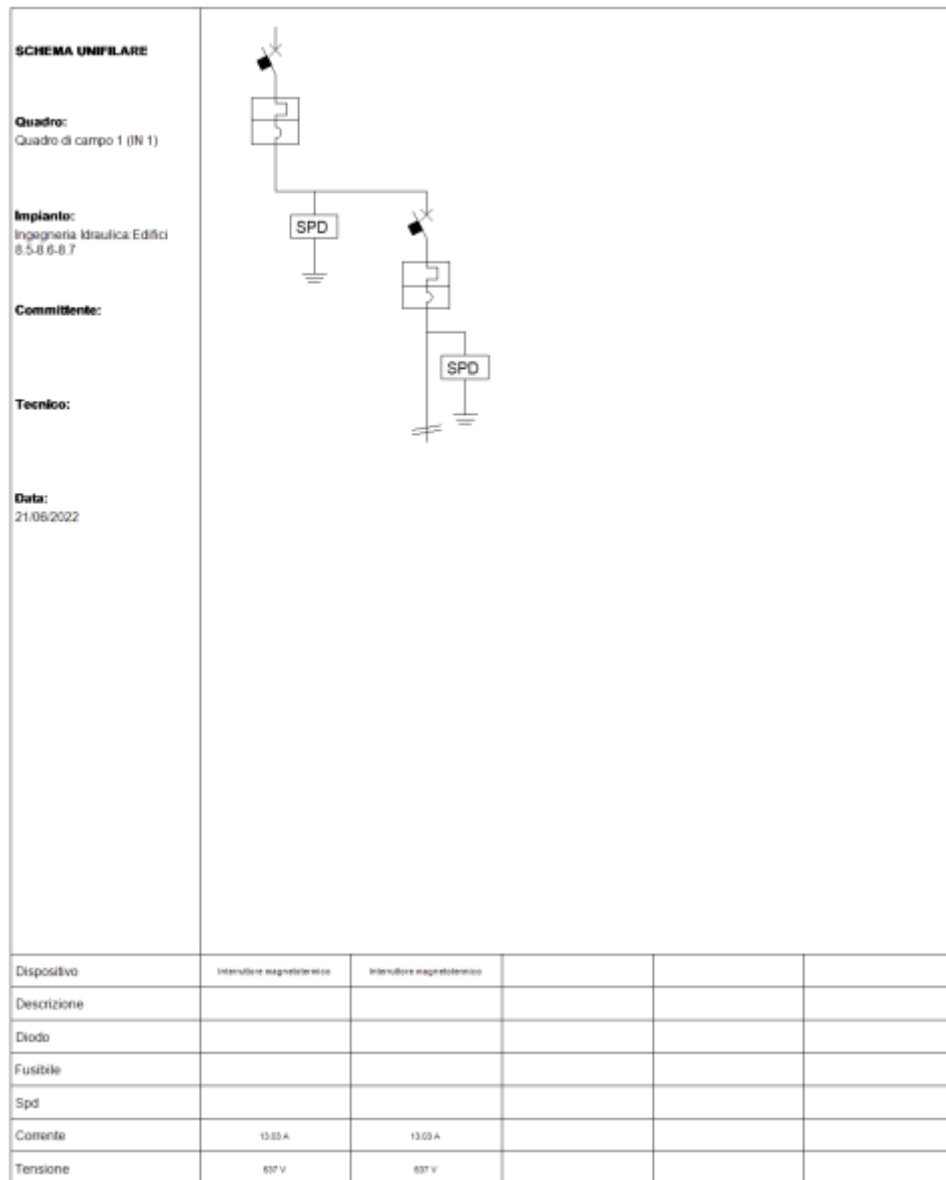


Fig. 6: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

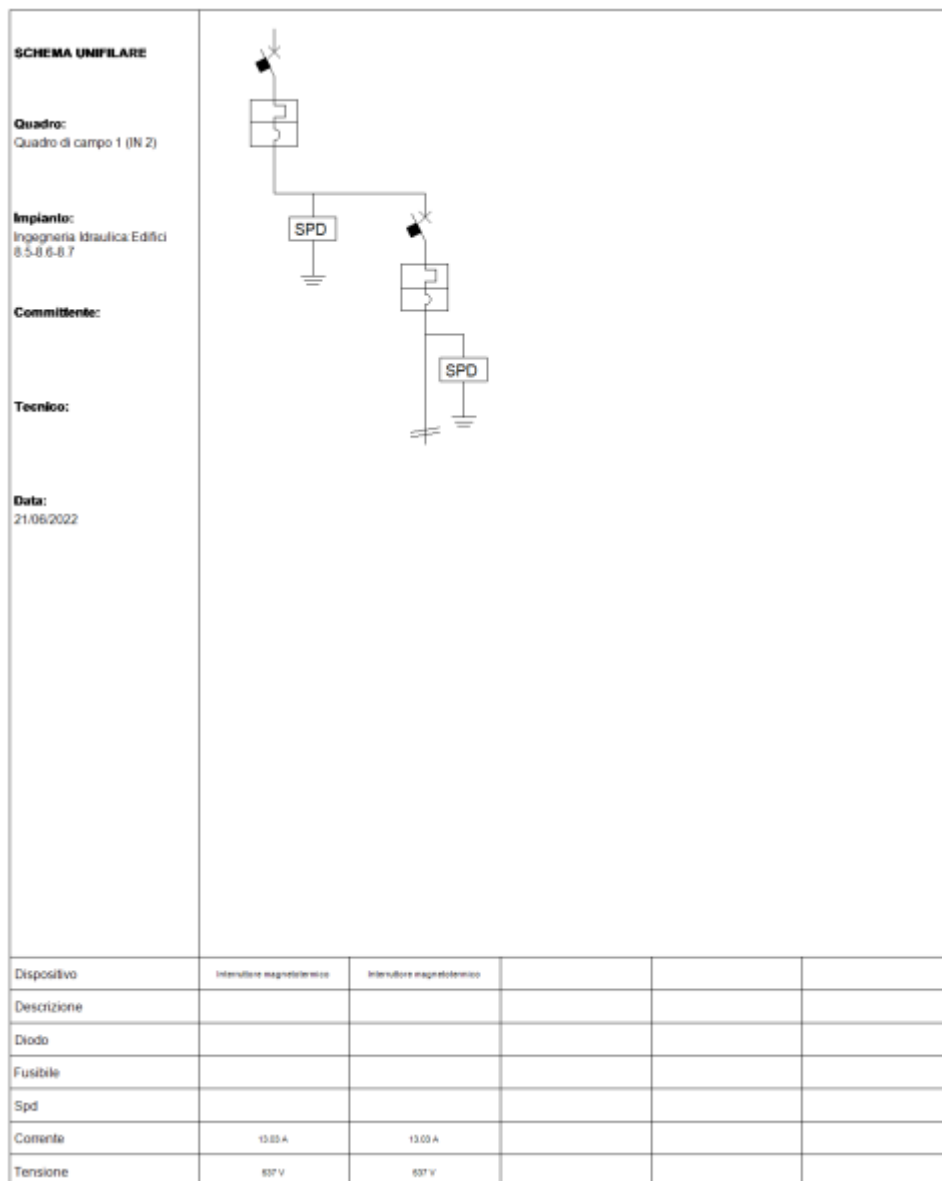


Fig. 7: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

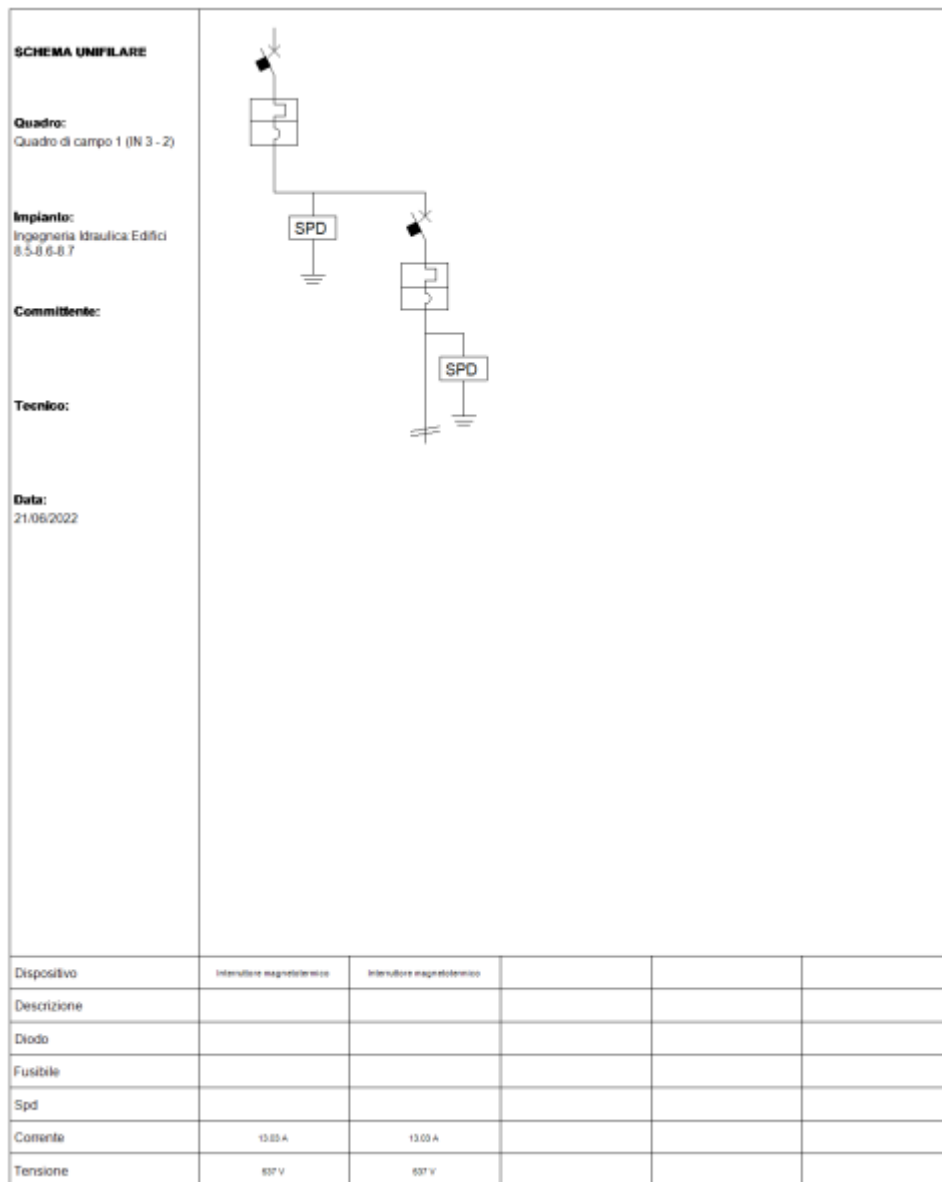


Fig. 8: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

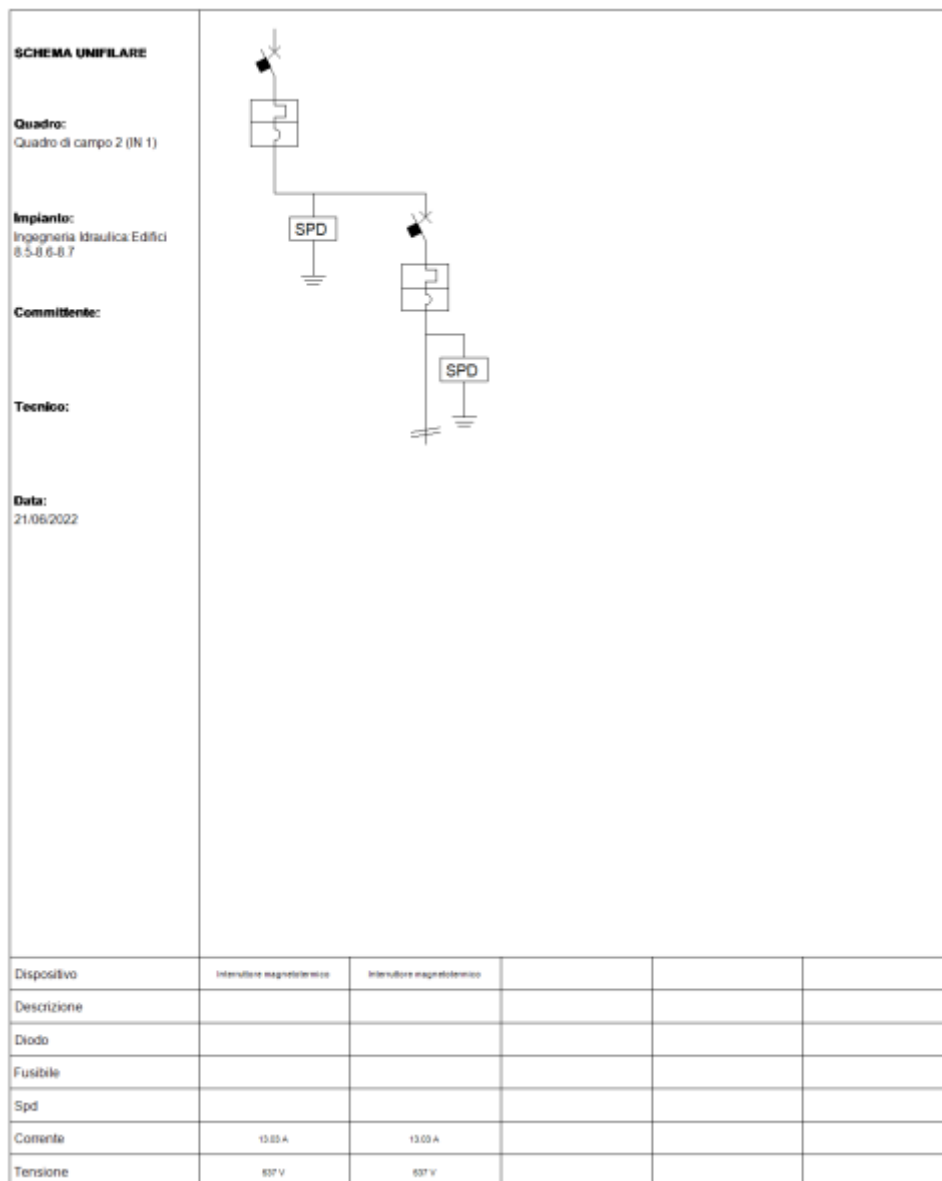


Fig. 9: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

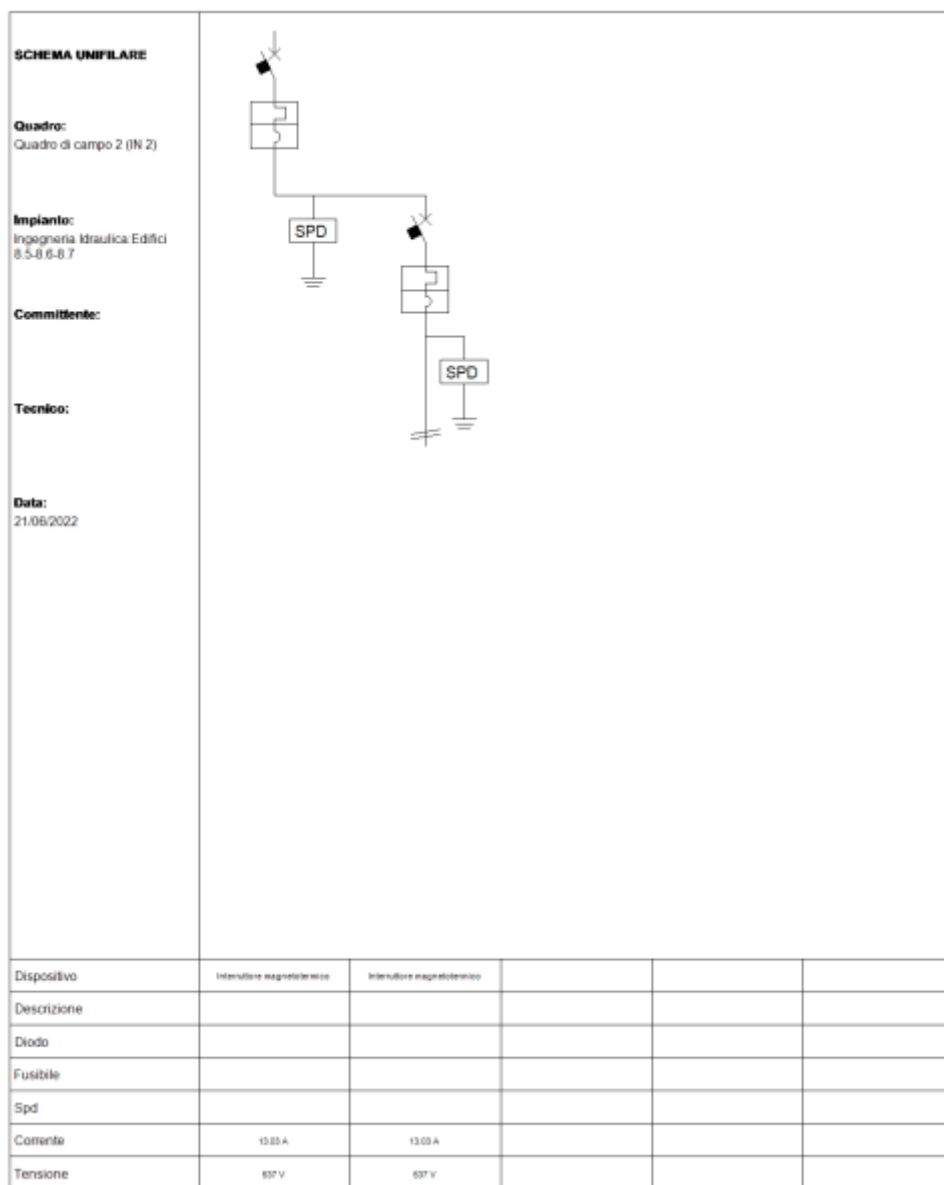


Fig. 10: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

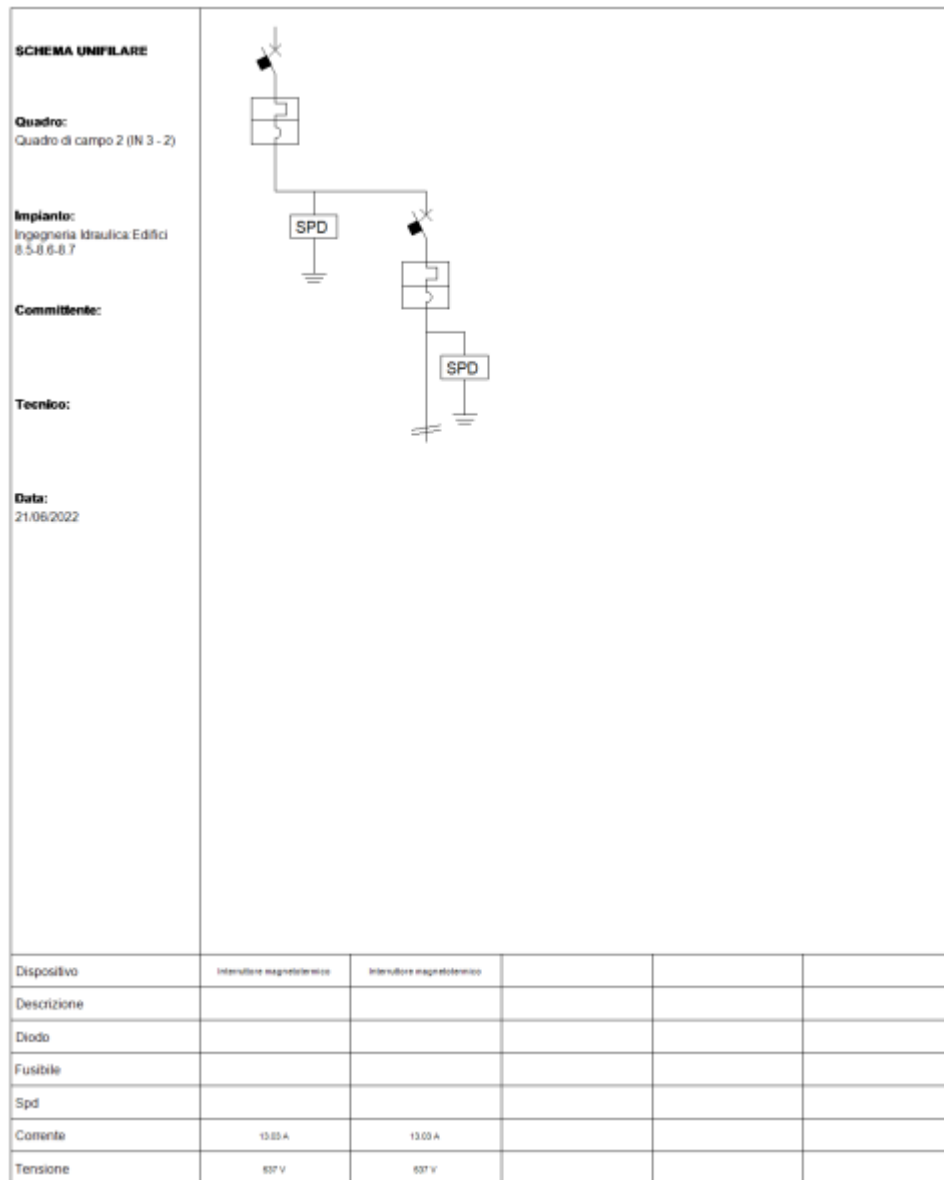


Fig. 11: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"



Quadro di campo 3
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 3.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

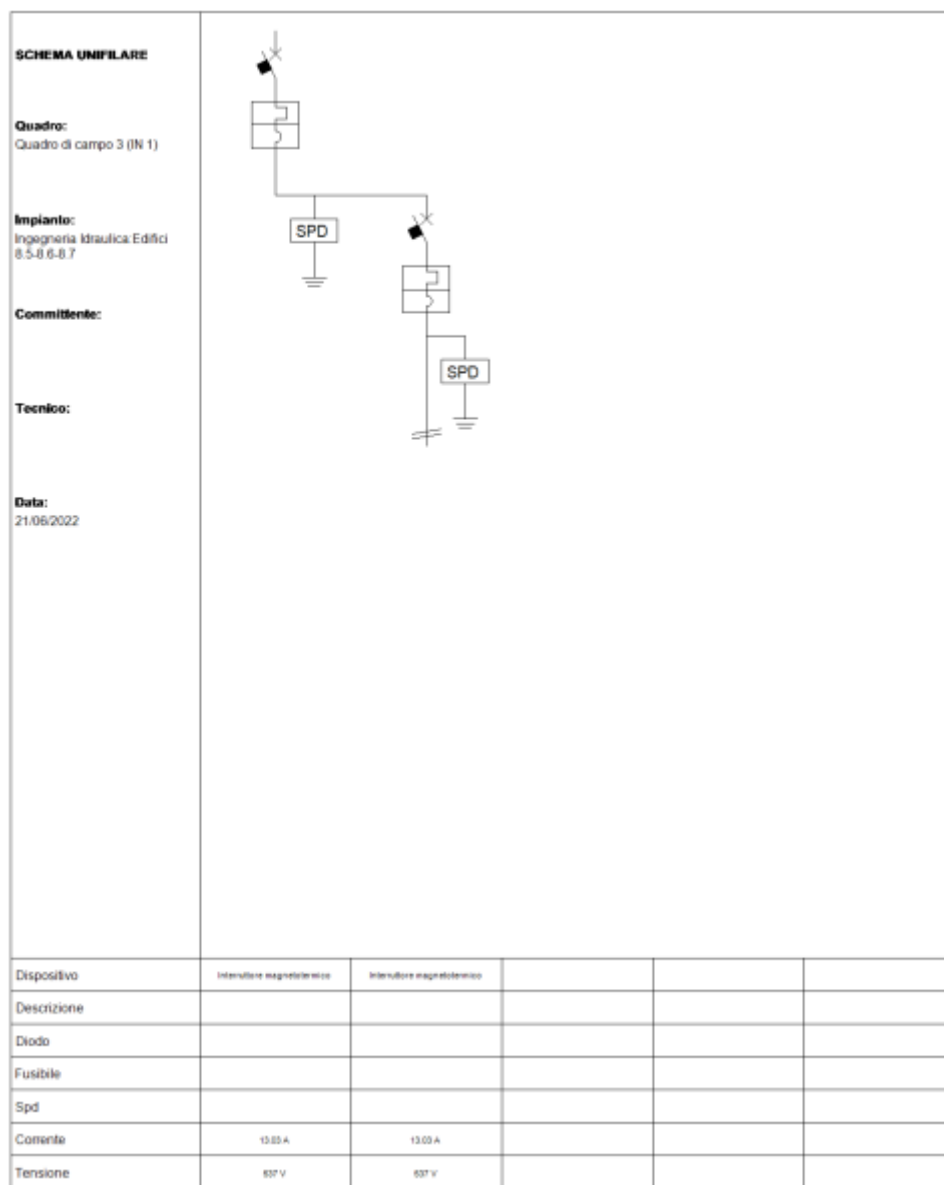


Fig. 12: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 3.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

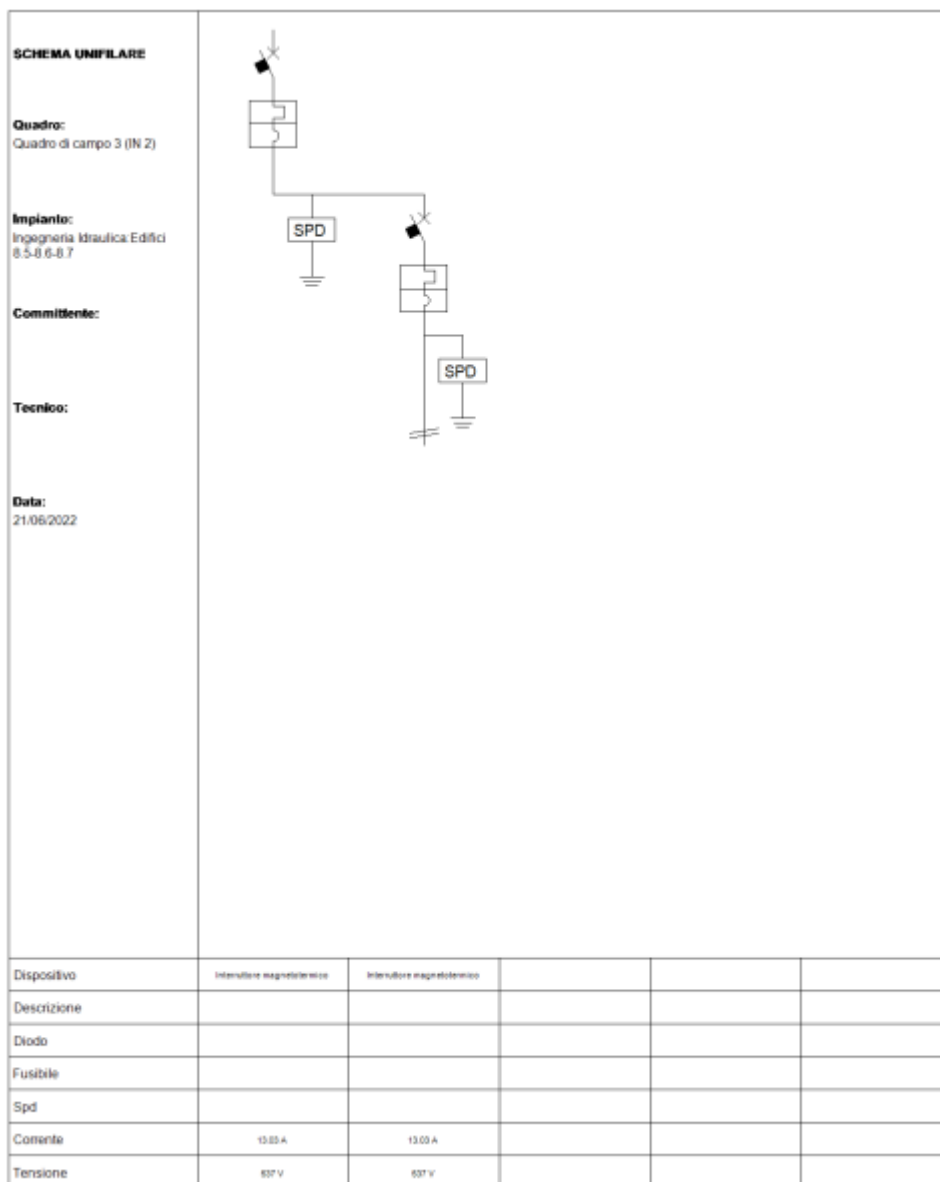


Fig. 13: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 3.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

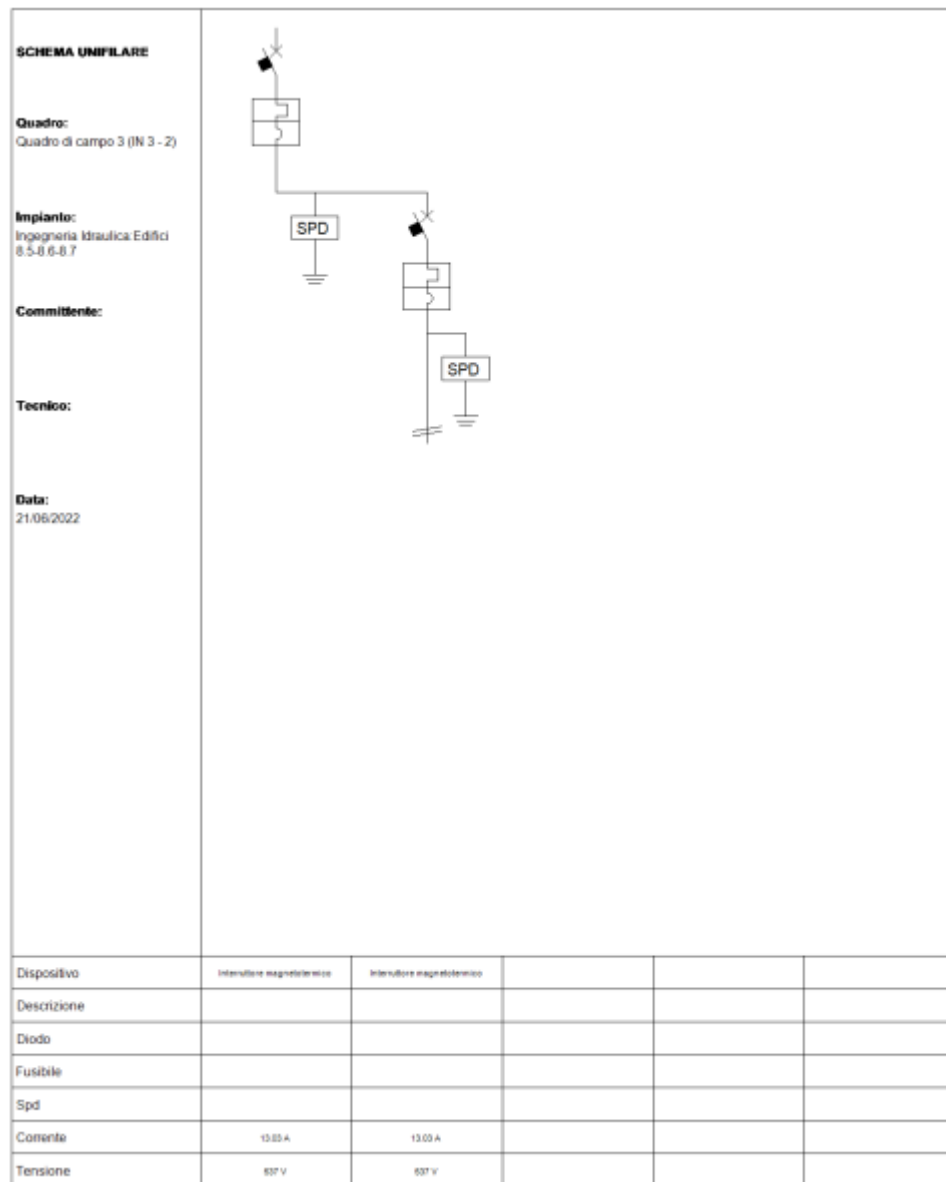


Fig. 14: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 4
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 4.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

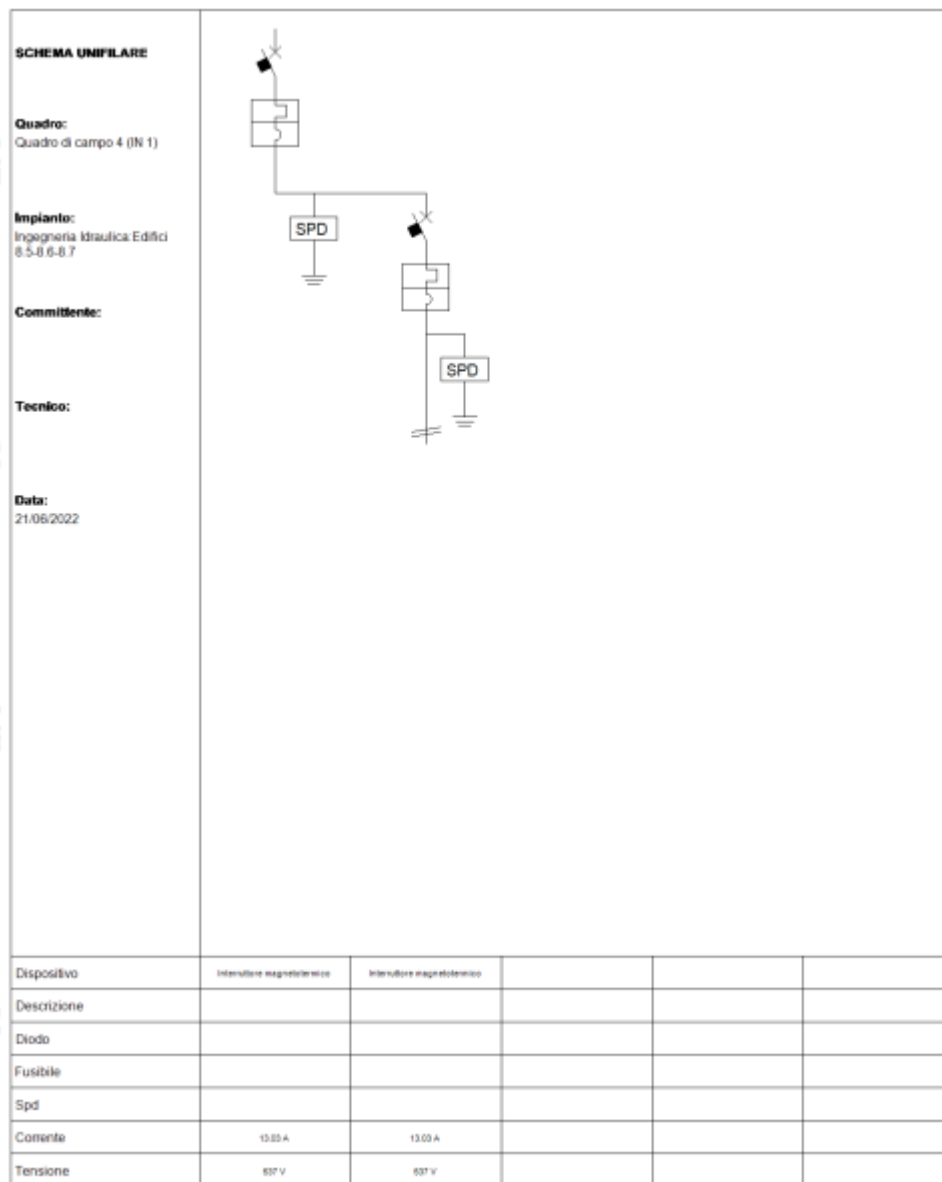


Fig. 15: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

Quadro di campo 4
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 4.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

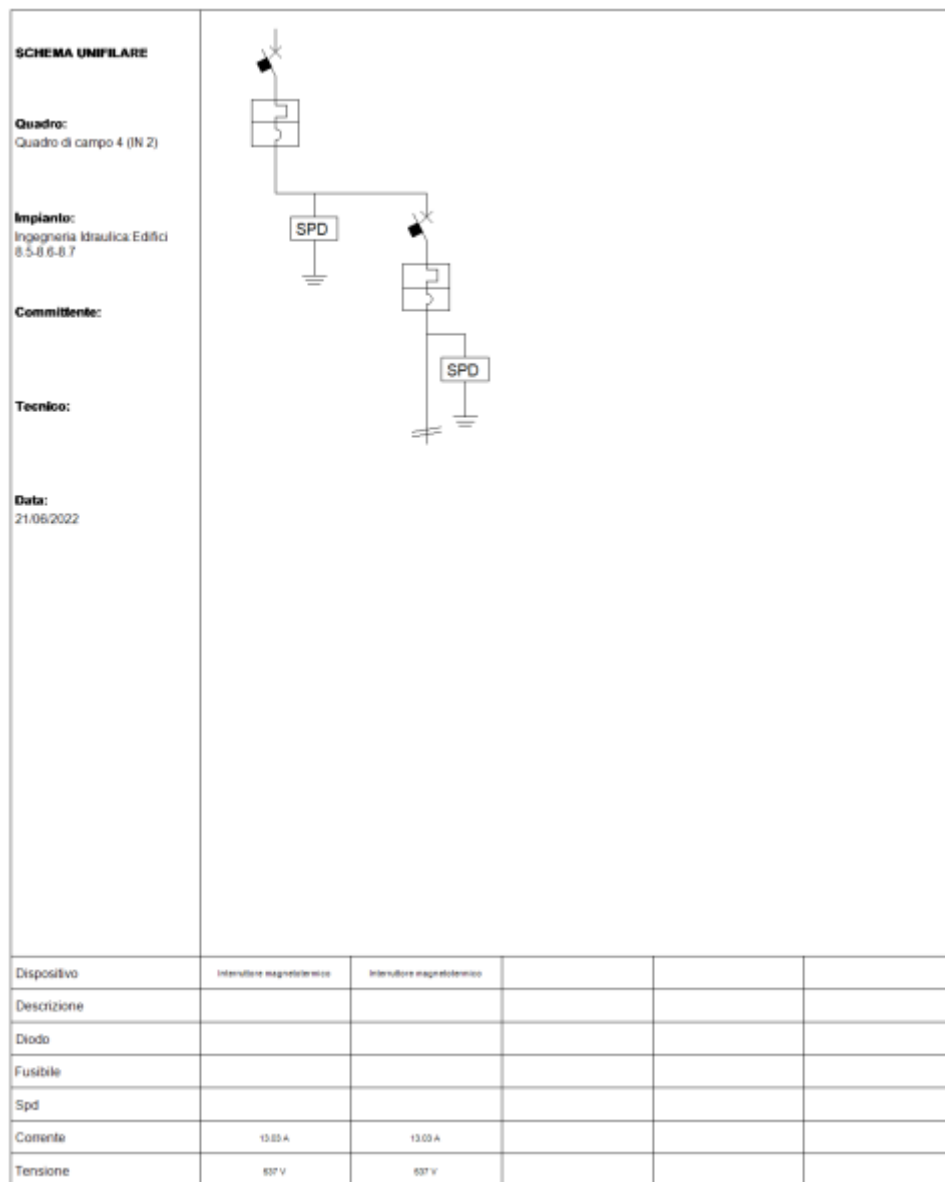


Fig. 16: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

Quadro di campo 4
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 4.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

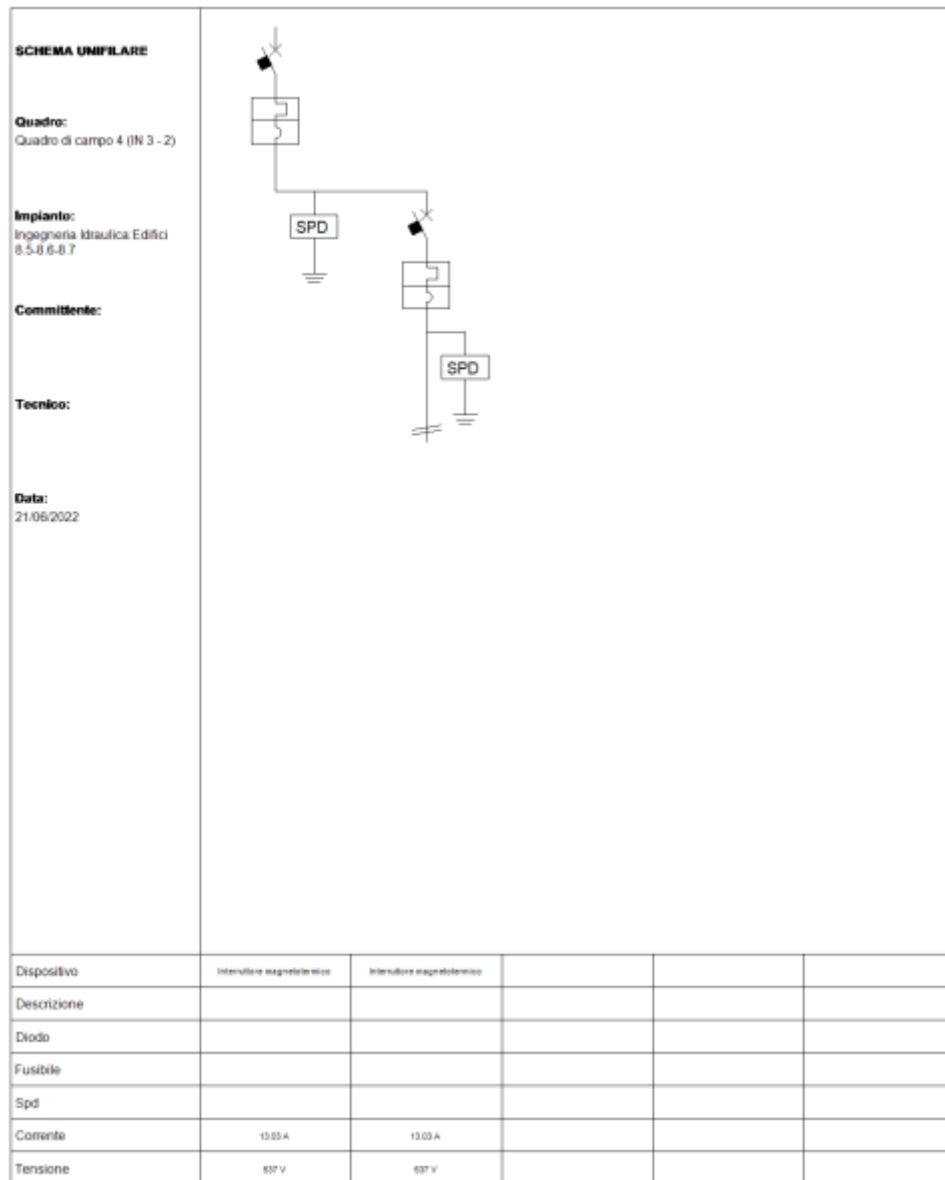


Fig. 17: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

Quadro di campo 5
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 5.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

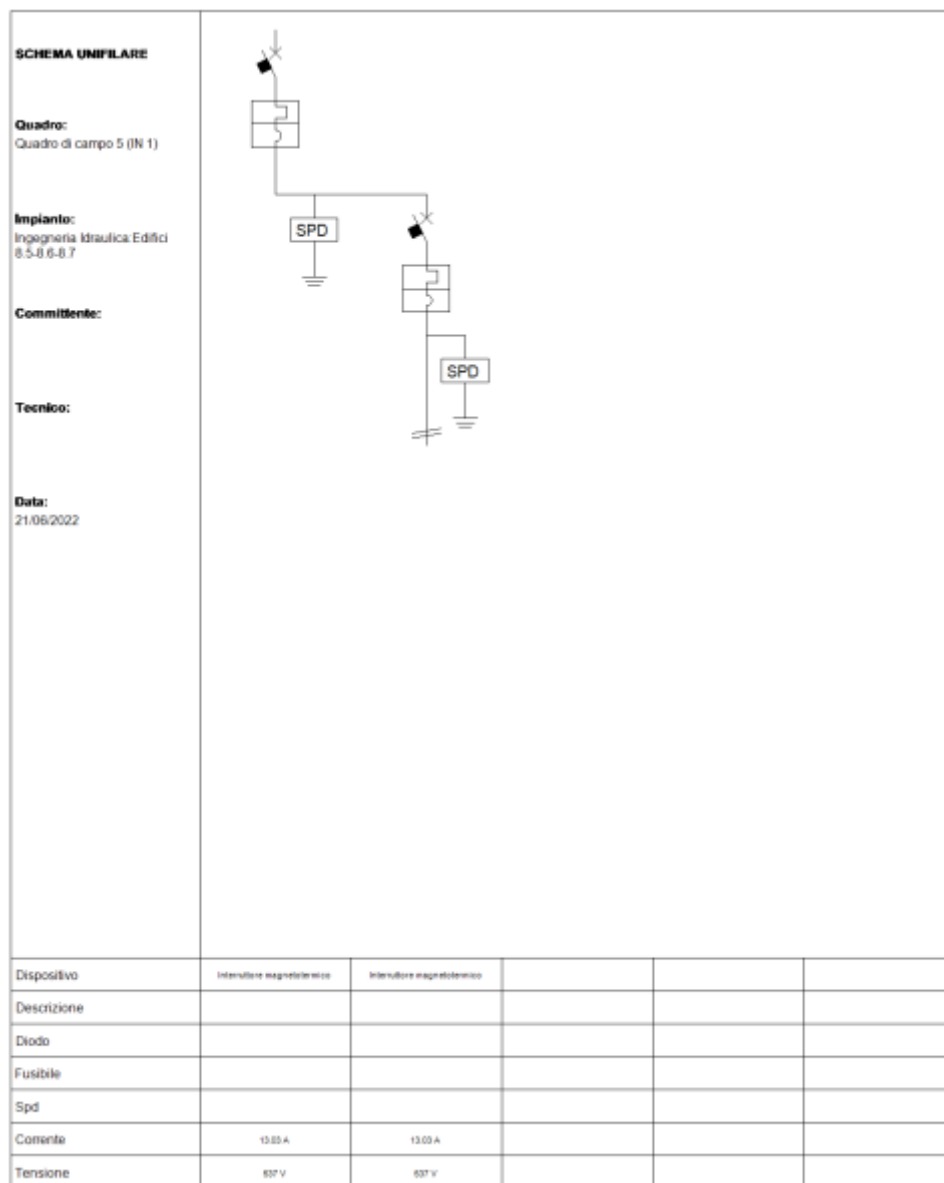


Fig. 18: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 5"

Quadro di campo 5
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 5.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

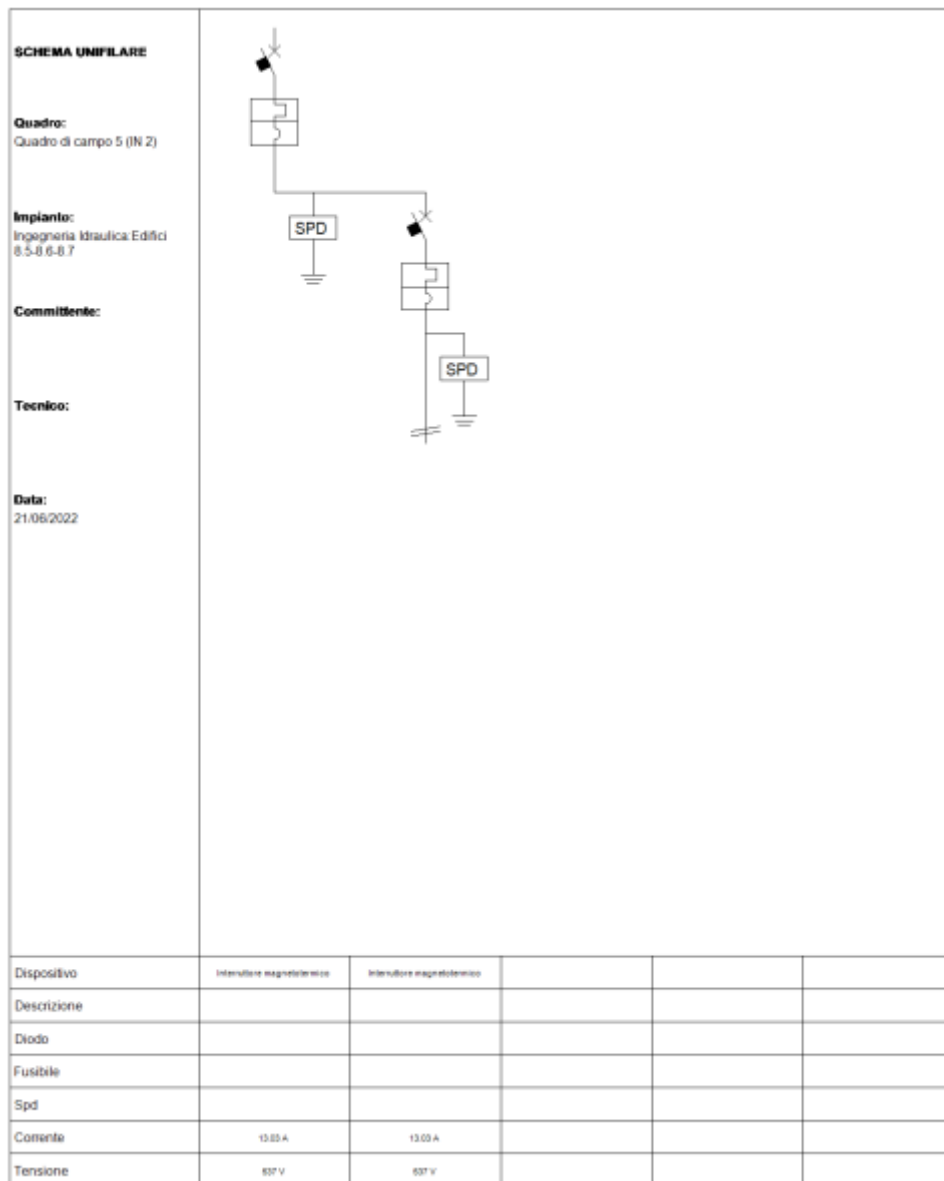


Fig. 19: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 5"



Quadro di campo 5
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 5.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

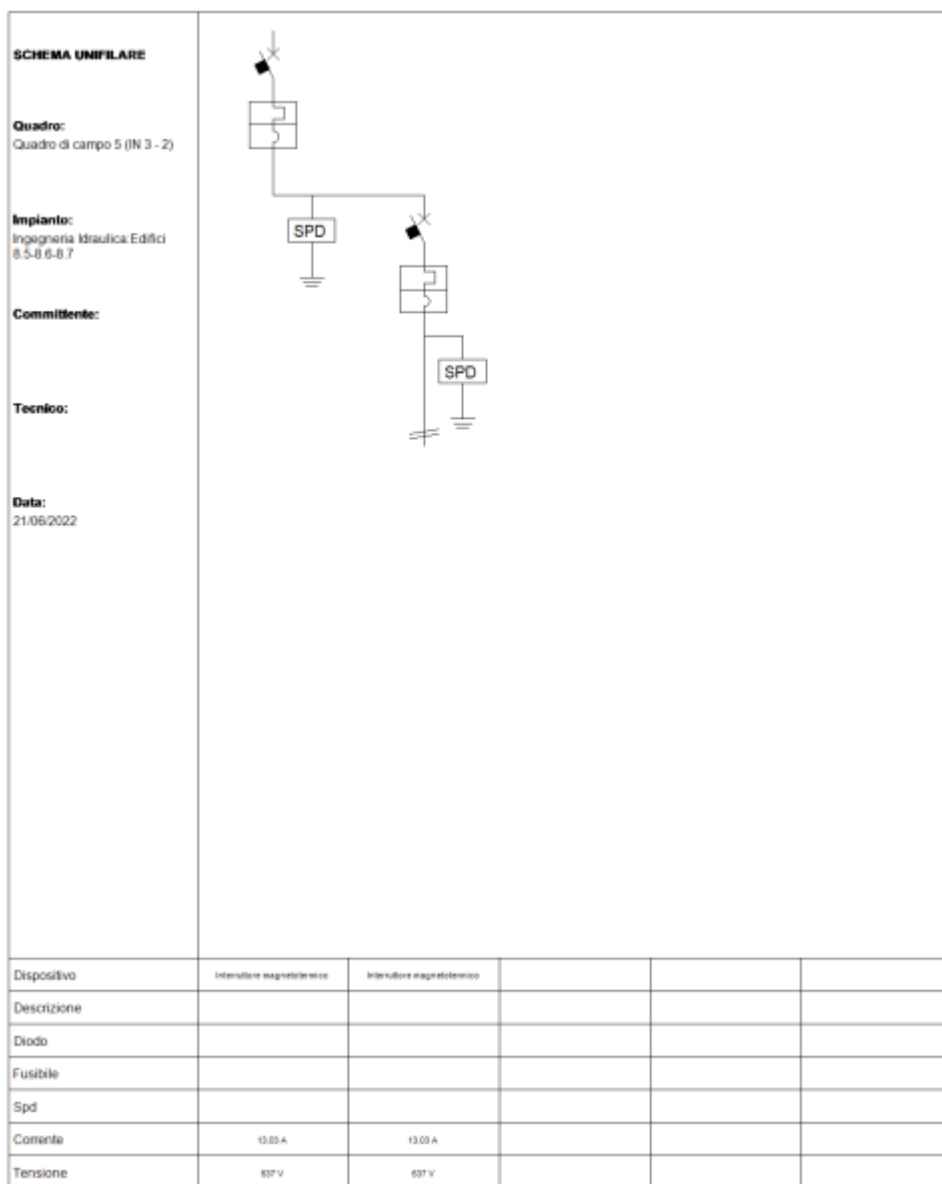


Fig. 20: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 5"

Quadro di campo 6
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 6.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

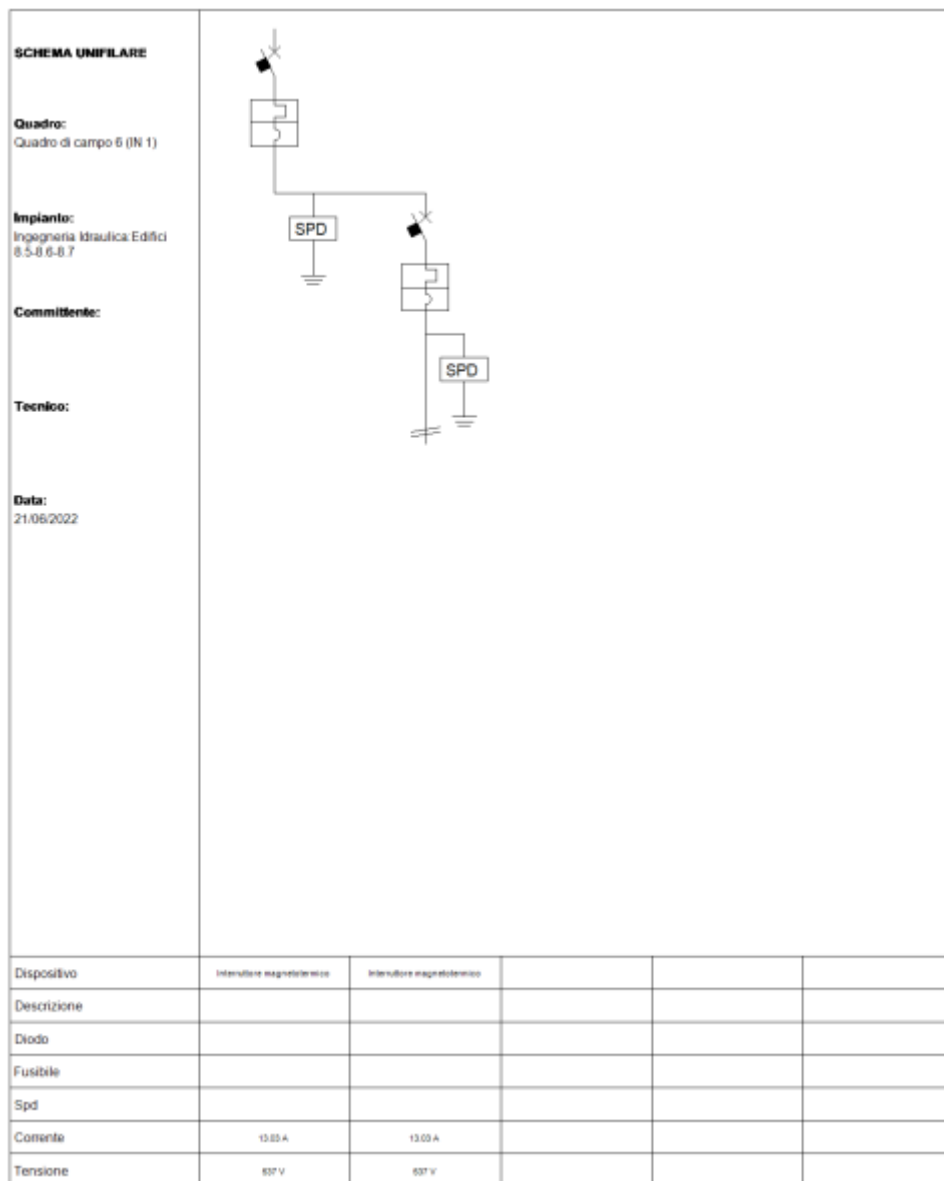


Fig. 21: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 6"

Quadro di campo 6
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 6.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

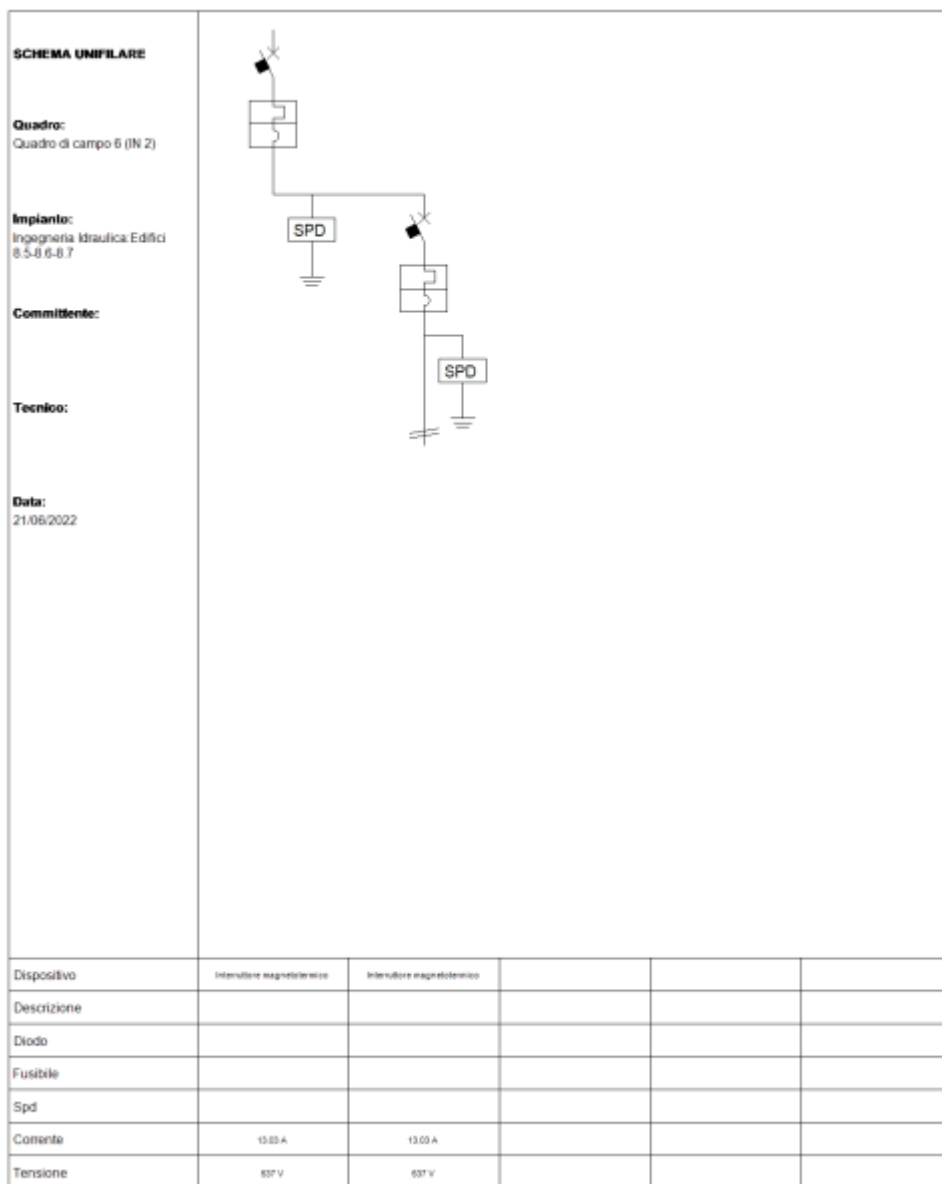


Fig. 22: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 6"

Quadro di campo 6
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 6.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

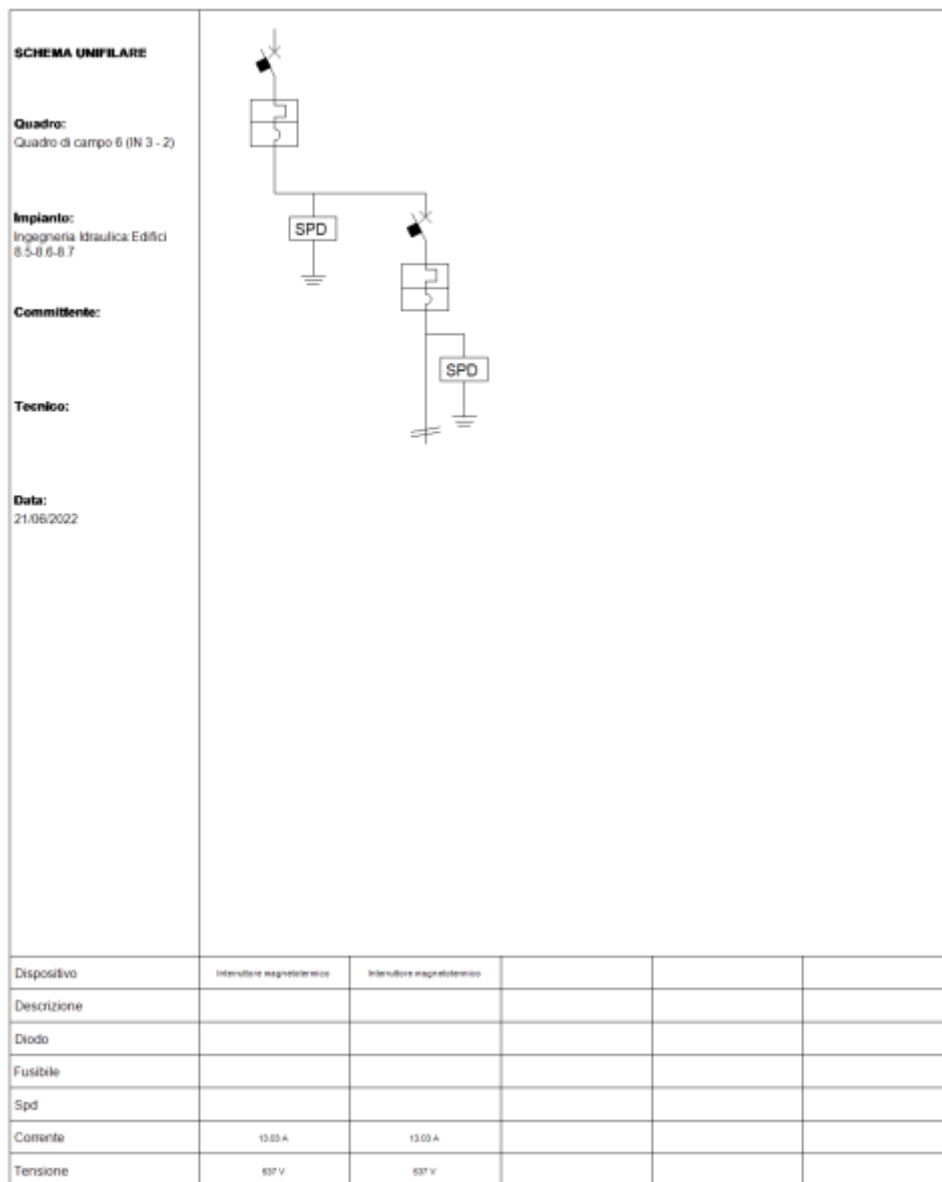


Fig. 23: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 6"

Quadro di campo 7
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 7.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

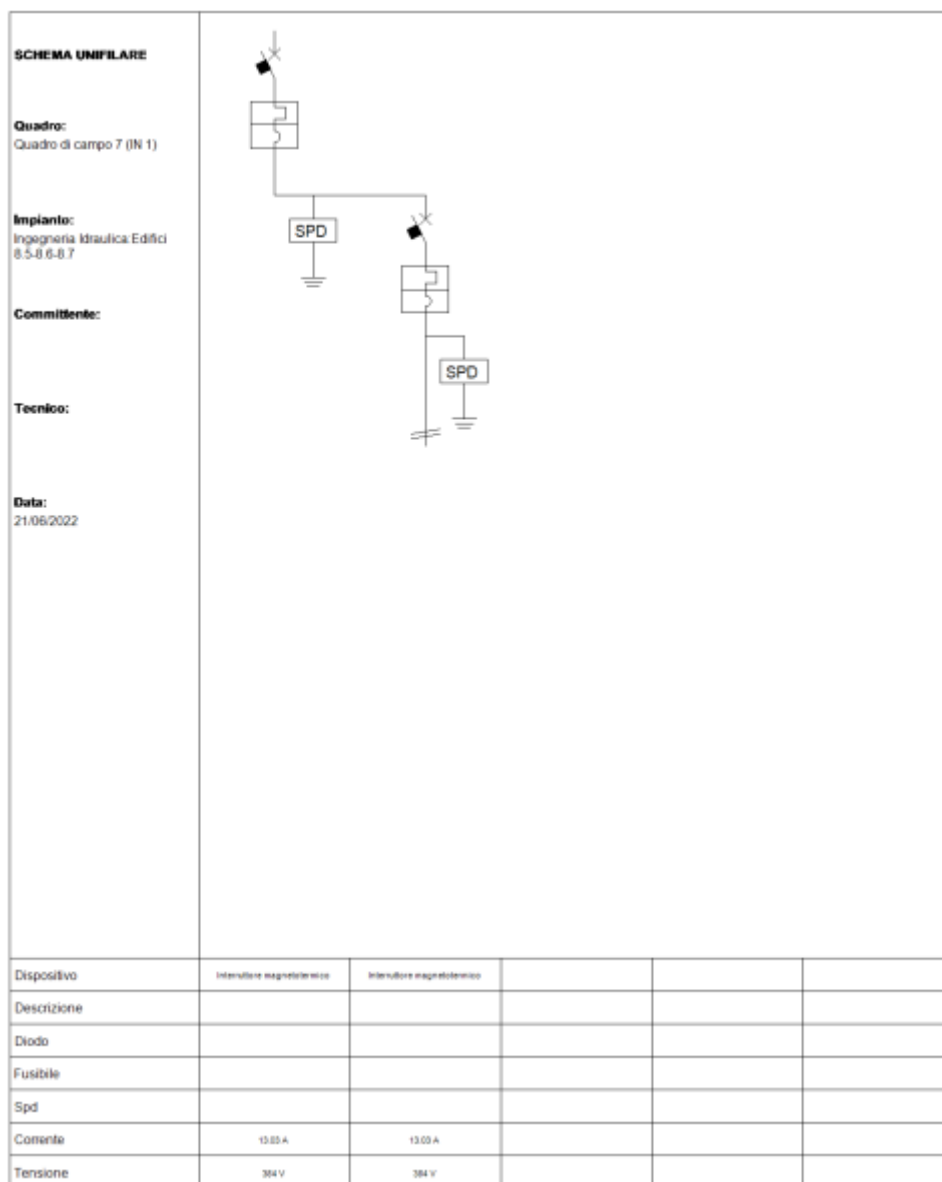


Fig. 24: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 7"

Quadro di campo 7	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 7.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

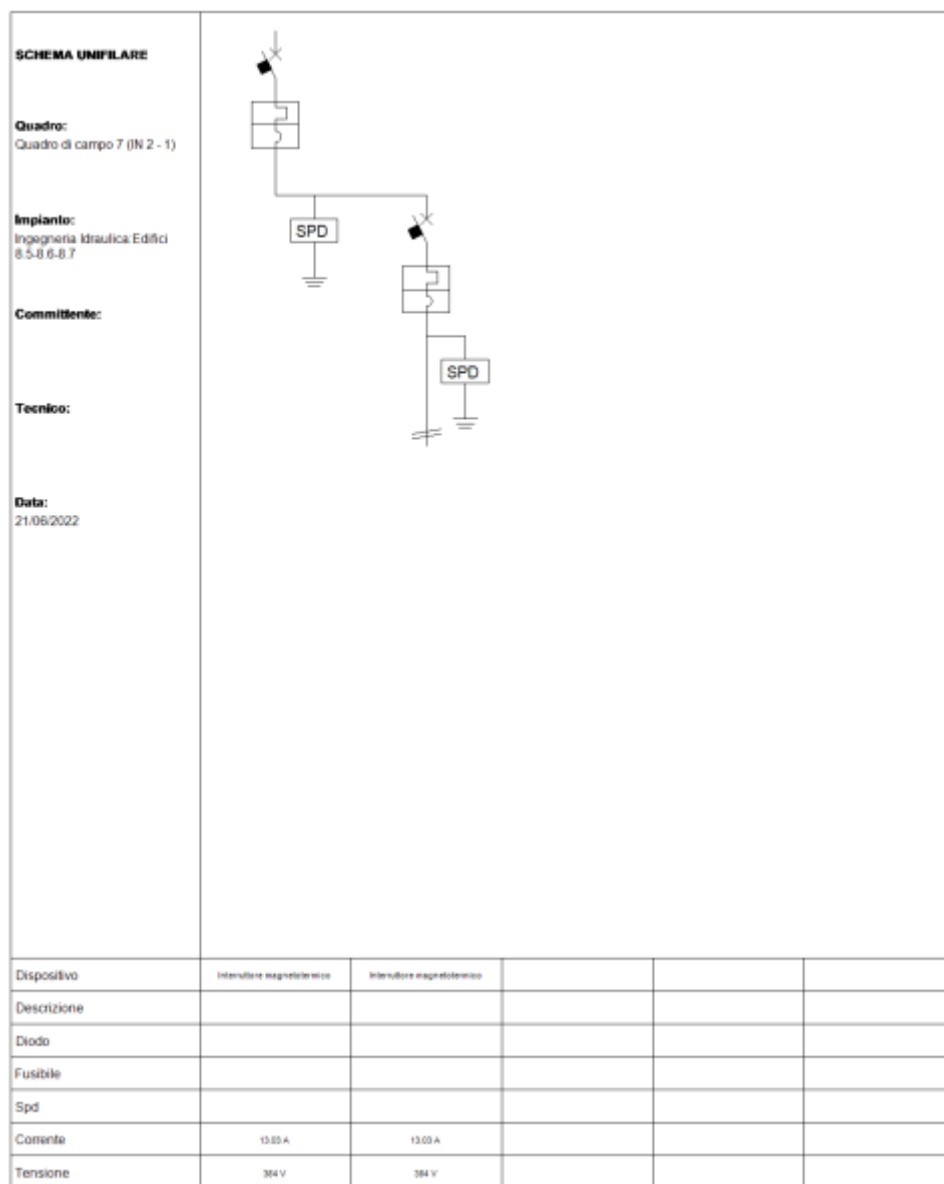


Fig. 25: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 7"

Quadro di campo 8
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 8.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

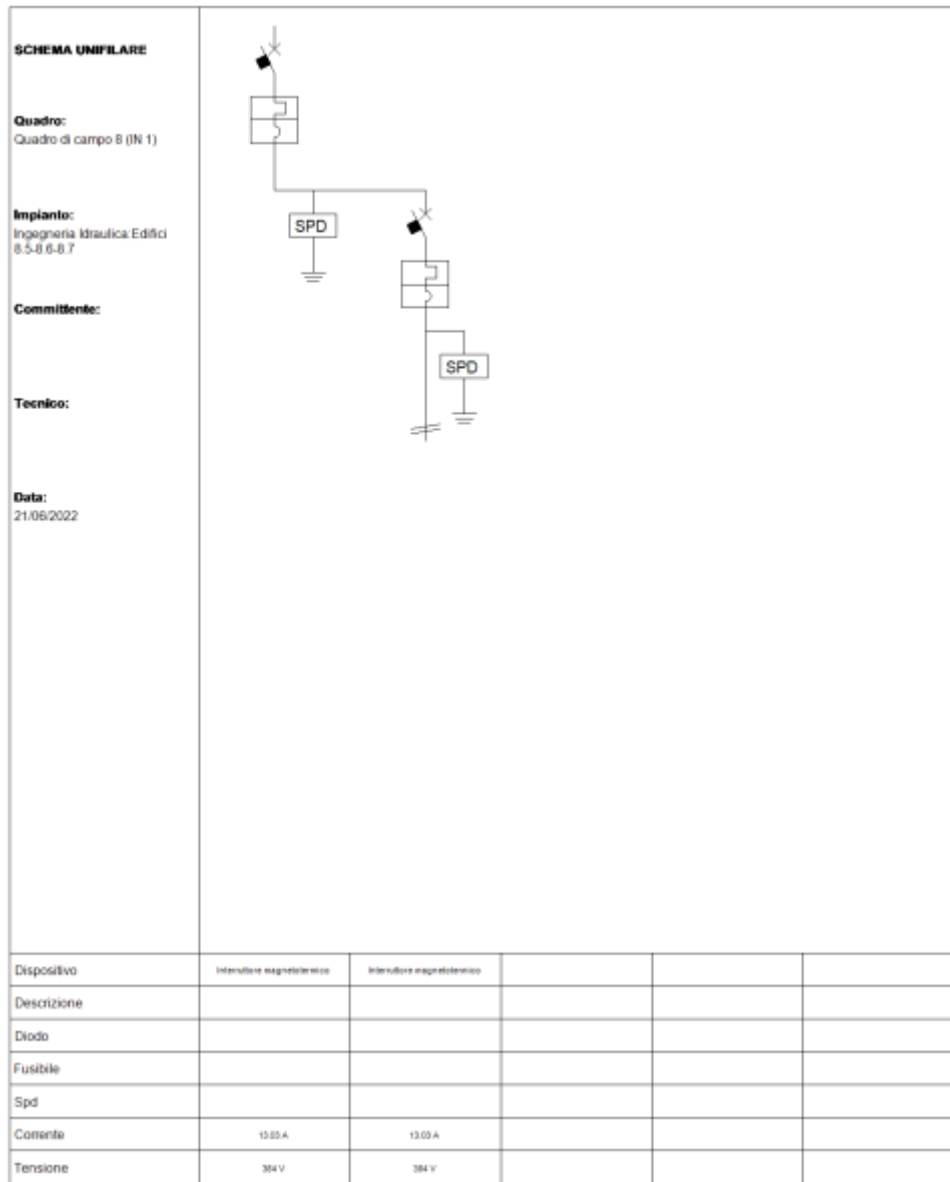


Fig. 26: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 8"

Quadro di campo 8
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 8.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

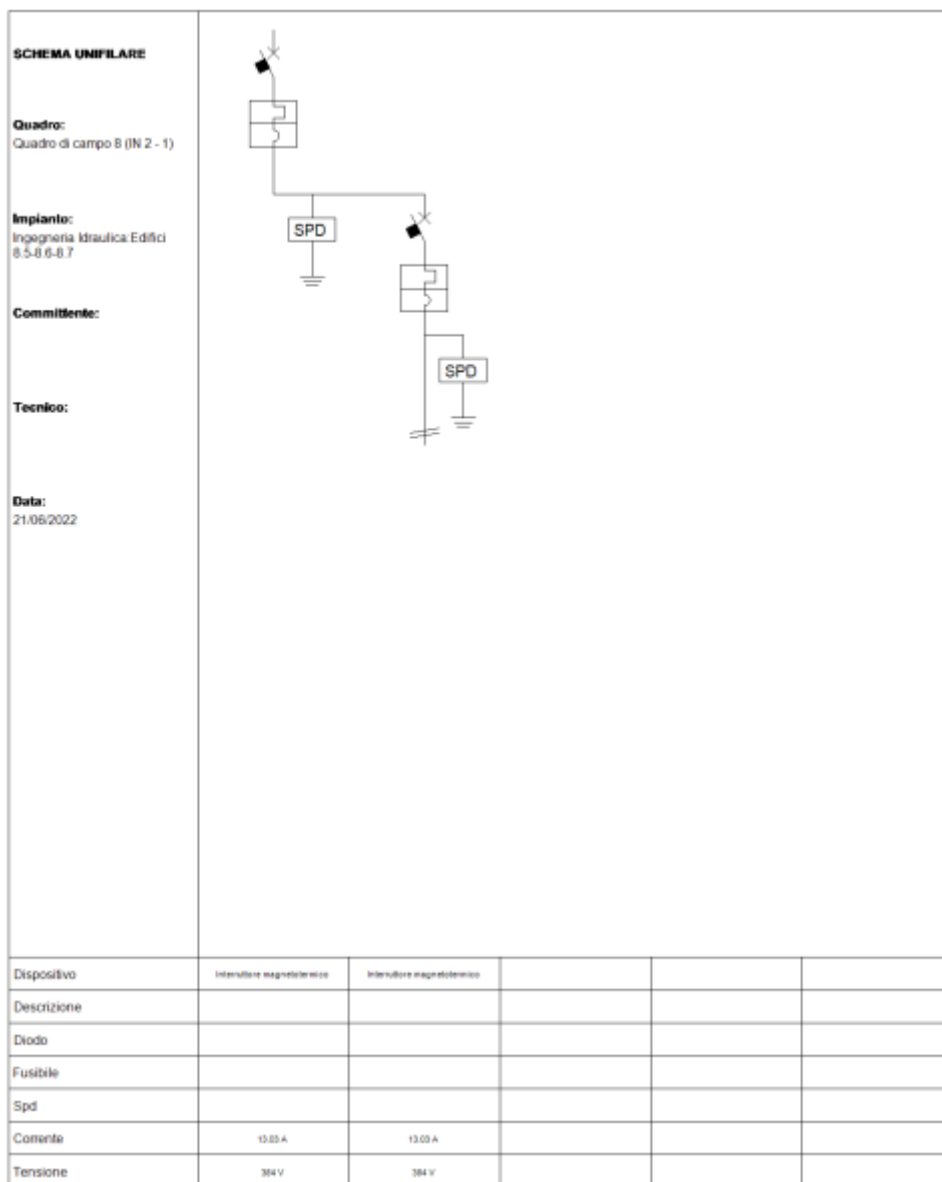


Fig. 27: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 8"



Quadro di campo 9
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 9.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

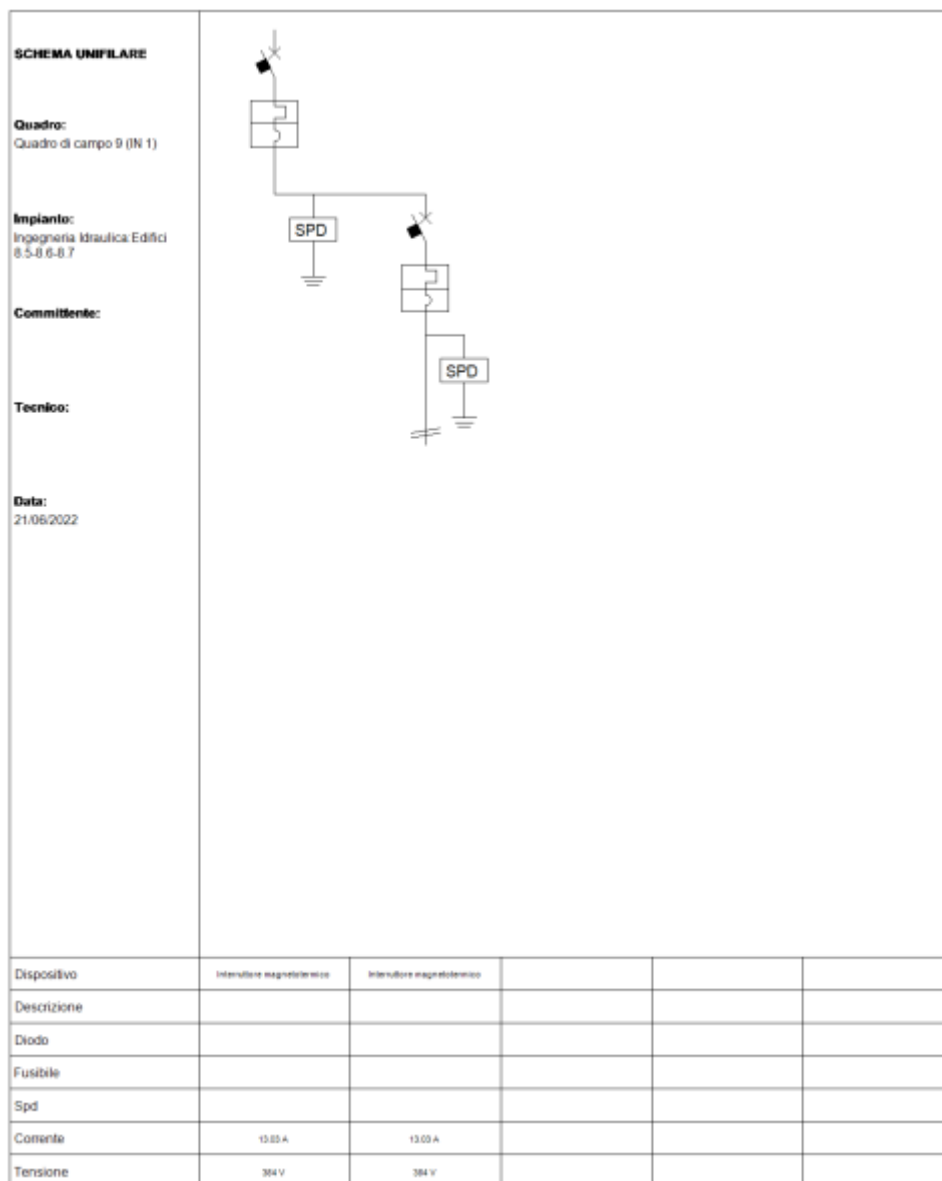


Fig. 28: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 9"

Quadro di campo 9
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 9.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

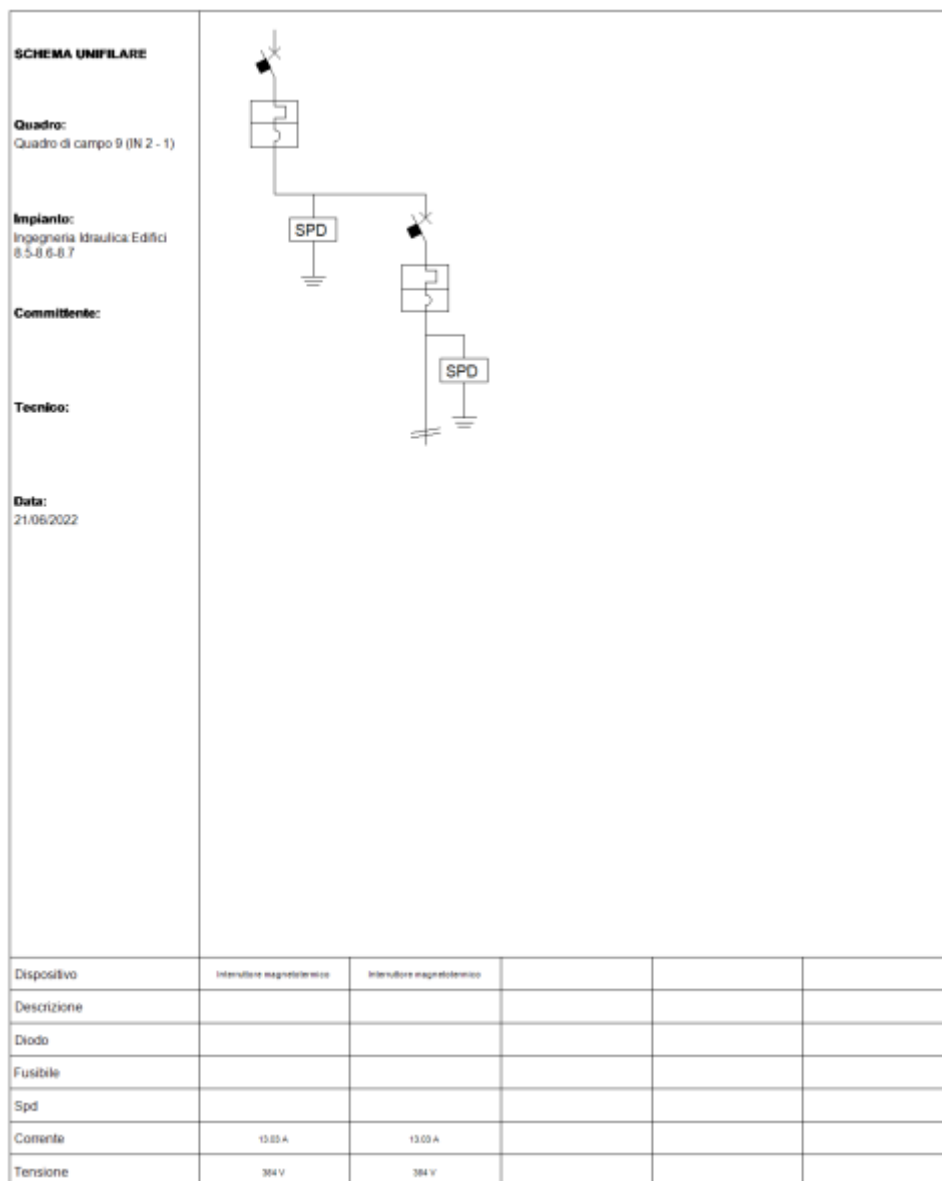


Fig. 29: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 9"

## Schema unifilare

---

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.

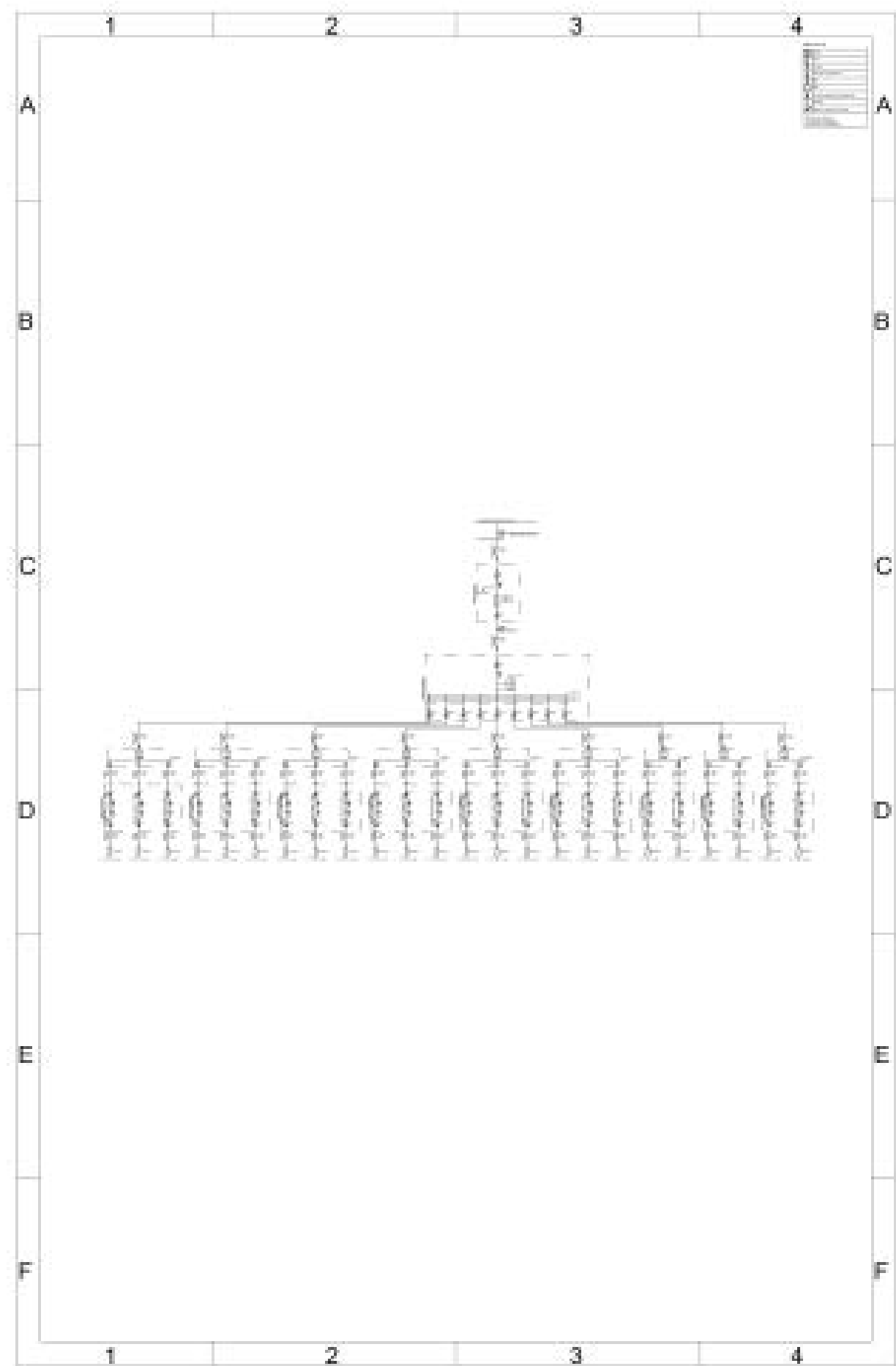


Fig. 30: Schema elettrico unifilare dell'impianto

<b>Riepilogo potenze per fase</b>			
<b>Generatore / sottoimpianto</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>
Generatore 1	52.000 kW	52.000 kW	52.000 kW
<b>Totale</b>	<b>52.000 kW</b>	<b>52.000 kW</b>	<b>52.000 kW</b>

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: **0.000 kW**.

## NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

#### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**  
**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

#### Secondo Conto Energia

**Decreto 19-02-2007:** 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, n. 387.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

#### **Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

**DM 02/03/2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Terzo Conto Energia

**Decreto 6 agosto 2010:** incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Quarto Conto Energia

**Decreto 5 maggio 2011:** incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

#### Quinto Conto Energia

**Decreto 5 luglio 2012:** attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

**Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR:** determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

#### Decreto FER1

**Decreto 4 luglio 2019:** incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.

### Norme Tecniche

---

#### Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 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 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**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 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 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.  
**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.  
**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

#### Altra Normativa sugli impianti elettrici

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.  
**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 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.  
**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.  
**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 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).  
**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 " = 16 A per fase).  
**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati 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):** apparati 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):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).  
**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati 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.  
**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.  
**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 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.  
**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## Delibere AEEGSI

---

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.  
**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

### Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.



#### Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

#### Tariffe

**Delibera 111-06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL** (valido dal 02-04-2019)

**TIT (2018-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione

**TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-09-2018):** testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)

#### TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 128/2017/R/EEL e 96/2018/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EEL:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

#### TEP

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

#### TIQE

**Deliberazione 646/2015/R/EEL:** testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica. Periodo di regolazione 2016-2023 (Versione modificata e integrata con deliberazione 38/2016/R/EEL)

## SEU

**Deliberazione 578/2013/R/EEL:** regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo.

**Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL:** testo integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC (Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL, 458/2016/R/EEL, 788/2016/R/EEL, 276/2017/R/EEL, 894/2017/R/EEL, 921/2017/R/EEL e 426/2018/R/EEL).

**Deliberazione 609/2014/R/EEL:** prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).

## Agenzia delle Entrate

---

**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Circolare del 06/07/2009 n. 32/E:** imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

**Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.

**Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E:** trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.

**Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E :**interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).

**Risoluzione del 06/12/2012:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

**Risoluzione del 02/04/2013 n. 22/E:** applicabilità della detrazione fiscale del 36 per cento, prevista dall'art. 16-bis del TUIR, alle spese di acquisto e installazione di un impianto fotovoltaico diretto alla produzione di energia elettrica.

**Circolare del 19/12/2013 n. 36/E:** impianti fotovoltaici – Profili catastali e aspetti fiscali.

**Risoluzione del 15/10/2015 n. 86/E:** tassazione forfettaria del reddito derivante dalla produzione e dalla cessione di energia elettrica da impianti fotovoltaici - Art. 22 del decreto legge n. 66 del 2014.

**Circolare del 01/02/2016 n. 2/E:** unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa).

## Agenzia del Territorio

---

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Nota Prot. n. 31892 -** Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

## GSE

---

## SSP

**Disposizioni Tecniche di Funzionamento.**

**Regole Tecniche sulla Disciplina dello scambio sul posto.**

## Ritiro dedicato

**Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.**

**Prezzi minimi garantiti.**

## SEU

**Regole applicative per la presentazione della richiesta e il conseguimento della qualifica di SEU e SEESEU.**

**Guida alla qualifica dei sistemi SEU e SEESEU.**

## FER1

**Regolamento Operativo per l'iscrizione ai Registri e alle Aste del DM 4 luglio 2019 (23/08/2019)**

## TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## DEFINIZIONI

### Definizioni - Rete Elettrica

---

**Distributore**

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

**Rete del distributore**

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

**Rete BT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

**Rete MT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

**Utente**

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

**Gestore di rete**

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

**Gestore Contraente**

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

### Definizioni - Impianto Fotovoltaico

---

**Angolo di inclinazione (o di Tilt)**

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

**Angolo di orientazione (o di azimut)**

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

**BOS (Balance Of System o Resto del sistema)**

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

**Generatore o Campo fotovoltaico**

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

**Cella fotovoltaica**

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

**Condizioni di Prova Standard (STC)**

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

– Temperatura di cella:  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

– Irraggiamento:  $1000\text{ W/m}^2$ , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

**Condizioni nominali**

Sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

**Costo indicativo cumulato annuo degli incentivi o costo indicativo cumulato degli incentivi**

Sommatoria degli incentivi, gravanti sulle tariffe dell'energia elettrica, riconosciuti a tutti gli impianti alimentati da fonte fotovoltaica in attuazione del presente decreto e dei precedenti provvedimenti di incentivazione; ai fini della determinazione del costo generato dai provvedimenti antecedenti al presente decreto, si applicano le modalità previste dal DM 5 maggio 2011; ai fini della determinazione dell'ulteriore costo generato dal presente decreto:

i) viene incluso il costo degli impianti ammessi a registro in posizione utile. A tali impianti, fino all'entrata in esercizio, è attribuito un incentivo pari alla differenza fra la tariffa incentivante spettante alla data di entrata in esercizio dichiarata dal produttore e il prezzo medio zonale nell'anno precedente a quello di richiesta di iscrizione;

ii) l'incentivo attribuibile agli impianti entrati in esercizio che accedono ad incentivi calcolati per differenza rispetto a tariffe incentivanti costanti, ivi inclusi gli impianti che accedono a tariffe fisse onnicomprensive, è calcolato per differenza con il valore del prezzo zonale nell'anno precedente a quello in corso;

iii) la producibilità annua netta incentivabile è convenzionalmente fissata in  $1200\text{ kWh/kW}$  per tutti gli impianti.

**Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico**

Data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, comunicata dal gestore di rete e dallo stesso registrata in GAUDÌ.

**Dispositivo del generatore**

Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

**Dispositivo di interfaccia**

Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

**Dispositivo generale**

Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

**Effetto fotovoltaico**

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

**Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup>), intesa come somma dell'area dei moduli.

**Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m<sup>2</sup>) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

**Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico**

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

**Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico**

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore**

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

**Impianto fotovoltaico a concentrazione**

Un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida CEI 82-25.

**Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli non convenzionali e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate.

**Impianto fotovoltaico con innovazione tecnologica**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti caratterizzati da significative innovazioni tecnologiche.

**Impianto fotovoltaico realizzato su un edificio**

Impianto i cui moduli sono posizionati sugli edifici secondo specifiche modalità individuate.

**Impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'UE/SEE**

A prescindere dall'origine delle materie prime impiegate, sono gli impianti fotovoltaici e gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative che utilizzano moduli fotovoltaici e gruppi di conversione realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o che sia parte dell'Accordo sullo Spazio Economico

Europeo - SEE (Islanda, Liechtenstein e Norvegia), nel rispetto dei seguenti requisiti:

1. per i moduli fotovoltaici è stato rilasciato l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation, come indicata nella Guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: a) moduli in silicio cristallino: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; b) moduli fotovoltaici in film sottile (thin film): processo di deposizione, assemblaggio/laminazione e test elettrici; c) moduli in film sottile su supporto flessibile: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; d) moduli non convenzionali e componenti speciali: oltre alle fasi di lavorazione previste per i punti a), b) e c), a seconda della tipologia di modulo, anche le fasi di processo che determinano la non convenzionalità e/o la specialità; in questo caso, all'interno del Factory Inspection Attestation va resa esplicita anche la tipologia di non convenzionalità e/o la specialità.
2. Per i gruppi di conversione è stato rilasciato, da un ente di certificazione accreditato EN 45011 per le prove su tali componenti, l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: progettazione, assemblaggio, misure/collaudo.

#### **Impianto - Serra fotovoltaica**

Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili;

#### **Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra**

Impianto per il quale i moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, per le quali si applicano le definizioni di cui all'articolo 20 del DM 6 agosto 2010.

#### **Inseguitore della massima potenza (MPPT)**

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

#### **Energia radiante**

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

#### **Irradiazione**

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

#### **Irraggiamento solare**

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico**

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico in c.a.**

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

#### **Pannello fotovoltaico**

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

#### **Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)**

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico**

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico**

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

#### **Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico**

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

#### **Potenziamento**

Intervento tecnologico, realizzato nel rispetto dei requisiti e in conformità alle disposizioni del presente decreto, eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno tre anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di una o più stringhe di moduli fotovoltaici e dei relativi inverter, la cui potenza

nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera l). L'energia incentivata a seguito di un potenziamento è la produzione aggiuntiva dell'impianto moltiplicata per un coefficiente di gradazione pari a 0,8.

#### **Produzione netta di un impianto**

Produzione lorda diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica.

#### **Produzione lorda di un impianto**

Per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica; per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica.

#### **Produzione netta aggiuntiva di un impianto**

Aumento espresso in kWh, ottenuto a seguito di un potenziamento, dell'energia elettrica netta prodotta annualmente e misurata attraverso l'installazione di un gruppo di misura dedicato.

#### **Punto di connessione**

Punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Radiazione solare**

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m<sup>2</sup>), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

#### **Rifacimento totale**

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi di almeno tutti i moduli e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

#### **Servizio di scambio sul posto**

Servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **Sezioni**

"....l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

- a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;
- b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;
- c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;
- d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;
- e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

#### **Soggetto responsabile**

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

#### **Sottosistema fotovoltaico**

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

#### **Stringa fotovoltaica**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

#### **Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)**

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

#### **Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n° 79 del 16-03-99)**

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto.

**Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione**

Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

**Definizione di Edificio:** "...un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, articolo 2).

**Definizione di Ente locale:** ai sensi del Testo Unico delle Leggi sull'ordinamento degli Enti Locali, si intendono per enti locali i Comuni, le Province, le Città metropolitane, le Comunità montane, le Comunità isolate e le Unioni di comuni. Le norme sugli Enti Locali si applicano, altresì, salvo diverse disposizioni, ai consorzi cui partecipano Enti Locali, con esclusione di quelli che gestiscono attività aventi rilevanza economica ed imprenditoriale e, ove previsto dallo statuto, dei consorzi per la gestione dei servizi sociali. La legge 99/09 ha esteso anche alle Regioni, a partire dal 15/08/09, tale disposizione.



## SCHEDE TECNICHE MODULI

### Modulo **M.21005**

#### DATI GENERALI

Marca	LONGi Solar Technology Co., Ltd.
Serie	LR5-66HPH 480-505M
Modello	500
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	500.0 W
Im	13.03 A
Isc	13.90 A
Efficienza	21.30 %
Vm	38.38 V
Voc	45.55 V

#### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2700 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.048 %/°C
NOCT	45±2 °C
Vmax	1 500.00 V

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 073 mm
Larghezza	1 133 mm
Superficie	2.349 m <sup>2</sup>
Spessore	35 mm
Peso	25.10 kg
Numero celle	132

#### NOTE

Note
------

## SCHEDA TECNICHE INVERTER

Inverter **I.1833**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-17/20KTL
Modello	SUN2000-20KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	200.00	950.00	1 000.00	18.00
2	200.00	950.00	1 000.00	18.00
3	200.00	950.00	1 000.00	18.00

**Max pot. FV [W]** 22 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	22 000 W
Tensione nominale	-
Rendimento max	98.60 %
Distorsione corrente	3 %
Frequenza	50,60 Hz
Rendimento europeo	98.30 %

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	520 x 266 x 610
Peso	50.00 kg

### NOTE

Note
------

## SCHEDA TECNICHE INVERTER

Inverter **I.2551**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-8/10/12/15/17/20KTL
Modello	SUN2000-10KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	160.00	950.00	1 080.00	22.00
2	160.00	950.00	1 080.00	22.00

**Max pot. FV [W]** 11 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	<b>11 000 W</b>
Tensione nominale	-
Rendimento max	<b>98.50 %</b>
Distorsione corrente	<b>3 %</b>
Frequenza	<b>50,60 Hz</b>
Rendimento europeo	<b>98.00 %</b>

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	<b>525 x 262 x 470</b>
Peso	<b>25.00 kg</b>

### NOTE

Note
------

# INDICE

<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
Ubicazione impianto	2
Committente	2
Tecnico	2
<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio sul combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	3
Normativa di riferimento	3
<b>SITO DI INSTALLAZIONE</b>	<b>4</b>
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	4
Disponibilità della fonte solare	4
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4
Fattori morfologici e ambientali	6
Ombreggiamento	6
Riflettanza	7
<b>PROCEDURE DI CALCOLO</b>	<b>8</b>
Criterio generale di progetto	8
Criterio di stima dell'energia prodotta	8
Criterio di verifica elettrica	8
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
Impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	10
Scheda tecnica dell'impianto	10
Energia prodotta	10
Specifiche degli altri componenti dell'impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	12
Posizionamento dei moduli	12
Cablaggio elettrico	12
Impianto di messa a terra	12
Generatore fotovoltaico Generatore 1	13
Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 1	14
Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 2	14
Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 3	15
Verifiche elettriche Conf. 2- MPPT 1	15
Verifiche elettriche Conf. 2- MPPT 2	16
Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico	16
Scheda tecnica	17
Schema elettrico	18
Cavi	18
Quadri	20
Schema unifilare	46
<b>NORMATIVA</b>	<b>49</b>
Leggi e decreti	49
Norme Tecniche	50
Delibere AEEGSI	51
Agenzia delle Entrate	53
Agenzia del Territorio	53
GSE	53

TERNA	54
<b>DEFINIZIONI</b>	<b>55</b>
Definizioni - Rete Elettrica	55
Definizioni - Impianto Fotovoltaico	55
<b>SCHEDE TECNICHE MODULI</b>	<b>60</b>
Modulo <b>M.21005</b>	60
<b>SCHEDE TECNICHE INVERTER</b>	<b>61</b>
<b>SCHEDE TECNICHE INVERTER</b>	<b>62</b>
<b>INDICE</b>	<b>63</b>

# **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE**

**Potenza = 67.500 kW**

## **Relazione tecnica**

**Impianto:** Dipartimento di Ingegneria Tecnologica: Edifici 8.8-8.9

**Committente:** Università degli Studi di Palermo

**Località:** Parco d'Orleans Viale delle Scienze - Palermo (PA)

Palermo,

**Il Tecnico**

(Ing. Dario La Torre)

---

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto  
Indirizzo  
CAP - Comune

**Biblioteca di Ingegneria: Edifici 8.8-8.9**  
**Parco d'Orleans Viale delle Scienze**  
**90128-Palermo (PA)**

### Committente

Ragione Sociale  
Codice Fiscale  
P. IVA

**Università degli Studi di Palermo**  
**80023730825**  
**80023730825**

Indirizzo  
CAP - Comune

**Piazza Marina, 61**  
**90133 Palermo (PA)**

### Tecnico

Nome Cognome Qualifica

**Ing. Dario La Torre**

Albo  
N° Iscrizione

**Ingegneri delle Provincia di Palermo**  
**A 5111**

Indirizzo  
CAP - Comune  
Telefono  
E-mail

**Viale delle Scienze presso Edificio 18**  
**90128 Palermo**  
**dario.latorre@unipa.it**

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Dipartimento di Ingegneria Tecnologica: Edifici 8.8-8.9", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 88 419.48 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	16.53
TEP risparmiate in 20 anni	303.88

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	41 910.83	32.98	37.76	1.24
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	770 275.33	606.14	693.90	22.75

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

### Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;



- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).

### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'installazione dell'impianto è prevista negli spazi disponibili della copertura dell'edificio identificato come 7B. Sono previste delle zone di attraversamento e si prevede di evitare l'interferenza con le strutture fisse presenti in copertura (impianti di condizionamento di grandi dimensioni, impianti fissi a servizio della struttura, ecc.). Laddove sono presenti piccoli impedimenti, come ad esempio unità esterne di condizionamento di piccole dimensioni, si prevede lo spostamento di tali impedimenti in zone prossime al perimetro della copertura o in zone prossime alle strutture esistenti quali torrini scala.

Gli impianti previsti non dovranno in alcun modo interferire con gli impianti già a servizio della struttura e con le installazioni necessarie al normale svolgimento delle attività interne all'edificio.

### Disponibilità della fonte solare

#### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Palermo (PA) avente latitudine 38°.1167 N, longitudine 13°.3619 E e altitudine di 14 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.122	0.328	0.541	0.700	0.758	0.700	0.541	0.328	0.122			
Feb			0.032	0.197	0.416	0.632	0.790	0.848	0.790	0.632	0.416	0.197	0.032		
Mar			0.160	0.430	0.745	1.038	1.246	1.320	1.246	1.038	0.745	0.430	0.160		
Apr		0.075	0.297	0.590	0.909	1.195	1.394	1.465	1.394	1.195	0.909	0.590	0.297	0.075	
Mag	0.005	0.211	0.505	0.856	1.217	1.532	1.747	1.823	1.747	1.532	1.217	0.856	0.505	0.211	0.005
Giu	0.054	0.288	0.603	0.967	1.336	1.653	1.868	1.943	1.868	1.653	1.336	0.967	0.603	0.288	0.054
Lug	0.035	0.287	0.626	1.020	1.420	1.764	1.997	2.080	1.997	1.764	1.420	1.020	0.626	0.287	0.035
Ago		0.154	0.453	0.822	1.208	1.548	1.781	1.864	1.781	1.548	1.208	0.822	0.453	0.154	
Set		0.017	0.227	0.524	0.857	1.162	1.376	1.452	1.376	1.162	0.857	0.524	0.227	0.017	
Ott			0.092	0.358	0.681	0.989	1.208	1.287	1.208	0.989	0.681	0.358	0.092		
Nov				0.215	0.508	0.798	1.009	1.086	1.009	0.798	0.508	0.215			
Dic				0.102	0.305	0.518	0.677	0.735	0.677	0.518	0.305	0.102			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.149	0.303	0.421	0.496	0.521	0.496	0.421	0.303	0.149			
Feb			0.060	0.246	0.405	0.528	0.605	0.631	0.605	0.528	0.405	0.246	0.060		
Mar			0.189	0.390	0.563	0.696	0.779	0.808	0.779	0.696	0.563	0.390	0.189		
Apr		0.105	0.315	0.510	0.677	0.806	0.887	0.914	0.887	0.806	0.677	0.510	0.315	0.105	

Mag	0.006	0.201	0.395	0.577	0.732	0.852	0.927	0.953	0.927	0.852	0.732	0.577	0.395	0.201	0.006
Giu	0.054	0.238	0.423	0.595	0.742	0.856	0.927	0.951	0.927	0.856	0.742	0.595	0.423	0.238	0.054
Lug	0.032	0.215	0.398	0.568	0.714	0.827	0.897	0.921	0.897	0.827	0.714	0.568	0.398	0.215	0.032
Ago		0.142	0.338	0.521	0.678	0.799	0.874	0.900	0.874	0.799	0.678	0.521	0.338	0.142	
Set		0.025	0.236	0.433	0.602	0.732	0.813	0.841	0.813	0.732	0.602	0.433	0.236	0.025	
Ott			0.102	0.297	0.464	0.592	0.673	0.701	0.673	0.592	0.464	0.297	0.102		
Nov				0.166	0.316	0.430	0.502	0.527	0.502	0.430	0.316	0.166			
Dic				0.121	0.271	0.387	0.460	0.484	0.460	0.387	0.271	0.121			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.271	0.631	0.962	1.196	1.279	1.196	0.962	0.631	0.271			
Feb			0.092	0.443	0.821	1.160	1.395	1.479	1.395	1.160	0.821	0.443	0.092		
Mar			0.349	0.820	1.308	1.734	2.025	2.128	2.025	1.734	1.308	0.820	0.349		
Apr		0.180	0.612	1.100	1.586	2.001	2.281	2.379	2.281	2.001	1.586	1.100	0.612	0.180	
Mag	0.011	0.412	0.900	1.433	1.949	2.384	2.674	2.776	2.674	2.384	1.949	1.433	0.900	0.412	0.011
Giu	0.108	0.526	1.026	1.562	2.078	2.509	2.795	2.894	2.795	2.509	2.078	1.562	1.026	0.526	0.108
Lug	0.067	0.502	1.024	1.588	2.134	2.591	2.894	3.001	2.894	2.591	2.134	1.588	1.024	0.502	0.067
Ago		0.296	0.791	1.343	1.886	2.347	2.655	2.764	2.655	2.347	1.886	1.343	0.791	0.296	
Set		0.042	0.463	0.957	1.459	1.894	2.189	2.293	2.189	1.894	1.459	0.957	0.463	0.042	
Ott			0.194	0.655	1.145	1.581	1.881	1.988	1.881	1.581	1.145	0.655	0.194		
Nov				0.381	0.824	1.228	1.511	1.613	1.511	1.228	0.824	0.381			
Dic				0.223	0.576	0.905	1.137	1.219	1.137	0.905	0.576	0.223			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.40	9.30	14.60	17.90	22.30	24.10	24.60	21.40	16.30	12.90	9.50	6.90

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

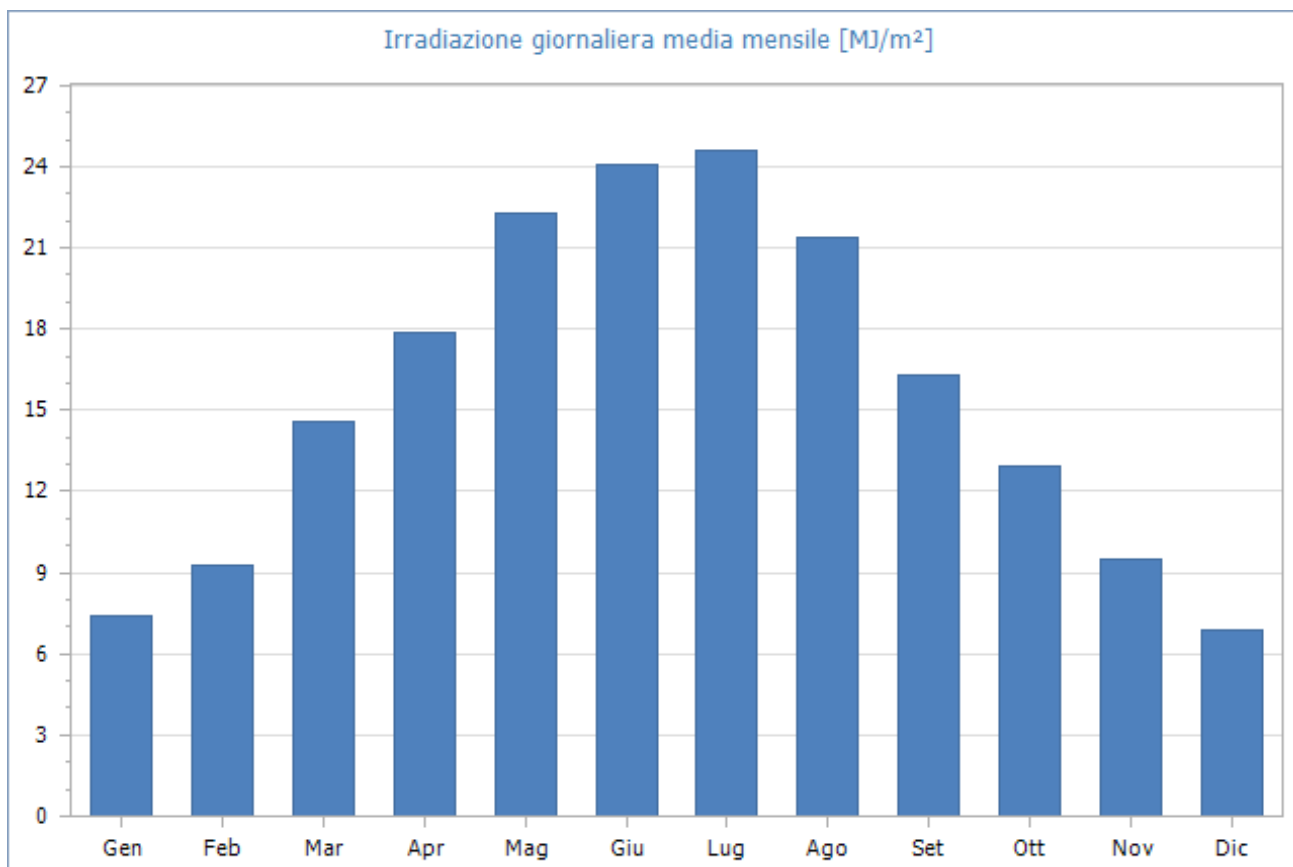


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **5 707.50 MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo).

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Palermo:

## DIAGRAMMA SOLARE

Palermo (PA) - Lat. 38°.1167 N - Long. 13°.3619 E - Alt. 14 m

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

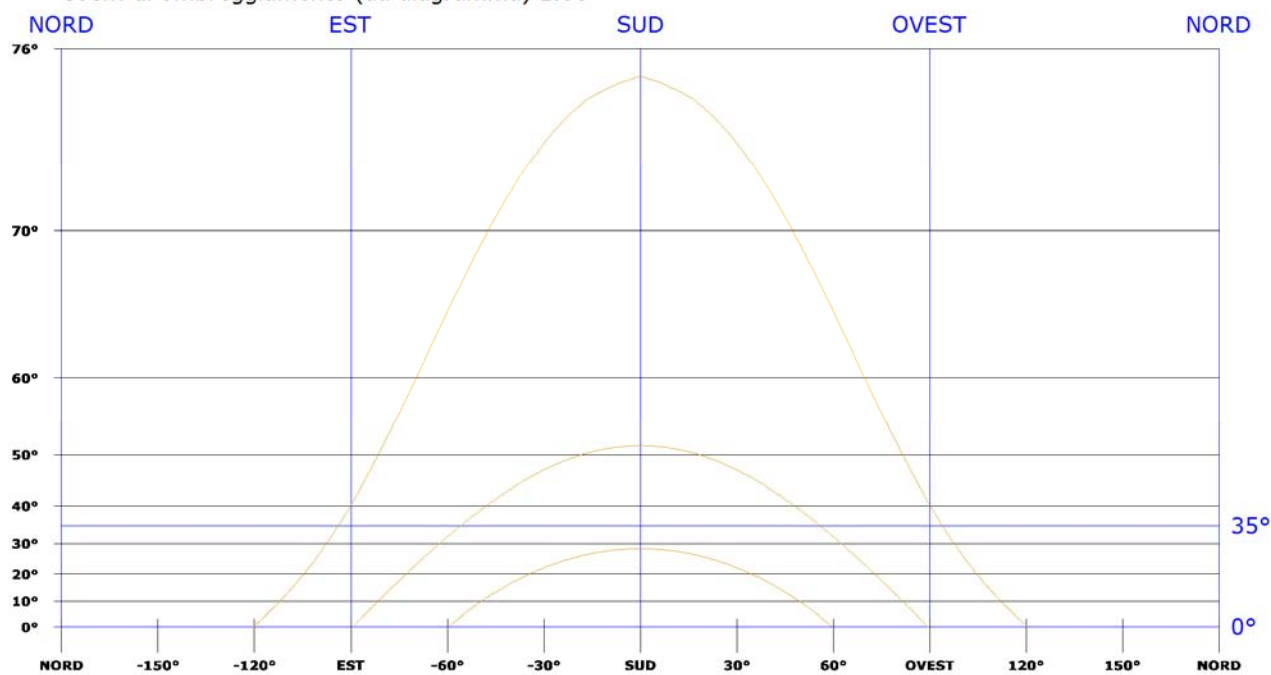


Fig. 2: Diagramma solare

## Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.

## PROCEDURE DI CALCOLO

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

---

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

**TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

**TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

**TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

**CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

**DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

# DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

## Impianto *Dipartimento di Ingegneria Tecnologica*

L'impianto, denominato "Dipartimento di Ingegneria Tecnologica:Edifici 8.8-8.9", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **67.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **88 419.48 kWh** (equivalente a **1 309.92 kWh/kW**), derivante da 135 moduli che occupano una superficie di 317.12 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	<b>Università degli Studi di Palermo</b>
Indirizzo	<b>Parco d'Orleans Viale delle Scienze</b>
CAP Comune (Provincia)	<b>90128 Palermo (PA)</b>
Latitudine	<b>38°.1167 N</b>
Longitudine	<b>13°.3619 E</b>
Altitudine	<b>14 m</b>
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	<b>5 707.50 MJ/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente di ombreggiamento	<b>1.00</b>

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	<b>317.12 m<sup>2</sup></b>
Numero totale moduli	<b>135</b>
Numero totale inverter	<b>3</b>
Energia totale annua	<b>88 419.48 kWh</b>
Potenza totale	<b>67.500 kW</b>
Potenza fase L1	<b>22.500 kW</b>
Potenza fase L2	<b>22.500 kW</b>
Potenza fase L3	<b>22.500 kW</b>
Energia per kW	<b>1 309.92 kWh/kW</b>
Sistema di accumulo	<b>Assente</b>
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	<b>74.97 %</b>

### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **88 419.48 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

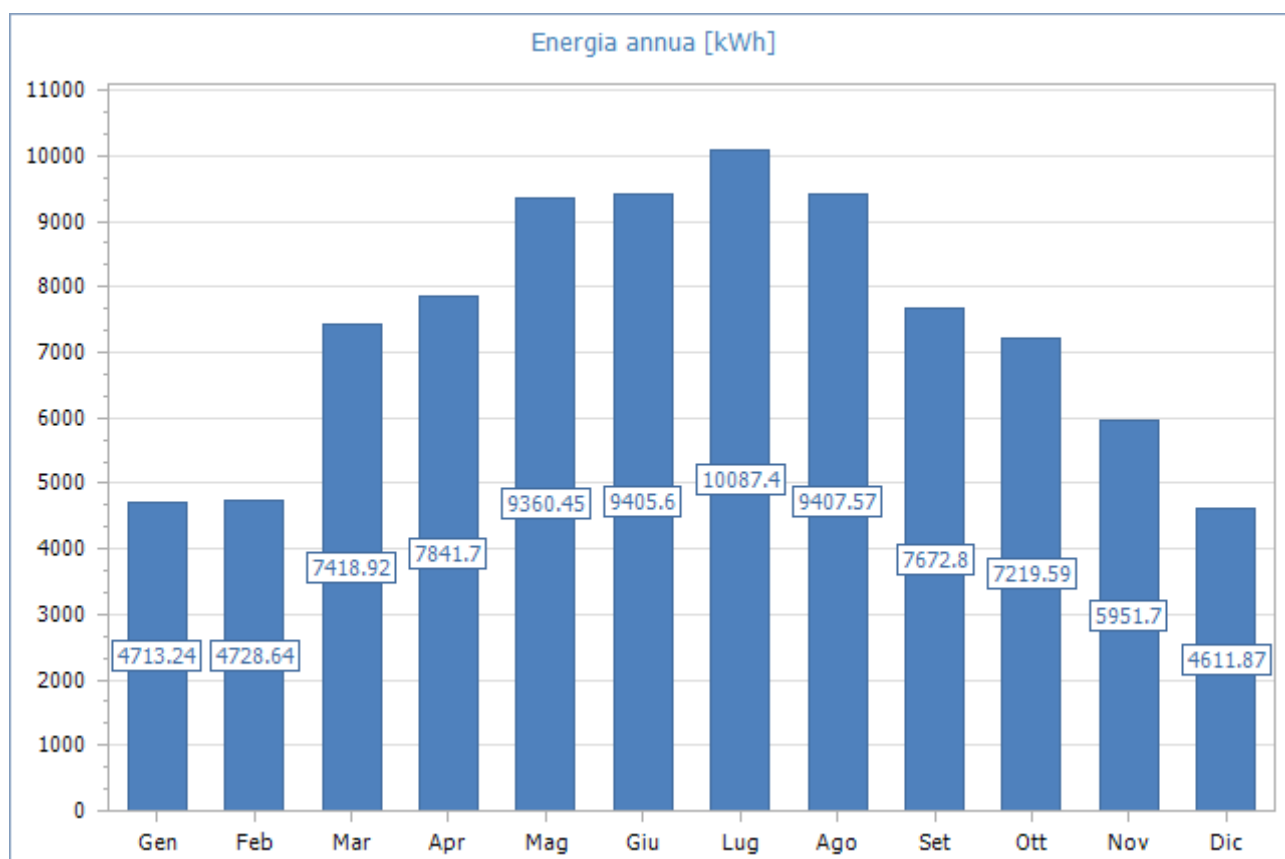


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto



#### Posizionamento dei moduli

La posizione dei moduli è prevista con inclinazione pari a 30° con direzione a sud. Il loro posizionamento è previsto mediante strutture poggiate provviste di zavorra.

#### Cablaggio elettrico

Il cablaggio elettrico dei componenti relativi al fotovoltaico avverrà con connettori idonei alla tipologia di applicazione e dotati di opportuna certificazione. La distribuzione all'esterno è prevista in canale metallico o in tubazione rigida tipo RK15. I cavi previsti sono cavo solari tipo H1Z2Z2-K per le connessioni all'interno del campo fotovoltaico e tra il campo fotovoltaico e i relativi quadri. I restanti cavi sono previsti del tipo FG16R16.

#### Impianto di messa a terra

L'impianto di terra di cui si disporrà è quello della struttura in cui verrà installato l'impianto.

## Generatore fotovoltaico Generatore 1

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore 1</b>
Tipo connessione	<b>trifase</b>
Potenza totale	<b>67.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>88 419.48 kWh</b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-17/20KTL - SUN2000-20KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>97.78 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Numero inverter	<b>3</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

Configurazione inverter			
N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
3	1	15	1 x 15
	2	15	1 x 15
	3	15	1 x 15

### Verifiche elettriche MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>Mppt</sub> min = 200.00 V	V <sub>Mppt</sub> max = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 640.27 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 575.70 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 492.69 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 747.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 683.25 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>Mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>Mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

### Verifiche elettriche MPPT 2

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
VMpvt min = 200.00 V	VMpvt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	Imax = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	
Im a 25 °C = 13.03 A	Isc a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONI MPPT</b>	
Vm a 70 °C (492.69 V) maggiore di Vmpvt min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (640.27 V) minore di Vmpvt max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

### Verifiche elettriche MPPT 3

<b>CARATTERISTICHE MODULO</b>			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
<b>CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT</b>			
VMpvt min = 200.00 V	VMpvt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	Imax = 18.00 A
<b>DATI GENERATORE</b>			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	
Im a 25 °C = 13.03 A	Isc a 25 °C = 13.90 A		

V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>mppt</sub> min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>mppt</sub> max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

<b>TENSIONE MASSIMA</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>TENSIONE MASSIMA MODULO</b>	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

<b>CORRENTE MASSIMA</b>	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico, ha una potenza pari a **67.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **88 419.48 kWh**, derivante da 220 moduli con una superficie totale dei moduli di 317.12 m<sup>2</sup>.  
Il generatore ha una connessione trifase.

## Scheda tecnica

<b>Dati generali</b>	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 745.90 kWh/m<sup>2</sup></b>
Potenza totale	<b>67.500 kW</b>
Energia totale annua	<b>88 419.48 kWh</b>

<b>Modulo</b>	
Marca – Modello	<b>LONGi Solar Technology Co., Ltd. - LR5-66HPH 480-505M - 500</b>
Numero totale moduli	<b>135</b>
Superficie totale moduli	<b>317.12 m<sup>2</sup></b>

## Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0,6/1 kV	35.0	50.00	144.34	154.00	0.03
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	20.00	144.34	154.00	0.03
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	10.00	28.87	60.00	0.03
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 2 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 3 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02

Quadro generale	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

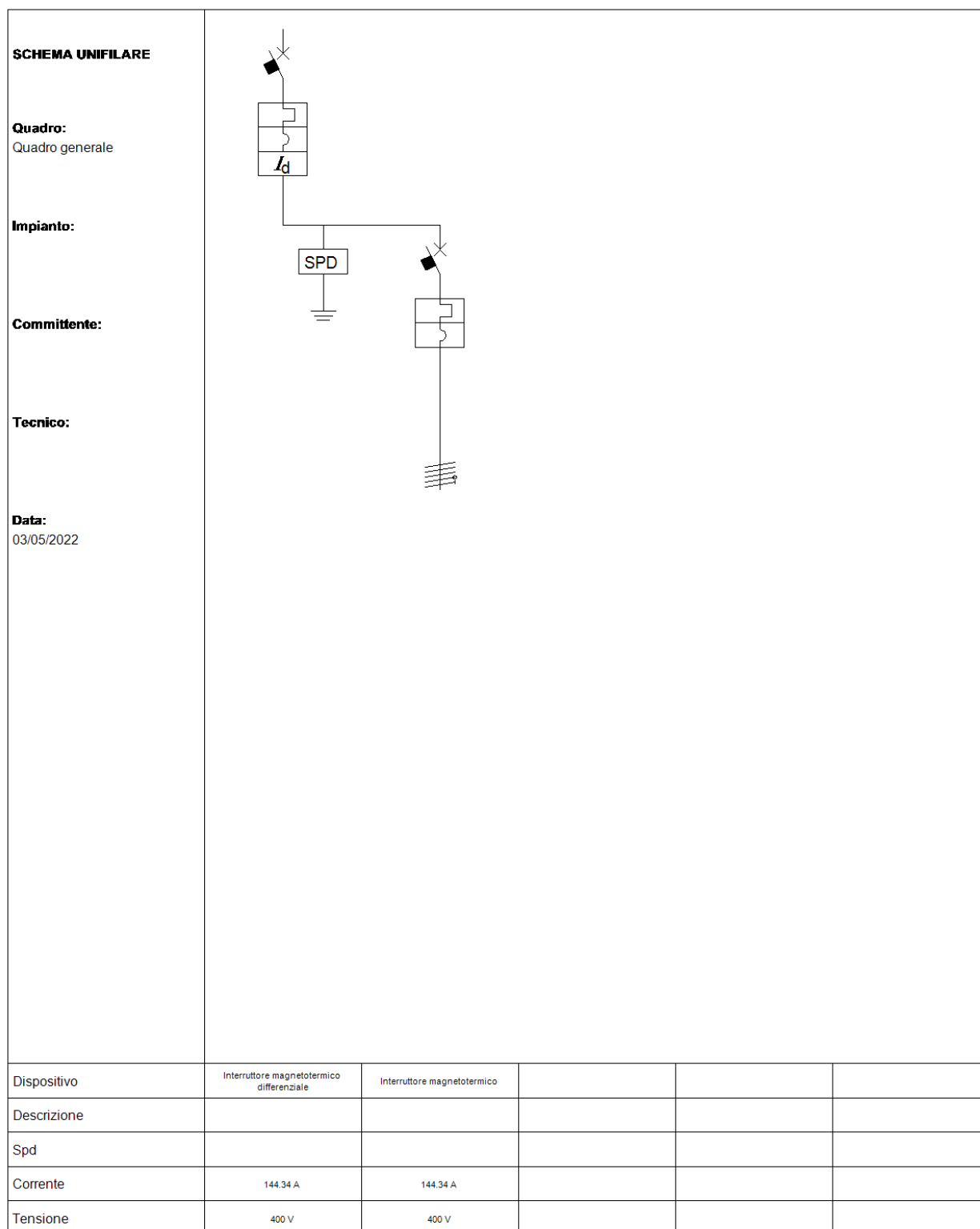


Fig. 4: Schema unifilare quadro "Quadro generale"

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Inverter 1	Interruttore magnetotermico
Inverter 2	Interruttore magnetotermico

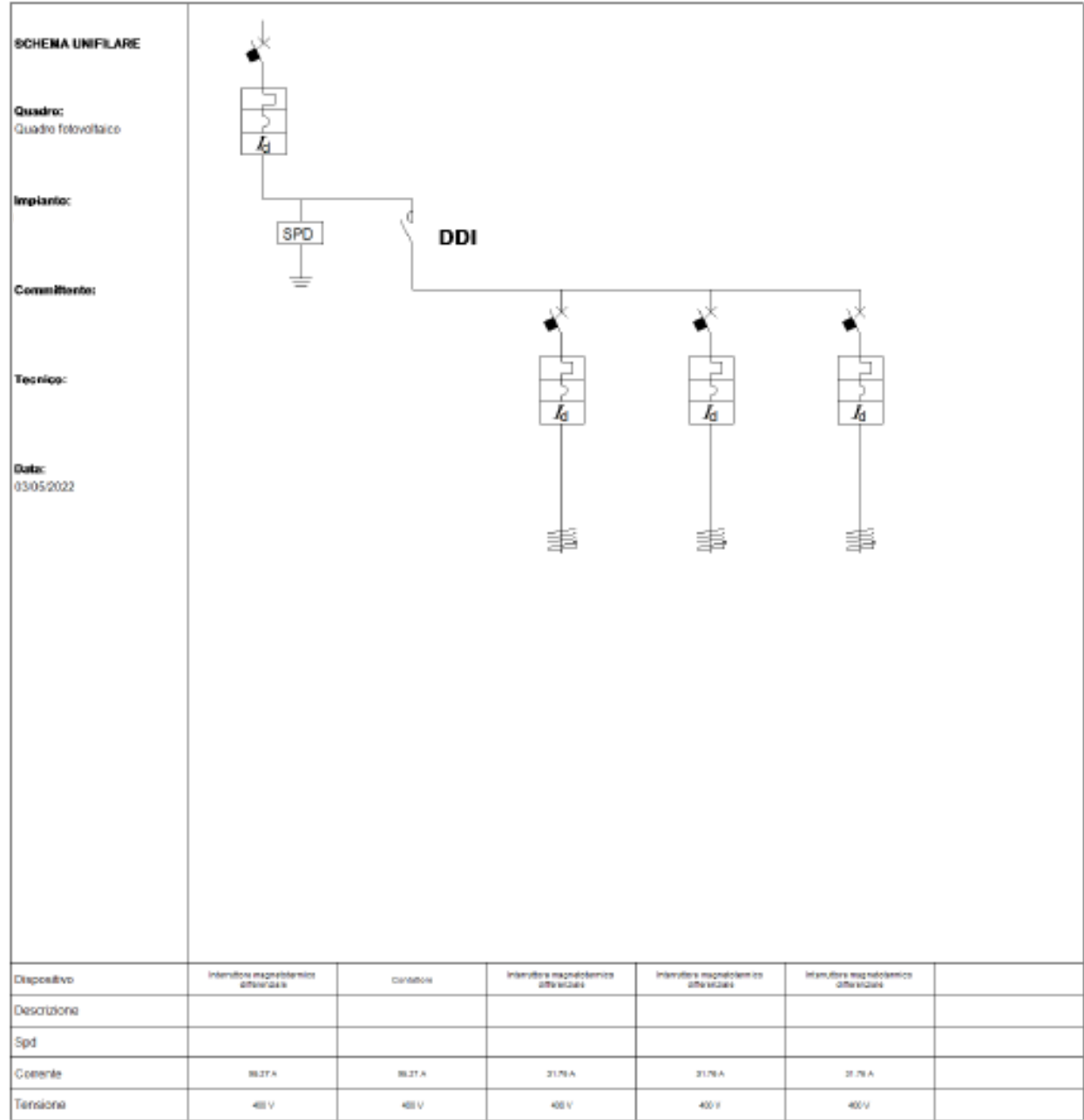


Fig. 5: Schema unifilare quadro "Quadro fotovoltaico"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

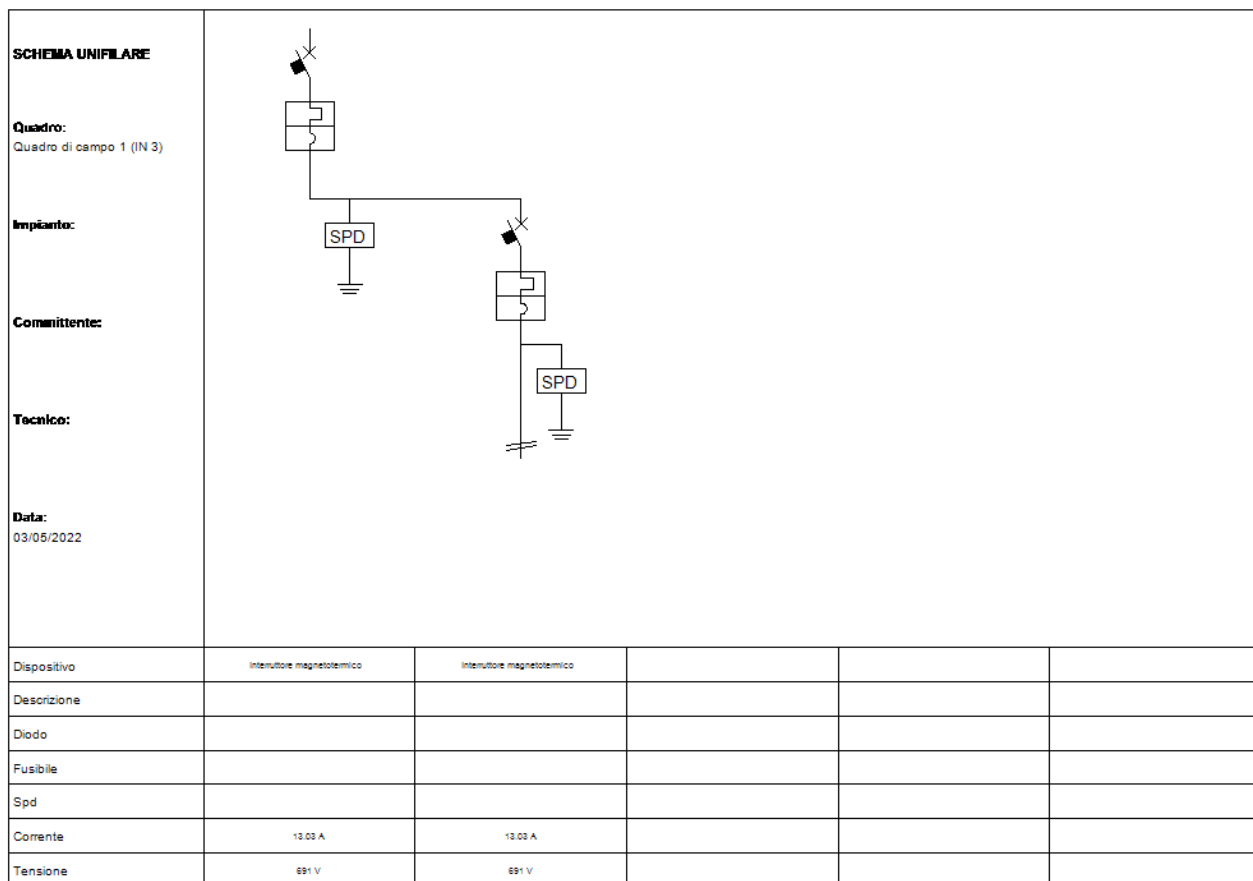


Fig. 6: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"



Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

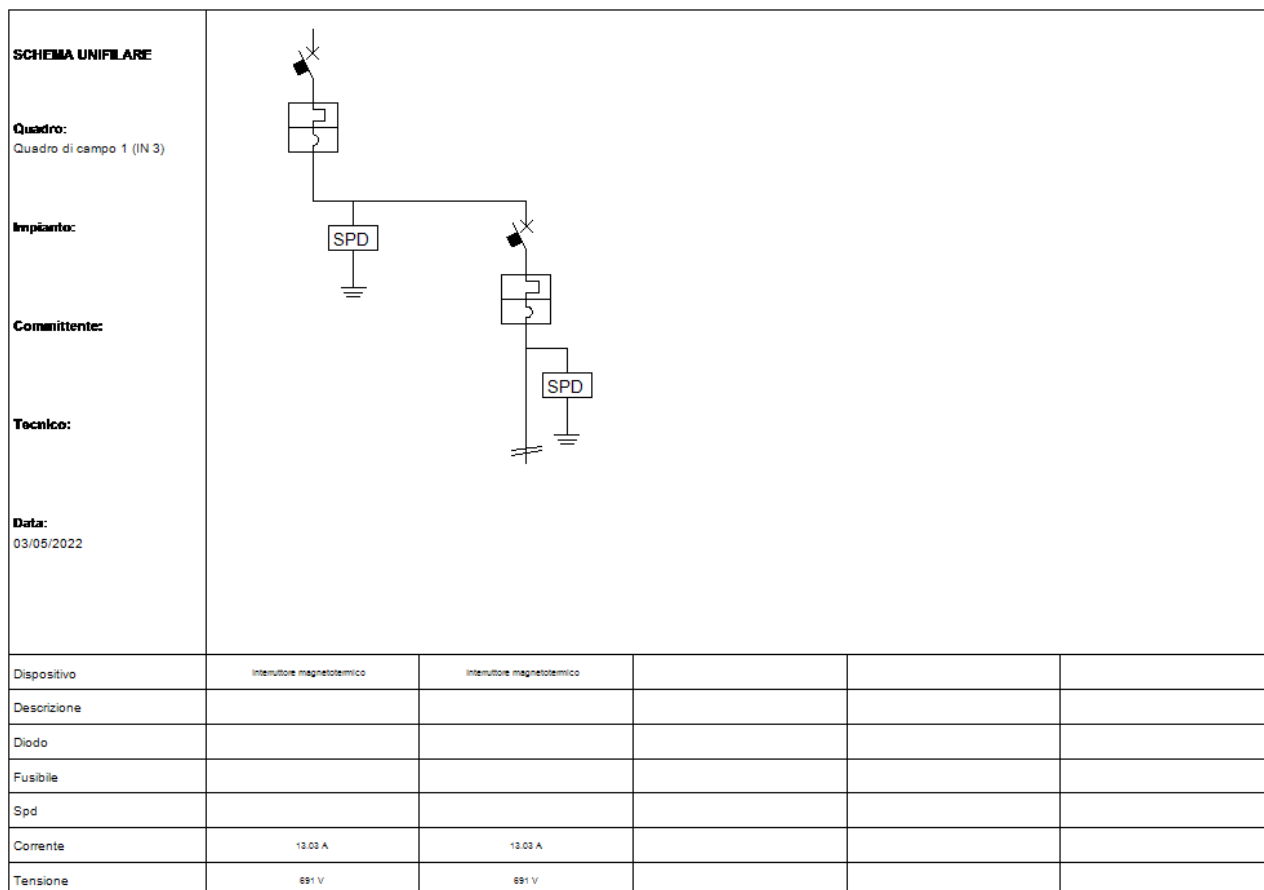


Fig. 7: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

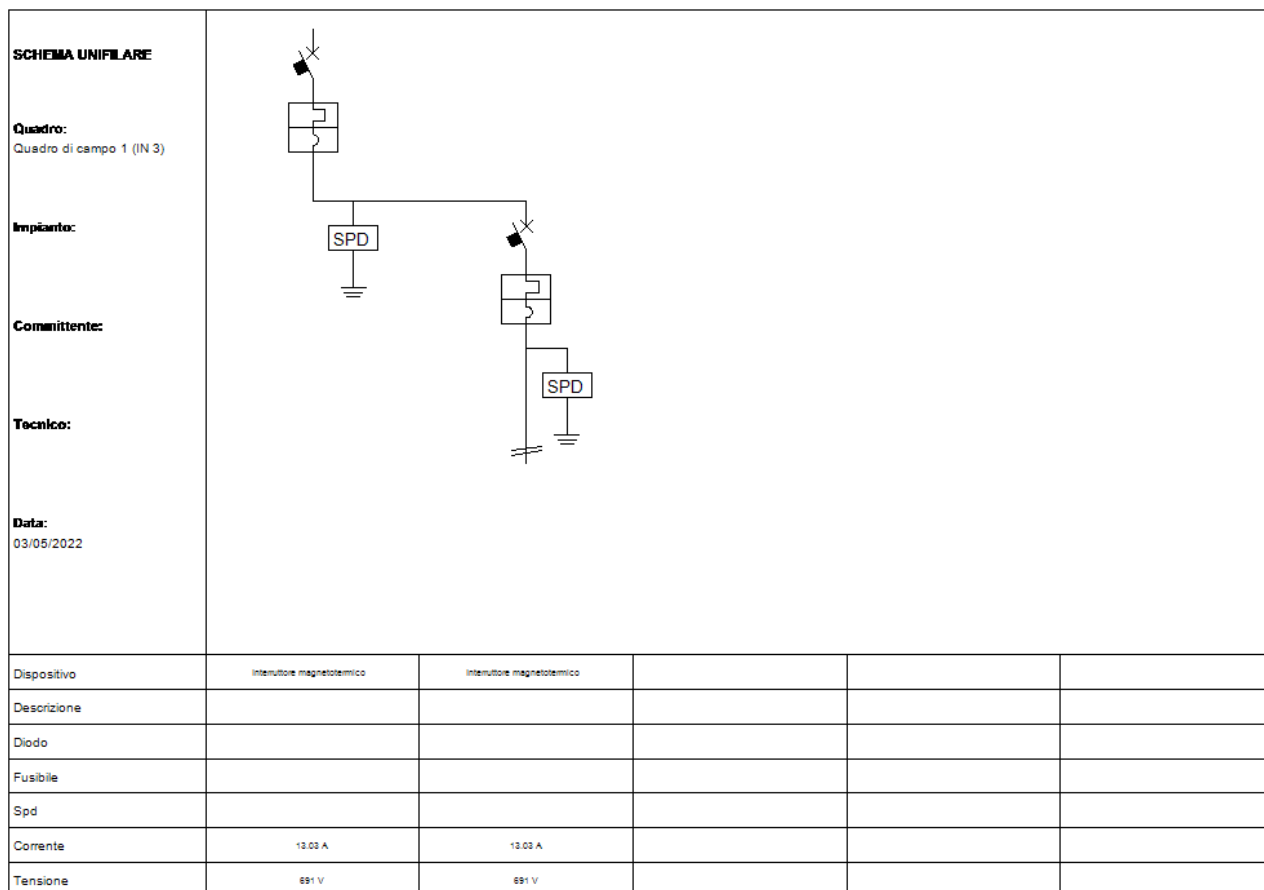


Fig. 8: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 2	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 2.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

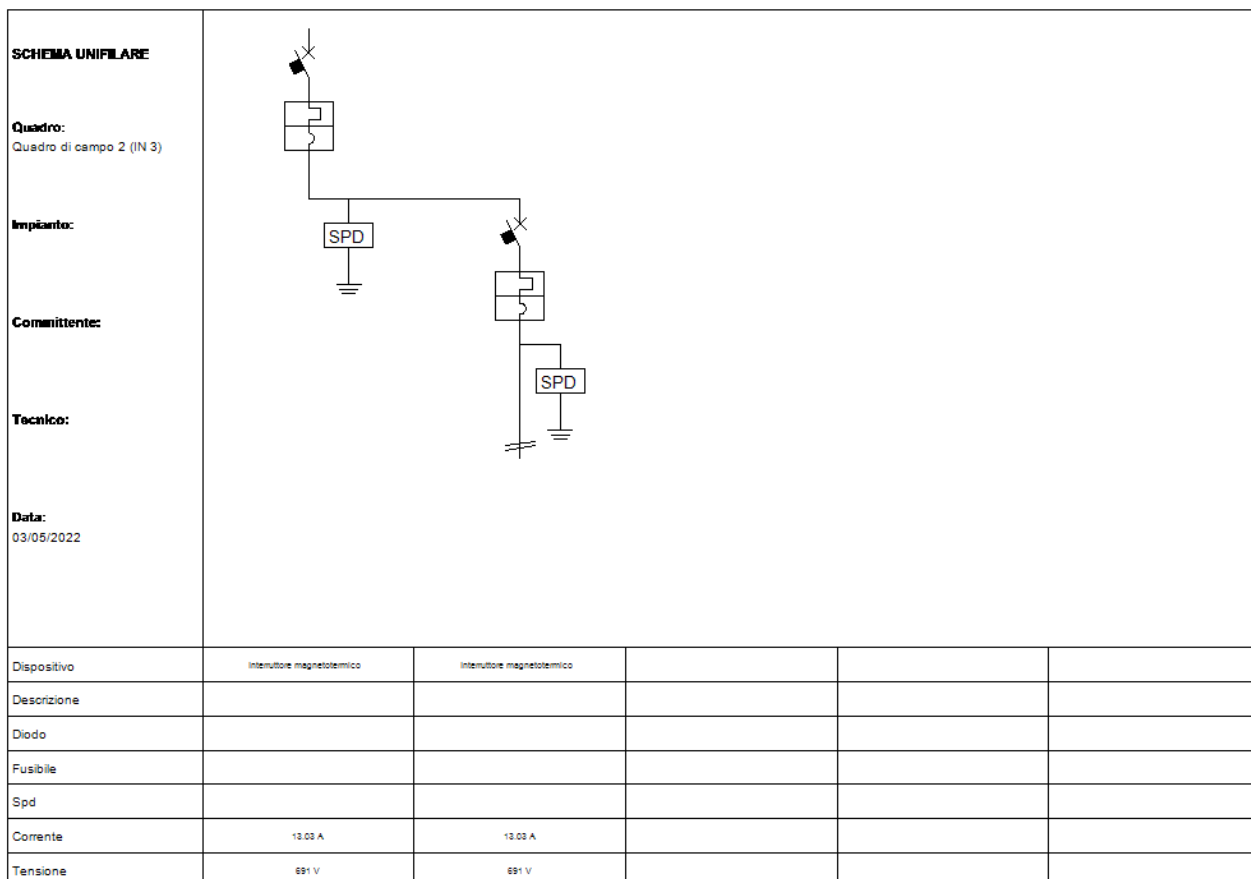


Fig. 9: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

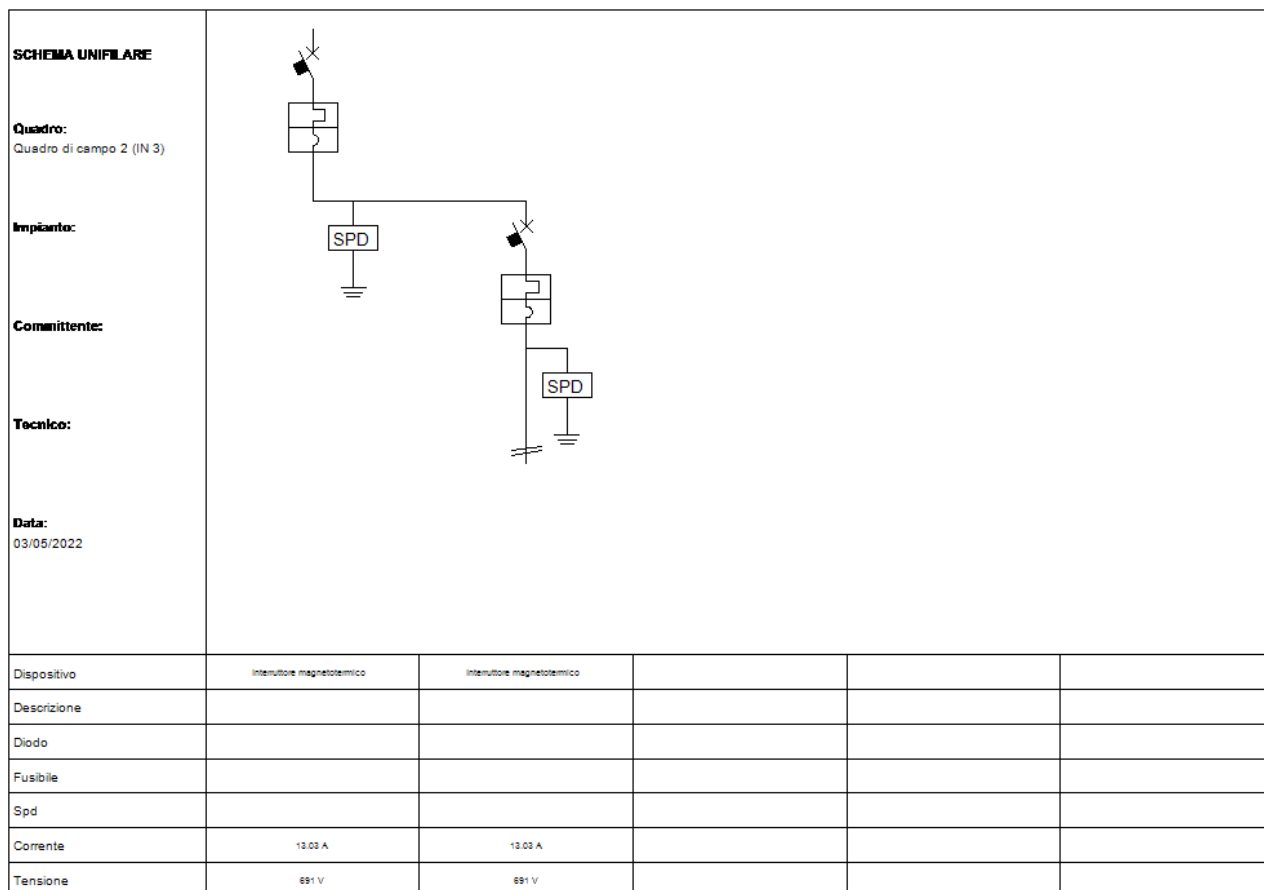


Fig. 10: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 2
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 2.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

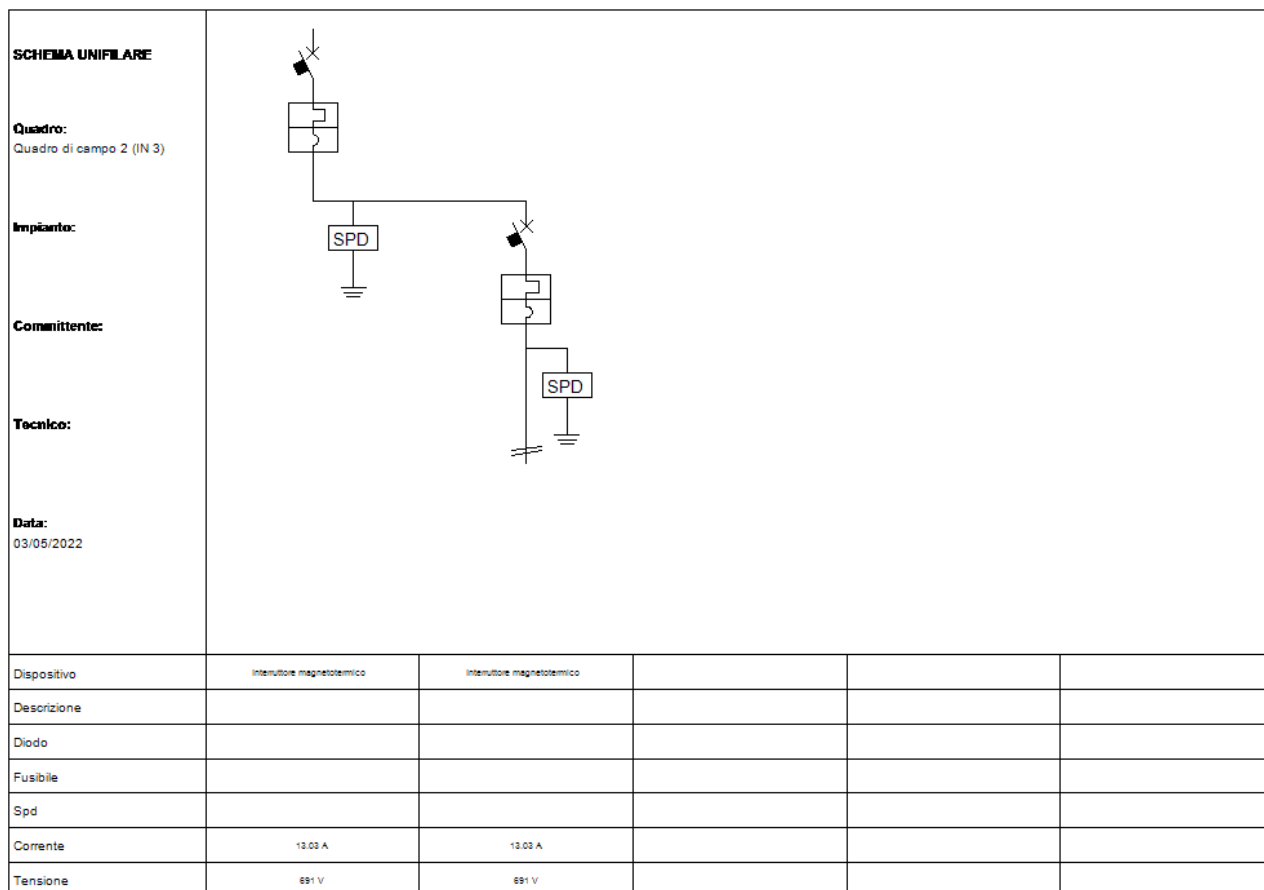


Fig. 11: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo 3	
Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso <b>S 3.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

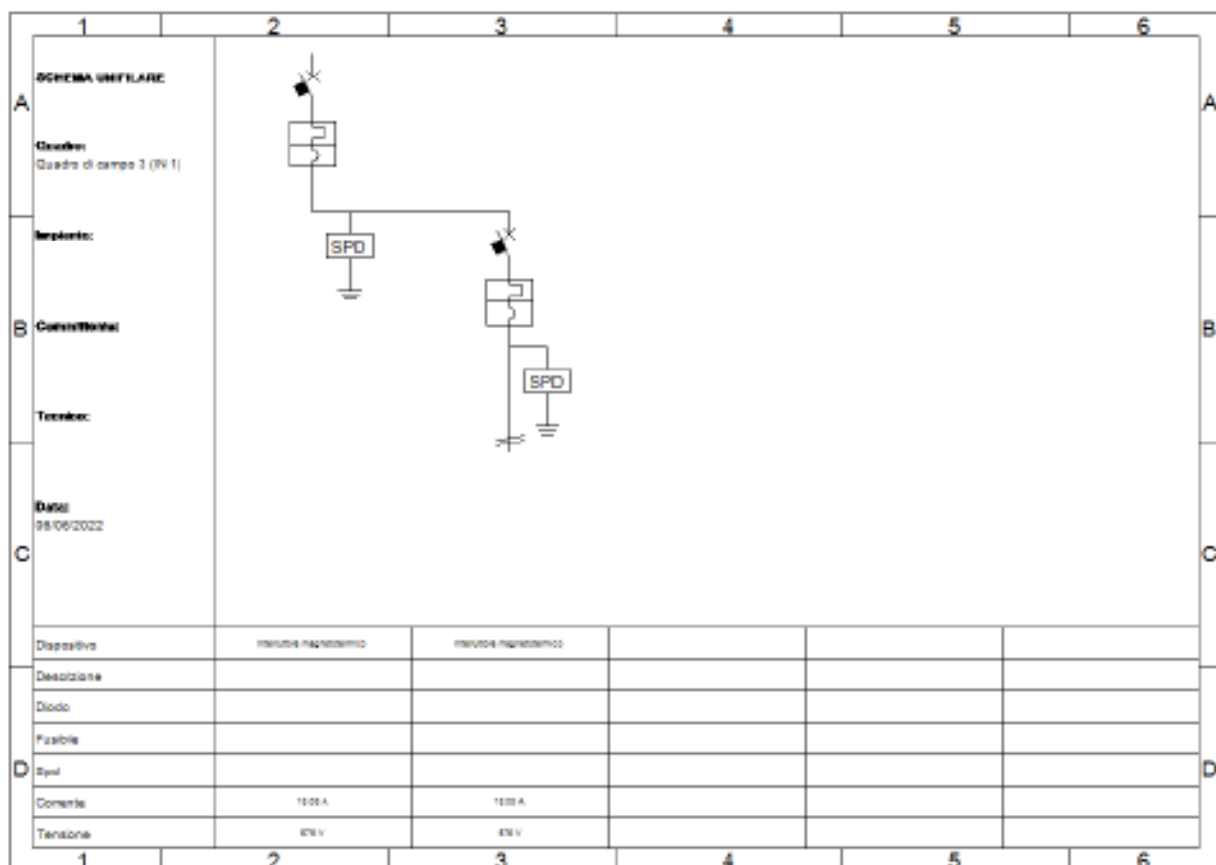


Fig. 12: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 3.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

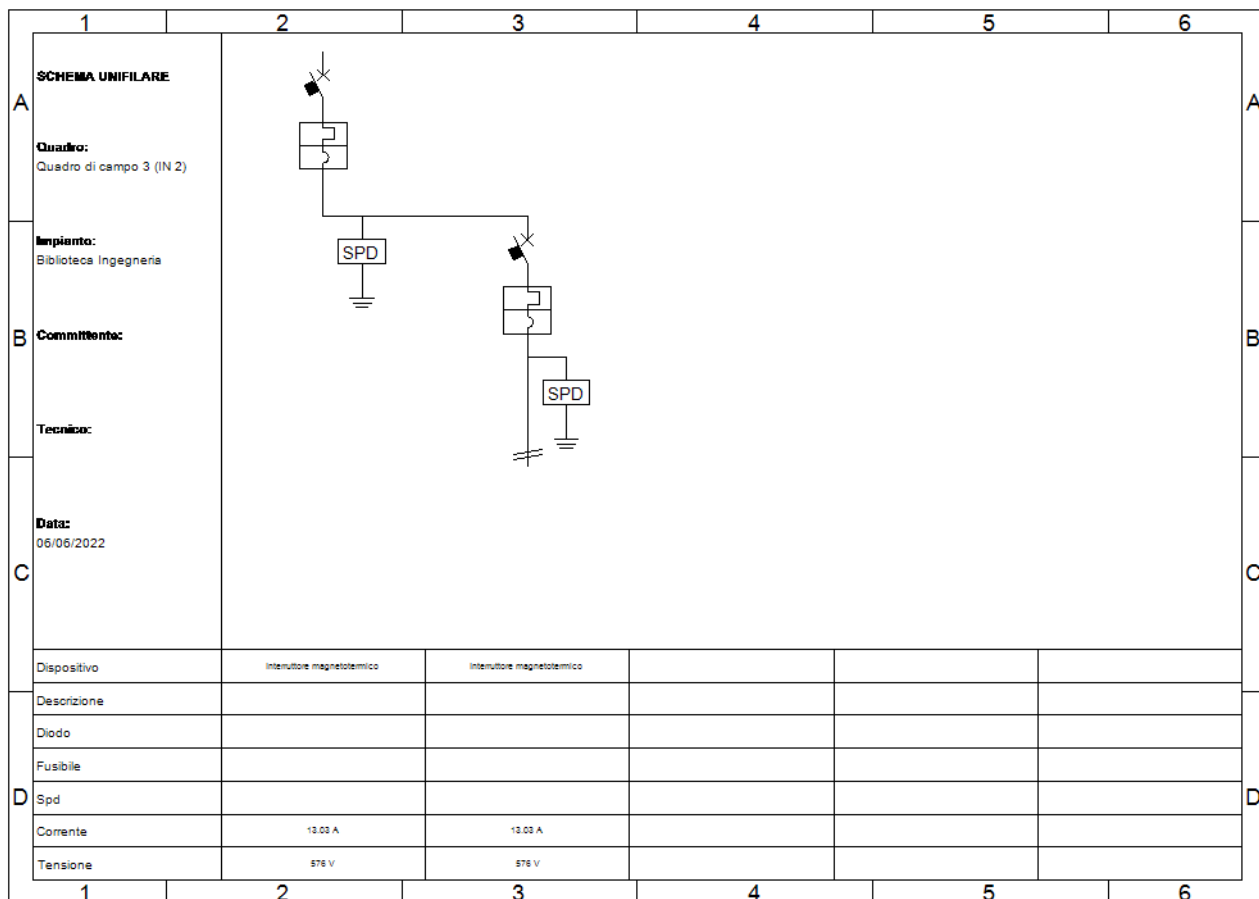


Fig. 13: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 3.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

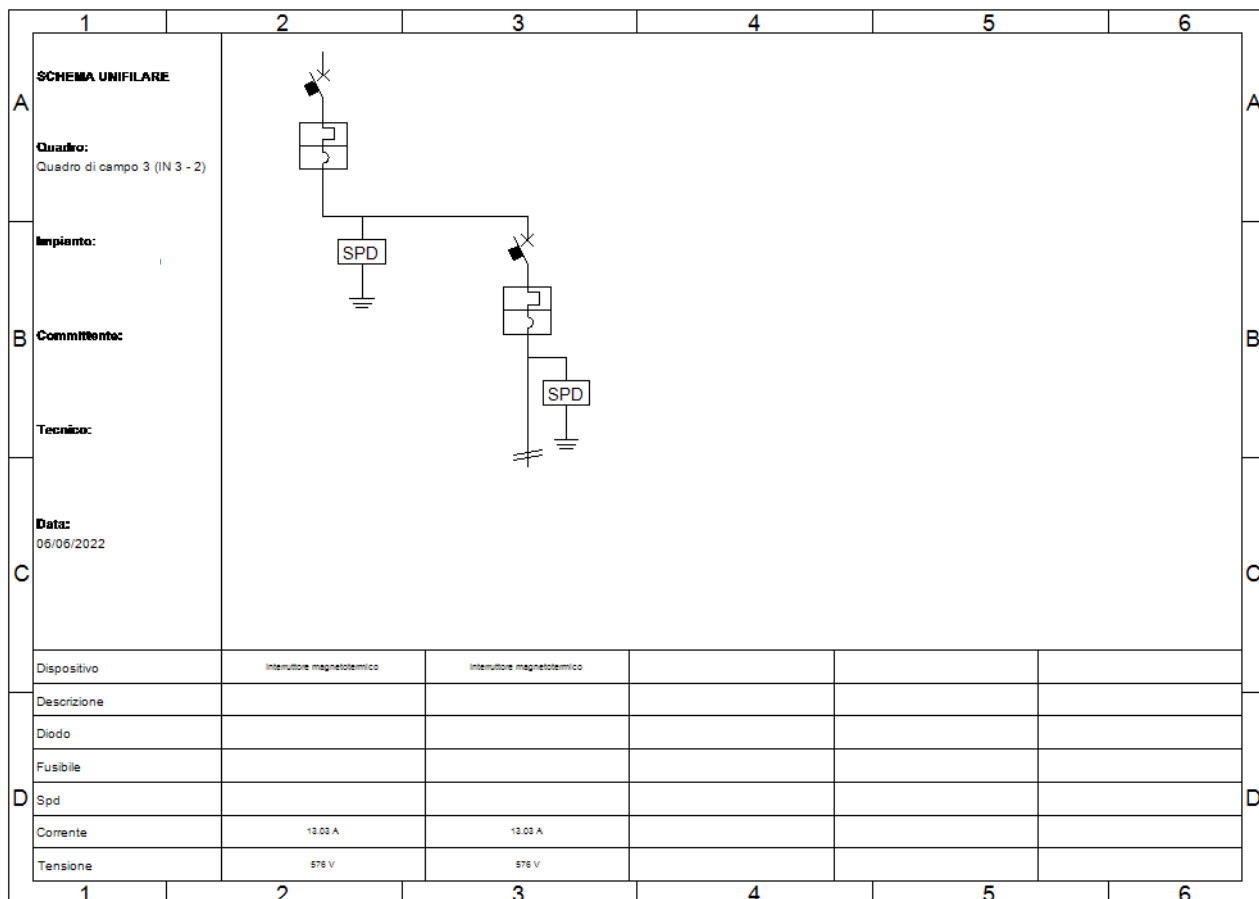


Fig. 14: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

## Schema unifilare

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.



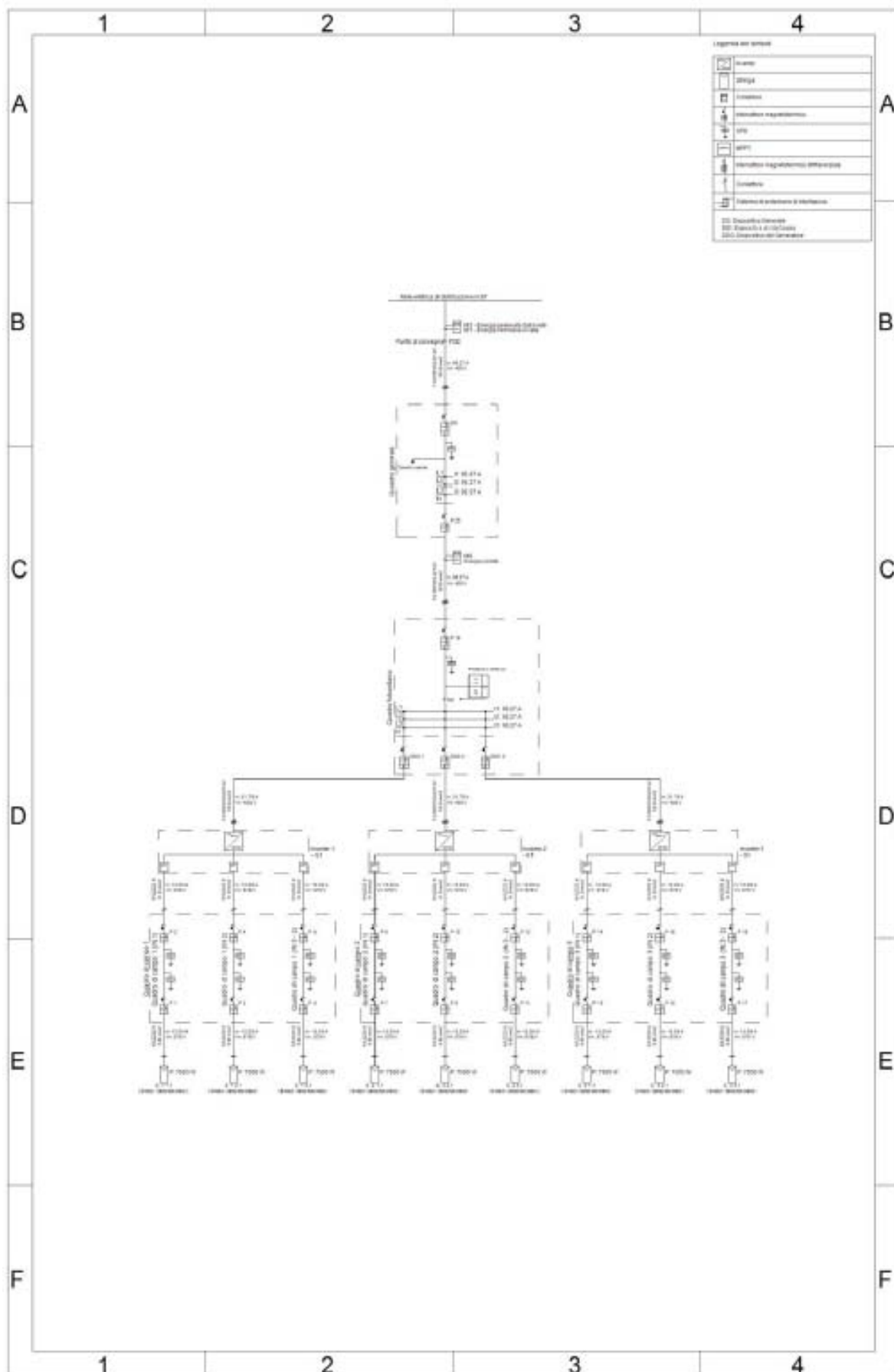


Fig. 15: Schema elettrico unifilare dell'impianto

<b>Riepilogo potenze per fase</b>			
<b>Generatore / sottoimpianto</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>
Generatore 1	22.500 kW	22.500 kW	22.500 kW
<b>Totale</b>	<b>22.500 kW</b>	<b>22.500 kW</b>	<b>22.500 kW</b>

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: **0.000 kW**.

## NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

#### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**  
**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

#### Secondo Conto Energia

**Decreto 19-02-2007:** 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, n. 387.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

#### **Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

**DM 02/03/2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Terzo Conto Energia

**Decreto 6 agosto 2010:** incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Quarto Conto Energia

**Decreto 5 maggio 2011:** incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

#### Quinto Conto Energia

**Decreto 5 luglio 2012:** attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

**Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR:** determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

#### Decreto FER1

**Decreto 4 luglio 2019:** incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.

## Norme Tecniche

---

#### Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 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 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**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 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 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.  
**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.  
**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

#### Altra Normativa sugli impianti elettrici

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.  
**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 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.  
**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.  
**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 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).  
**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 " = 16 A per fase).  
**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati 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):** apparati 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):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).  
**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati 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.  
**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.  
**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 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.  
**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## Delibere AEEGSI

---

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

### Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

#### Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

#### Tariffe

**Delibera 111-06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL** (valido dal 02-04-2019)

**TIT (2018-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione

**TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-09-2018):** testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)

#### TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 128/2017/R/EEL e 96/2018/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EEL:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

#### TEP

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

#### TIQE

**Deliberazione 646/2015/R/EEL:** testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica. Periodo di regolazione 2016-2023 (Versione modificata e integrata con deliberazione 38/2016/R/EEL)

## SEU

**Deliberazione 578/2013/R/EEL:** regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo.

**Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL:** testo integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC (Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL, 458/2016/R/EEL, 788/2016/R/EEL, 276/2017/R/EEL, 894/2017/R/EEL, 921/2017/R/EEL e 426/2018/R/EEL).

**Deliberazione 609/2014/R/EEL:** prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).

## Agenzia delle Entrate

---

**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello – Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Circolare del 06/07/2009 n. 32/E:** imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

**Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.

**Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E:** trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.

**Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E :**interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).

**Risoluzione del 06/12/2012:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

**Risoluzione del 02/04/2013 n. 22/E:** applicabilità della detrazione fiscale del 36 per cento, prevista dall'art. 16-bis del TUIR, alle spese di acquisto e installazione di un impianto fotovoltaico diretto alla produzione di energia elettrica.

**Circolare del 19/12/2013 n. 36/E:** impianti fotovoltaici – Profili catastali e aspetti fiscali.

**Risoluzione del 15/10/2015 n. 86/E:** tassazione forfettaria del reddito derivante dalla produzione e dalla cessione di energia elettrica da impianti fotovoltaici - Art. 22 del decreto legge n. 66 del 2014.

**Circolare del 01/02/2016 n. 2/E:** unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa).

## Agenzia del Territorio

---

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Nota Prot. n. 31892 -** Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

## GSE

---

## SSP

**Disposizioni Tecniche di Funzionamento.**

**Regole Tecniche sulla Disciplina dello scambio sul posto.**

## Ritiro dedicato

**Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.**

**Prezzi minimi garantiti.**

## SEU

**Regole applicative per la presentazione della richiesta e il conseguimento della qualifica di SEU e SEESEU.**

**Guida alla qualifica dei sistemi SEU e SEESEU.**

## FER1

**Regolamento Operativo per l'iscrizione ai Registri e alle Aste del DM 4 luglio 2019 (23/08/2019)**

## TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.



## DEFINIZIONI

### Definizioni - Rete Elettrica

---

#### **Distributore**

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

#### **Rete del distributore**

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

#### **Rete BT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

#### **Rete MT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

#### **Utente**

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

#### **Gestore di rete**

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

#### **Gestore Contraente**

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

### Definizioni - Impianto Fotovoltaico

---

#### **Angolo di inclinazione (o di Tilt)**

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

#### **Angolo di orientazione (o di azimut)**

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

#### **BOS (Balance Of System o Resto del sistema)**

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

#### **Generatore o Campo fotovoltaico**

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

#### **Cella fotovoltaica**

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

#### **Condizioni di Prova Standard (STC)**

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

– Temperatura di cella:  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

– Irraggiamento:  $1000\text{ W/m}^2$ , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

#### **Condizioni nominali**

Sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

#### **Costo indicativo cumulato annuo degli incentivi o costo indicativo cumulato degli incentivi**

Sommatoria degli incentivi, gravanti sulle tariffe dell'energia elettrica, riconosciuti a tutti gli impianti alimentati da fonte fotovoltaica in attuazione del presente decreto e dei precedenti provvedimenti di incentivazione; ai fini della determinazione del costo generato dai provvedimenti antecedenti al presente decreto, si applicano le modalità previste dal DM 5 maggio 2011; ai fini della determinazione dell'ulteriore costo generato dal presente decreto:

i) viene incluso il costo degli impianti ammessi a registro in posizione utile. A tali impianti, fino all'entrata in esercizio, è attribuito un incentivo pari alla differenza fra la tariffa incentivante spettante alla data di entrata in esercizio dichiarata dal produttore e il prezzo medio zonale nell'anno precedente a quello di richiesta di iscrizione;

ii) l'incentivo attribuibile agli impianti entrati in esercizio che accedono ad incentivi calcolati per differenza rispetto a tariffe incentivanti costanti, ivi inclusi gli impianti che accedono a tariffe fisse onnicomprensive, è calcolato per differenza con il valore del prezzo zonale nell'anno precedente a quello in corso;

iii) la producibilità annua netta incentivabile è convenzionalmente fissata in  $1200\text{ kWh/kW}$  per tutti gli impianti.

**Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico**

Data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, comunicata dal gestore di rete e dallo stesso registrata in GAUDI.

**Dispositivo del generatore**

Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

**Dispositivo di interfaccia**

Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

**Dispositivo generale**

Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

**Effetto fotovoltaico**

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

**Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup>), intesa come somma dell'area dei moduli.

**Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m<sup>2</sup>) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

**Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico**

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

**Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico**

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore**

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

**Impianto fotovoltaico a concentrazione**

Un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida CEI 82-25.

**Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli non convenzionali e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate.

**Impianto fotovoltaico con innovazione tecnologica**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti caratterizzati da significative innovazioni tecnologiche.

**Impianto fotovoltaico realizzato su un edificio**

Impianto i cui moduli sono posizionati sugli edifici secondo specifiche modalità individuate.

**Impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'UE/SEE**

A prescindere dall'origine delle materie prime impiegate, sono gli impianti fotovoltaici e gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative che utilizzano moduli fotovoltaici e gruppi di conversione realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o che sia parte dell'Accordo sullo Spazio Economico

Europeo - SEE (Islanda, Liechtenstein e Norvegia), nel rispetto dei seguenti requisiti:

1. per i moduli fotovoltaici è stato rilasciato l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation, come indicata nella Guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: a) moduli in silicio cristallino: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; b) moduli fotovoltaici in film sottile (thin film): processo di deposizione, assemblaggio/laminazione e test elettrici; c) moduli in film sottile su supporto flessibile: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; d) moduli non convenzionali e componenti speciali: oltre alle fasi di lavorazione previste per i punti a), b) e c), a seconda della tipologia di modulo, anche le fasi di processo che determinano la non convenzionalità e/o la specialità; in questo caso, all'interno del Factory Inspection Attestation va resa esplicita anche la tipologia di non convenzionalità e/o la specialità.
2. Per i gruppi di conversione è stato rilasciato, da un ente di certificazione accreditato EN 45011 per le prove su tali componenti, l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: progettazione, assemblaggio, misure/collaud.

#### **Impianto - Serra fotovoltaica**

Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili;

#### **Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra**

Impianto per il quale i moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, per le quali si applicano le definizioni di cui all'articolo 20 del DM 6 agosto 2010.

#### **Inseguitore della massima potenza (MPPT)**

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

#### **Energia radiante**

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

#### **Irradiazione**

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

#### **Irraggiamento solare**

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico**

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico in c.a.**

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

#### **Pannello fotovoltaico**

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

#### **Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)**

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico**

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico**

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

#### **Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico**

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

#### **Potenziamento**

Intervento tecnologico, realizzato nel rispetto dei requisiti e in conformità alle disposizioni del presente decreto, eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno tre anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di una o più stringhe di moduli fotovoltaici e dei relativi inverter, la cui potenza

nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera l). L'energia incentivata a seguito di un potenziamento è la produzione aggiuntiva dell'impianto moltiplicata per un coefficiente di gradazione pari a 0,8.

#### **Produzione netta di un impianto**

Produzione lorda diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica.

#### **Produzione lorda di un impianto**

Per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica; per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica.

#### **Produzione netta aggiuntiva di un impianto**

Aumento espresso in kWh, ottenuto a seguito di un potenziamento, dell'energia elettrica netta prodotta annualmente e misurata attraverso l'installazione di un gruppo di misura dedicato.

#### **Punto di connessione**

Punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Radiazione solare**

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m<sup>2</sup>), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

#### **Rifacimento totale**

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi di almeno tutti i moduli e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

#### **Servizio di scambio sul posto**

Servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **Sezioni**

"...l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

- a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;
- b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;
- c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;
- d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;
- e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

#### **Soggetto responsabile**

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

#### **Sottosistema fotovoltaico**

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

#### **Stringa fotovoltaica**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

#### **Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)**

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

#### **Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n° 79 del 16-03-99)**

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto.

**Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione**

Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

**Definizione di Edificio:** "...un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, articolo 2).

**Definizione di Ente locale:** ai sensi del Testo Unico delle Leggi sull'ordinamento degli Enti Locali, si intendono per enti locali i Comuni, le Province, le Città metropolitane, le Comunità montane, le Comunità isolate e le Unioni di comuni. Le norme sugli Enti Locali si applicano, altresì, salvo diverse disposizioni, ai consorzi cui partecipano Enti Locali, con esclusione di quelli che gestiscono attività aventi rilevanza economica ed imprenditoriale e, ove previsto dallo statuto, dei consorzi per la gestione dei servizi sociali. La legge 99/09 ha esteso anche alle Regioni, a partire dal 15/08/09, tale disposizione.

## SCHEDA TECNICHE MODULI

Modulo **M.21005**

### DATI GENERALI

Marca	LONGi Solar Technology Co., Ltd.
Serie	LR5-66HPH 480-505M
Modello	500
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	500.0 W
Im	13.03 A
Isc	13.90 A
Efficienza	21.30 %
Vm	38.38 V
Voc	45.55 V

### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2700 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.048 %/°C
NOCT	45±2 °C
Vmax	1 500.00 V

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 073 mm
Larghezza	1 133 mm
Superficie	2.349 m <sup>2</sup>
Spessore	35 mm
Peso	25.10 kg
Numero celle	132

### NOTE

Note
------

## SCHEDE TECNICHE INVERTER

Inverter **I.1833**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-17/20KTL
Modello	SUN2000-20KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	200.00	950.00	1 000.00	18.00
2	200.00	950.00	1 000.00	18.00
3	200.00	950.00	1 000.00	18.00

**Max pot. FV [W]** 22 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Tensione nominale	-
Rendimento max	<b>98.60 %</b>
Distorsione corrente	<b>3 %</b>
Frequenza	<b>50,60 Hz</b>
Rendimento europeo	<b>98.30 %</b>

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	<b>520 x 266 x 610</b>
Peso	<b>50.00 kg</b>

### NOTE

Note
------

# INDICE

<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
Ubicazione impianto	2
Committente	2
Tecnico	2
<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio sul combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	3
Normativa di riferimento	3
<b>SITO DI INSTALLAZIONE</b>	<b>4</b>
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	4
Disponibilità della fonte solare	4
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4
Fattori morfologici e ambientali	6
Ombreggiamento	6
Riflettanza	7
<b>PROCEDURE DI CALCOLO</b>	<b>8</b>
Criterio generale di progetto	8
Criterio di stima dell'energia prodotta	8
Criterio di verifica elettrica	8
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
Impianto <i>Dipartimento di Ingegneria Tecnologica</i>	10
Scheda tecnica dell'impianto	10
Energia prodotta	10
Specifiche degli altri componenti dell'impianto <i>Dipartimento di Ingegneria Tecnologica</i>	12
Posizionamento dei moduli	12
Cablaggio elettrico	12
Impianto di messa a terra	12
Generatore fotovoltaico Generatore 1	13
Verifiche elettriche MPPT 1	13
Verifiche elettriche MPPT 2	14
Verifiche elettriche MPPT 3	14
Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico	15
Scheda tecnica	15
Schema elettrico	16
Cavi	16
Quadri	17
Schema unifilare	27
<b>NORMATIVA</b>	<b>30</b>
Leggi e decreti	30
Norme Tecniche	31
Delibere AEEGSI	32
Agenzia delle Entrate	34
Agenzia del Territorio	34
GSE	34
TERNA	35
<b>DEFINIZIONI</b>	<b>36</b>



Definizioni - Rete Elettrica	36
Definizioni - Impianto Fotovoltaico	36
<b>SCHEDA TECNICHE MODULI</b>	<b>41</b>
Modulo <b>M.21005</b>	41
<b>SCHEDA TECNICHE INVERTER</b>	<b>42</b>
<b>INDICE</b>	<b>43</b>

# **REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE**

**Potenza = 85.000 kW**

## **Relazione tecnica**

**Impianto:** Dipartimento di Ingegneria Meccanica: Edifici 8.10-8.11

**Committente:** Università degli Studi di Palermo

**Località:** Parco d'Orleans Viale delle Scienze - Palermo (PA)

Palermo,

**Il Tecnico**

(Ing. Dario La Torre)

---

## DATI GENERALI

### Ubicazione impianto

Identificativo dell'impianto	<b>Dipartimento di Ingegneria Meccanica:Edifici 8.10-8.11</b>
Indirizzo	<b>Parco d'Orleans Viale delle Scienze</b>
CAP - Comune	<b>90128-Palermo (PA)</b>

### Committente

Ragione Sociale	<b>Università degli Studi di Palermo</b>
Codice Fiscale	<b>80023730825</b>
P. IVA	<b>80023730825</b>
Indirizzo	<b>Piazza Marina, 61</b>
CAP - Comune	<b>90133 Palermo (PA)</b>

### Tecnico

Nome Cognome Qualifica	<b>Ing. Dario La Torre</b>
Albo	<b>Ingegneri delle Provincia di Palermo</b>
N° Iscrizione	<b>A 5111</b>
Indirizzo	<b>Viale delle Scienze presso Edificio 18</b>
CAP - Comune	<b>90128 Palermo</b>
Telefono	
E-mail	<b>dario.latorre@unipa.it</b>

## PREMESSA

### Valenza dell'iniziativa

Con la realizzazione dell'impianto, denominato "Dipartimento di Ingegneria Meccanica:Edifici 8.10-8.11", si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

### Attenzione per l'ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile. Quindi, considerando l'energia stimata come produzione del primo anno, 111 342,30 kWh, e la perdita di efficienza annuale, 0.90 %, le considerazioni successive valgono per il tempo di vita dell'impianto pari a 20 anni.

#### Risparmio sul combustibile

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].

Questo coefficiente individua le TEP (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Risparmio di combustibile

Risparmio di combustibile in	TEP
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0.187
TEP risparmiate in un anno	16.53
TEP risparmiate in 20 anni	303.88

Fonte dati: Delibera EEN 3/08, art. 2

#### Emissioni evitate in atmosfera

Inoltre, l'impianto fotovoltaico consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e di quelle che contribuiscono all'effetto serra.

Emissioni evitate in atmosfera

Emissioni evitate in atmosfera di	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Polveri
Emissioni specifiche in atmosfera [g/kWh]	474.0	0.373	0.427	0.014
Emissioni evitate in un anno [kg]	41 910.83	32.98	37.76	1.24
Emissioni evitate in 20 anni [kg]	770 275.33	606.14	693.90	22.75

Fonte dati: Rapporto ambientale ENEL 2013

### Normativa di riferimento

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;

- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

## SITO DI INSTALLAZIONE

Il dimensionamento energetico dell'impianto fotovoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e riflettanza).

### Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico

L'installazione dell'impianto è prevista negli spazi disponibili della copertura dell'edificio identificato come 7B. Sono previste delle zone di attraversamento e si prevede di evitare l'interferenza con le strutture fisse presenti in copertura (impianti di condizionamento di grandi dimensioni, impianti fissi a servizio della struttura, ecc.). Laddove sono presenti piccoli impedimenti, come ad esempio unità esterne di condizionamento di piccole dimensioni, si prevede lo spostamento di tali impedimenti in zone prossime al perimetro della copertura o in zone prossime alle strutture esistenti quali torrioni scala.

Gli impianti previsti non dovranno in alcun modo interferire con gli impianti già a servizio della struttura e con le installazioni necessarie al normale svolgimento delle attività interne all'edificio.

### Disponibilità della fonte solare

#### Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati "UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo" relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Palermo (PA) avente latitudine 38°.1167 N, longitudine 13°.3619 E e altitudine di 14 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione oraria media mensile (diretta) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.122	0.328	0.541	0.700	0.758	0.700	0.541	0.328	0.122			
Feb			0.032	0.197	0.416	0.632	0.790	0.848	0.790	0.632	0.416	0.197	0.032		
Mar			0.160	0.430	0.745	1.038	1.246	1.320	1.246	1.038	0.745	0.430	0.160		
Apr		0.075	0.297	0.590	0.909	1.195	1.394	1.465	1.394	1.195	0.909	0.590	0.297	0.075	
Mag	0.005	0.211	0.505	0.856	1.217	1.532	1.747	1.823	1.747	1.532	1.217	0.856	0.505	0.211	0.005
Giu	0.054	0.288	0.603	0.967	1.336	1.653	1.868	1.943	1.868	1.653	1.336	0.967	0.603	0.288	0.054
Lug	0.035	0.287	0.626	1.020	1.420	1.764	1.997	2.080	1.997	1.764	1.420	1.020	0.626	0.287	0.035
Ago		0.154	0.453	0.822	1.208	1.548	1.781	1.864	1.781	1.548	1.208	0.822	0.453	0.154	
Set		0.017	0.227	0.524	0.857	1.162	1.376	1.452	1.376	1.162	0.857	0.524	0.227	0.017	
Ott			0.092	0.358	0.681	0.989	1.208	1.287	1.208	0.989	0.681	0.358	0.092		
Nov				0.215	0.508	0.798	1.009	1.086	1.009	0.798	0.508	0.215			
Dic				0.102	0.305	0.518	0.677	0.735	0.677	0.518	0.305	0.102			

Irradiazione oraria media mensile (diffusa) [MJ/m²]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.149	0.303	0.421	0.496	0.521	0.496	0.421	0.303	0.149			
Feb			0.060	0.246	0.405	0.528	0.605	0.631	0.605	0.528	0.405	0.246	0.060		
Mar			0.189	0.390	0.563	0.696	0.779	0.808	0.779	0.696	0.563	0.390	0.189		

Apr		0.105	0.315	0.510	0.677	0.806	0.887	0.914	0.887	0.806	0.677	0.510	0.315	0.105	
Mag	0.006	0.201	0.395	0.577	0.732	0.852	0.927	0.953	0.927	0.852	0.732	0.577	0.395	0.201	0.006
Giu	0.054	0.238	0.423	0.595	0.742	0.856	0.927	0.951	0.927	0.856	0.742	0.595	0.423	0.238	0.054
Lug	0.032	0.215	0.398	0.568	0.714	0.827	0.897	0.921	0.897	0.827	0.714	0.568	0.398	0.215	0.032
Ago		0.142	0.338	0.521	0.678	0.799	0.874	0.900	0.874	0.799	0.678	0.521	0.338	0.142	
Set		0.025	0.236	0.433	0.602	0.732	0.813	0.841	0.813	0.732	0.602	0.433	0.236	0.025	
Ott			0.102	0.297	0.464	0.592	0.673	0.701	0.673	0.592	0.464	0.297	0.102		
Nov				0.166	0.316	0.430	0.502	0.527	0.502	0.430	0.316	0.166			
Dic				0.121	0.271	0.387	0.460	0.484	0.460	0.387	0.271	0.121			

Irradiazione oraria media mensile (totale) [MJ/m<sup>2</sup>]

Mese	h 05	h 06	h 07	h 08	h 09	h 10	h 11	h 12	h 13	h 14	h 15	h 16	h 17	h 18	h 19
Gen				0.271	0.631	0.962	1.196	1.279	1.196	0.962	0.631	0.271			
Feb			0.092	0.443	0.821	1.160	1.395	1.479	1.395	1.160	0.821	0.443	0.092		
Mar			0.349	0.820	1.308	1.734	2.025	2.128	2.025	1.734	1.308	0.820	0.349		
Apr		0.180	0.612	1.100	1.586	2.001	2.281	2.379	2.281	2.001	1.586	1.100	0.612	0.180	
Mag	0.011	0.412	0.900	1.433	1.949	2.384	2.674	2.776	2.674	2.384	1.949	1.433	0.900	0.412	0.011
Giu	0.108	0.526	1.026	1.562	2.078	2.509	2.795	2.894	2.795	2.509	2.078	1.562	1.026	0.526	0.108
Lug	0.067	0.502	1.024	1.588	2.134	2.591	2.894	3.001	2.894	2.591	2.134	1.588	1.024	0.502	0.067
Ago		0.296	0.791	1.343	1.886	2.347	2.655	2.764	2.655	2.347	1.886	1.343	0.791	0.296	
Set		0.042	0.463	0.957	1.459	1.894	2.189	2.293	2.189	1.894	1.459	0.957	0.463	0.042	
Ott			0.194	0.655	1.145	1.581	1.881	1.988	1.881	1.581	1.145	0.655	0.194		
Nov				0.381	0.824	1.228	1.511	1.613	1.511	1.228	0.824	0.381			
Dic				0.223	0.576	0.905	1.137	1.219	1.137	0.905	0.576	0.223			

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m<sup>2</sup>]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
7.40	9.30	14.60	17.90	22.30	24.10	24.60	21.40	16.30	12.90	9.50	6.90

Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

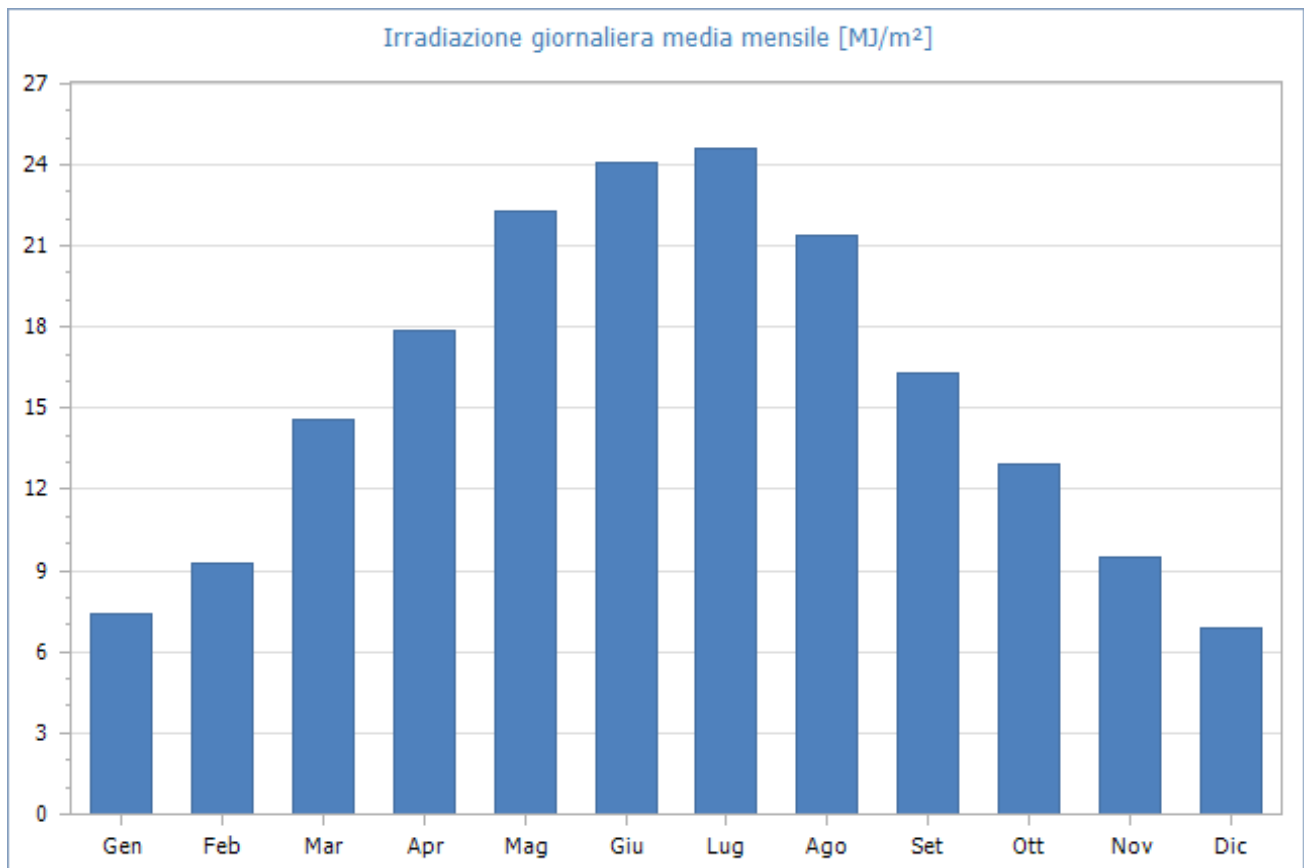


Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]- Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **5 707.50 MJ/m²** (Fonte dati: UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo).

## Fattori morfologici e ambientali

### Ombreggiamento

Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Di seguito il diagramma solare per il comune di Palermo:

## DIAGRAMMA SOLARE

Palermo (PA) - Lat. 38°.1167 N - Long. 13°.3619 E - Alt. 14 m  
Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00

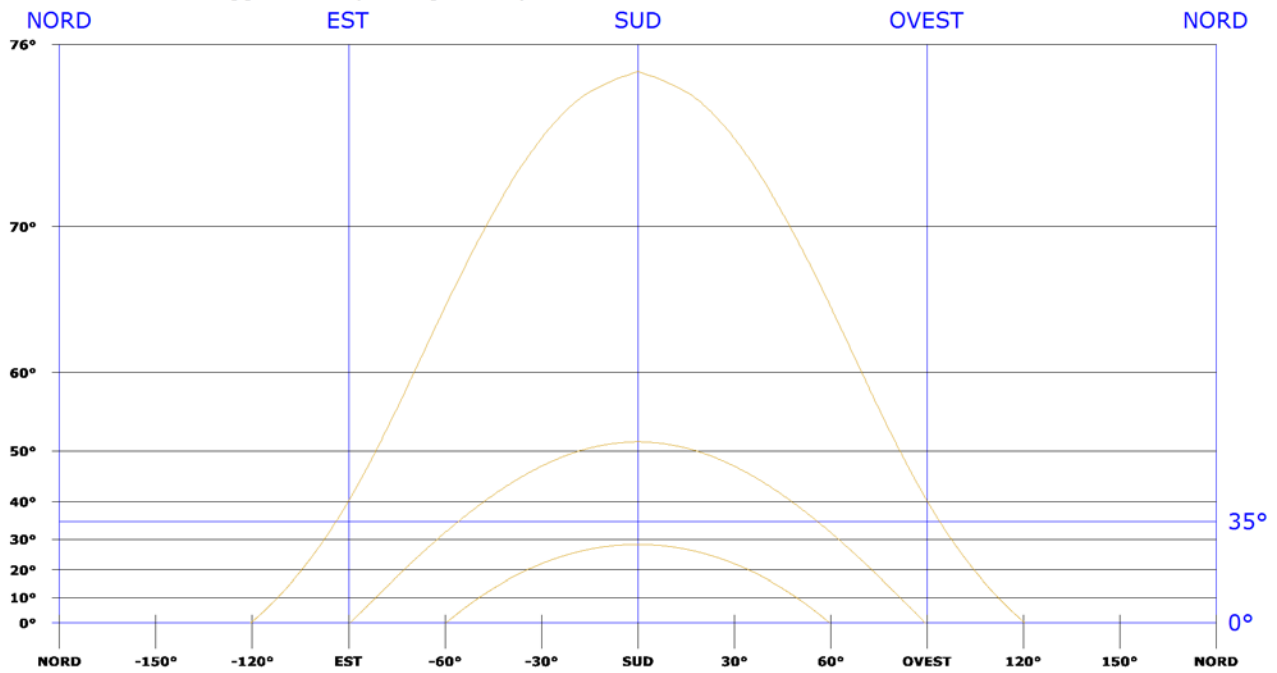


Fig. 2: Diagramma solare

## Riflettanza

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili, considerando anche i valori presenti nella norma UNI 10349:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

La riflettanza media annua è pari a **0.20**.



## PROCEDURE DI CALCOLO

### Criterio generale di progetto

---

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento. In funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita il generatore stesso, sono comunque adottati orientamenti diversi e sono ammessi fenomeni di ombreggiamento, purché adeguatamente valutati.

Perdite d'energia dovute a tali fenomeni incidono sul costo del kWh prodotto e sul tempo di ritorno dell'investimento.

Dal punto di vista dell'inserimento architettonico, nel caso di applicazioni su coperture a falda, la scelta dell'orientazione e dell'inclinazione va effettuata tenendo conto che è generalmente opportuno mantenere il piano dei moduli parallelo o addirittura complanare a quello della falda stessa. Ciò in modo da non alterare la sagoma dell'edificio e non aumentare l'azione del vento sui moduli stessi. In questo caso, è utile favorire la circolazione d'aria fra la parte posteriore dei moduli e la superficie dell'edificio, al fine di limitare le perdite per temperatura.

### Criterio di stima dell'energia prodotta

---

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante le seguenti formule:

$$\text{Totale perdite standard [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

$$\text{Totale perdite con ottimizzatore [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

### Criterio di verifica elettrica

---

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

**TENSIONI MPPT**

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 70 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

**TENSIONE MASSIMA**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

**TENSIONE MASSIMA MODULO**

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

**CORRENTE MASSIMA**

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

**DIMENSIONAMENTO**

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

### Impianto *Biblioteca di Ingegneria*

L'impianto, denominato "Dipartimento di Ingegneria Meccanica:Edifici 8.10-8.11", è di tipo grid-connected, la tipologia di allaccio è: trifase in bassa tensione.

Ha una potenza totale pari a **67.500 kW** e una produzione di energia annua pari a **111 342,30 kWh** (equivalente a **1 309.91 kWh/kW**), derivante da 170 moduli che occupano una superficie di 399.33 m<sup>2</sup>, ed è composto da 1 generatore.

#### Scheda tecnica dell'impianto

Dati generali	
Committente	Università degli Studi di Palermo
Indirizzo	Parco d'Orleans Viale delle Scienze
CAP Comune (Provincia)	90128 Palermo (PA)
Latitudine	38°.1167 N
Longitudine	13°.3619 E
Altitudine	14 m
Irradiazione solare annua sul piano orizzontale	5 707.50 MJ/m <sup>2</sup>
Coefficiente di ombreggiamento	1.00

Dati tecnici	
Superficie totale moduli	399.33 m <sup>2</sup>
Numero totale moduli	170
Numero totale inverter	4
Energia totale annua	111 342,30 kWh
Potenza totale	85.000 kW
Potenza fase L1	28.333 kW
Potenza fase L2	28.333 kW
Potenza fase L3	28.333 kW
Energia per kW	1 309.91 kWh/kW
Sistema di accumulo	Assente
Capacità di accumulo utile	-
Capacità di accumulo nominale	-
BOS standard	74.97 %

#### Energia prodotta

L'energia totale annua prodotta dall'impianto è **111 342,30 kWh**.

Nel grafico si riporta l'energia prodotta mensilmente:

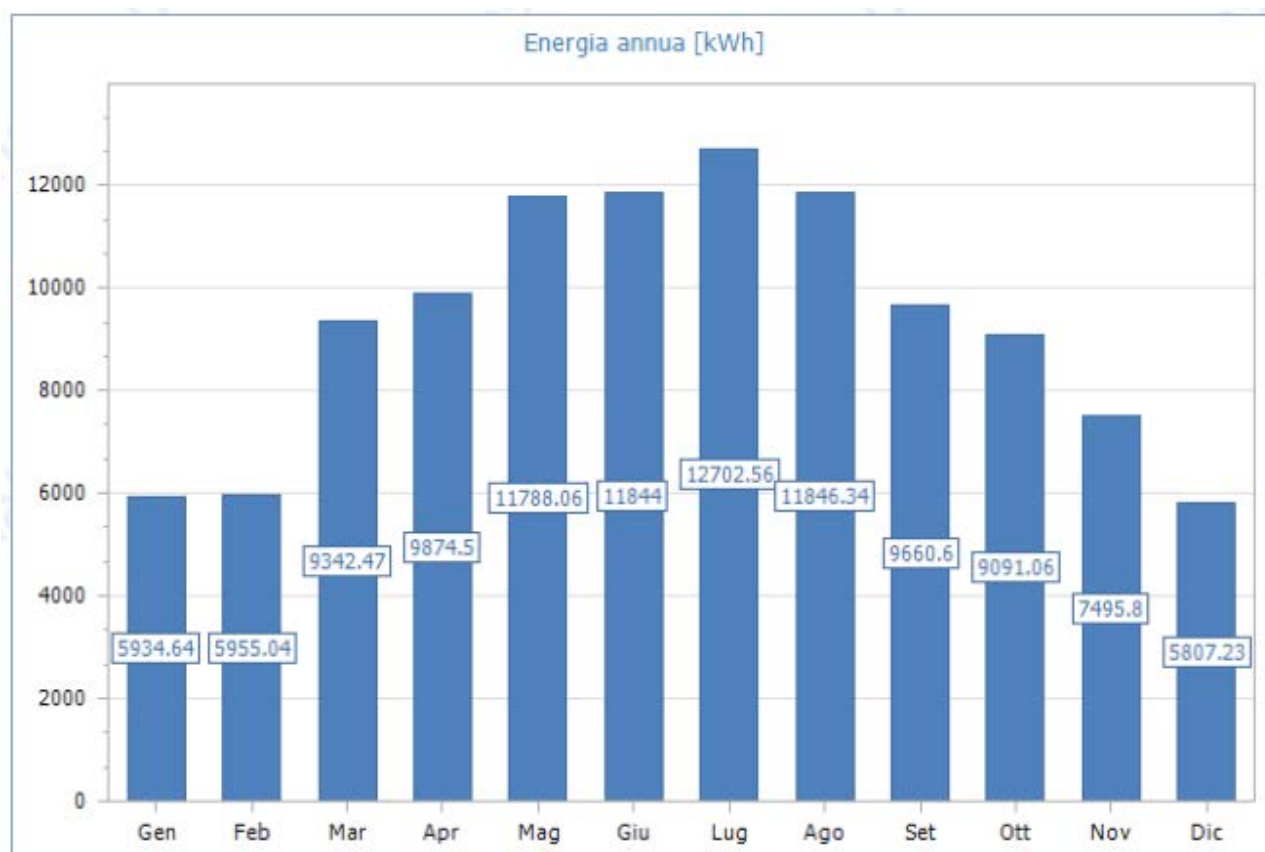


Fig. 3: Energia mensile prodotta dall'impianto

### Posizionamento dei moduli

---

La posizione dei moduli è prevista con inclinazione pari a  $30^\circ$  con direzione a sud. Il loro posizionamento è previsto mediante strutture poggiate provviste di zavorra.

### Cablaggio elettrico

---

Il cablaggio elettrico dei componenti relativi al fotovoltaico avverrà con connettori idonei alla tipologia di applicazione e dotati di opportuna certificazione. La distribuzione all'esterno è prevista in canale metallico o in tubazione rigida tipo RK15. I cavi previsti sono cavo solari tipo H1Z2Z2-K per le connessioni all'interno del campo fotovoltaico e tra il campo fotovoltaico e i relativi quadri. I restanti cavi sono previsti del tipo FG16R16.

### Impianto di messa a terra

---

L'impianto di terra di cui si disporrà è quello della struttura in cui verrà installato l'impianto.

## Generatore fotovoltaico Generatore 1

Dati generali	
Descrizione	<b>Generatore 1</b>
Tipo connessione	<b>trifase</b>
Potenza totale	<b>85.000 kW</b>
Energia totale annua	<b>111 342.30 kWh</b>

Inverter	
Marca – Modello	<b>Huawei Technologies Co., Ltd. - SUN2000-17/20KTL - SUN2000-20KTL</b>
Tipo fase	<b>Trifase</b>
Dimensionamento inverter (compreso tra 70 % e 120 %)	<b>103.53 % (VERIFICATO)</b>
Potenza nominale	<b>22 000 W</b>
Numero inverter	<b>4</b>
Capacità di accumulo integrata	<b>0.00 kWh</b>

	Configurazione inverter			
	N° Inverter	MPPT	Numero di moduli	Stringhe per modulo
Configurazione 1	2	1	20	1 x 20
		2	20	1 x 20
Configurazione 2	2	1	15	1 x 15
		2	15	1 x 15
		3	15	1 x 15

### Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>MPPT min</sub> = 200.00 V	V <sub>MPPT max</sub> = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 853.69 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 767.60 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 656.91 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 997.09 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 911.00 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 800.31 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
V <sub>m</sub> a 70 °C (656.91 V) maggiore di V <sub>mppt min.</sub> (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (853.69 V) minore di V <sub>mppt max.</sub> (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 853.69 V	Vm a 25 °C = 767.60 V	Vm a 70 °C = 656.91 V	
Voc a -10 °C = 997.09 V	Voc a 25 °C = 911.00 V	Voc a 70 °C = 800.31 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (656.91 V) maggiore di VMppt min. (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
Vm a -10 °C (853.69 V) minore di VMppt max. (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (997.09 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

#### Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 1

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	

Im a 25 °C = 13.03 A	Isc a 25 °C = 13.90 A	
----------------------	-----------------------	--

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (492.69 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (640.27 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

#### Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 2

CARATTERISTICHE MODULO			
Vm = 38.38 V	Voc = 45.55 V	Vmax = 1 500.00 V	Coeff. Voc = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
VMppt min = 200.00 V	VMppt max = 950.00 V	Vmax = 1 000.00 V	Imax = 18.00 A
DATI GENERATORE			
Vm a -10 °C = 640.27 V	Vm a 25 °C = 575.70 V	Vm a 70 °C = 492.69 V	
Voc a -10 °C = 747.82 V	Voc a 25 °C = 683.25 V	Voc a 70 °C = 600.24 V	
Im a 25 °C = 13.03 A	Isc a 25 °C = 13.90 A		

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONI MPPT	
Vm a 70 °C (492.69 V) maggiore di Vmppt min. (200.00 V)	VERIFICATO
Vm a -10 °C (640.27 V) minore di Vmppt max. (950.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	VERIFICATO

TENSIONE MASSIMA MODULO	
Voc a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	VERIFICATO

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	VERIFICATO

#### Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 3



CARATTERISTICHE MODULO			
V <sub>m</sub> = 38.38 V	V <sub>oc</sub> = 45.55 V	V <sub>max</sub> = 1 500.00 V	Coeff. V <sub>oc</sub> = -0.2700 %/°C
CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT			
V <sub>MPPT min</sub> = 200.00 V	V <sub>MPPT max</sub> = 950.00 V	V <sub>max</sub> = 1 000.00 V	I <sub>max</sub> = 18.00 A
DATI GENERATORE			
V <sub>m</sub> a -10 °C = 640.27 V	V <sub>m</sub> a 25 °C = 575.70 V	V <sub>m</sub> a 70 °C = 492.69 V	
V <sub>oc</sub> a -10 °C = 747.82 V	V <sub>oc</sub> a 25 °C = 683.25 V	V <sub>oc</sub> a 70 °C = 600.24 V	
I <sub>m</sub> a 25 °C = 13.03 A	I <sub>sc</sub> a 25 °C = 13.90 A		

V <sub>m</sub> a 70 °C (492.69 V) maggiore di V <sub>mppt min</sub> . (200.00 V)	<b>VERIFICATO</b>
V <sub>m</sub> a -10 °C (640.27 V) minore di V <sub>mppt max</sub> . (950.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

TENSIONE MASSIMA	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1 000.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

TENSIONE MASSIMA MODULO	
V <sub>oc</sub> a -10 °C (747.82 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1 500.00 V)	<b>VERIFICATO</b>

CORRENTE MASSIMA	
Corrente max. generata (13.90 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (18.00 A)	<b>VERIFICATO</b>

## Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico

Il campo fotovoltaico, Campo fotovoltaico, ha una potenza pari a **85.000 kW** e una produzione di energia annua pari a **111 342.30 kWh**, derivante da 220 moduli con una superficie totale dei moduli di 399.33 m². Il generatore ha una connessione trifase.

## Scheda tecnica

Dati generali	
Posizionamento dei moduli	<b>Non complanare alle superfici</b>
Struttura di sostegno	<b>Fissa</b>
Inclinazione dei moduli (Tilt)	<b>30°</b>
Orientazione dei moduli (Azimut)	<b>0°</b>
Irradiazione solare annua sul piano dei moduli	<b>1 745.90 kWh/m²</b>
Potenza totale	<b>85.000 kW</b>
Energia totale annua	<b>111 342.30 kWh</b>

Modulo
--------

Marca – Modello	<b>LONGi Solar Technology Co., Ltd. - LR5-66HPH 480-505M - 500</b>
Numero totale moduli	<b>170</b>
Superficie totale moduli	<b>399.33 m<sup>2</sup></b>

## Schema elettrico

Il dispositivo di interfaccia è esterno ai convertitori ed è costituito da: Contattore

La norma di riferimento per il dimensionamento dei cavi è la CEI UNEL 35024 - 35026.

### Cavi

				Risultati		
Descrizione	Designazione	Sezione (mm <sup>2</sup> )	Lung. (m)	Corrente (A)	Portata (A)	Caduta di tensione (%)
Rete - Quadro generale	FG16R16 0,6/1 kV	35.0	50.00	144.34	154.00	0.03
Quadro generale - Quadro fotovoltaico	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	20.00	144.34	154.00	0.03
Quadro fotovoltaico - Inverter 1	FG16R16 0,6/1 kV	10.0	10.00	28.87	60.00	0.03
Inverter 1 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 1 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 1 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 1 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 2 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 2 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 2 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 3 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 3 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 3 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 1		6.0	10.00	26.06	38.00	0.04
Inverter 4 - Quadro di campo 1 (IN 1)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	26.06	54.00	0.04
Quadro di campo 1 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 2		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 4 - Quadro di campo 2 (IN 2)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 2 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Inverter 4 - MPPT 3		6.0	10.00	13.03	38.00	0.01
Inverter 4 - Quadro di campo 3 (IN 3)	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02
Quadro di campo 3 - S	H1Z2Z2-K	6.0	10.00	13.03	54.00	0.02

## Quadri

Quadro generale	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso	Dispositivo
Quadro fotovoltaico	Interruttore magnetotermico

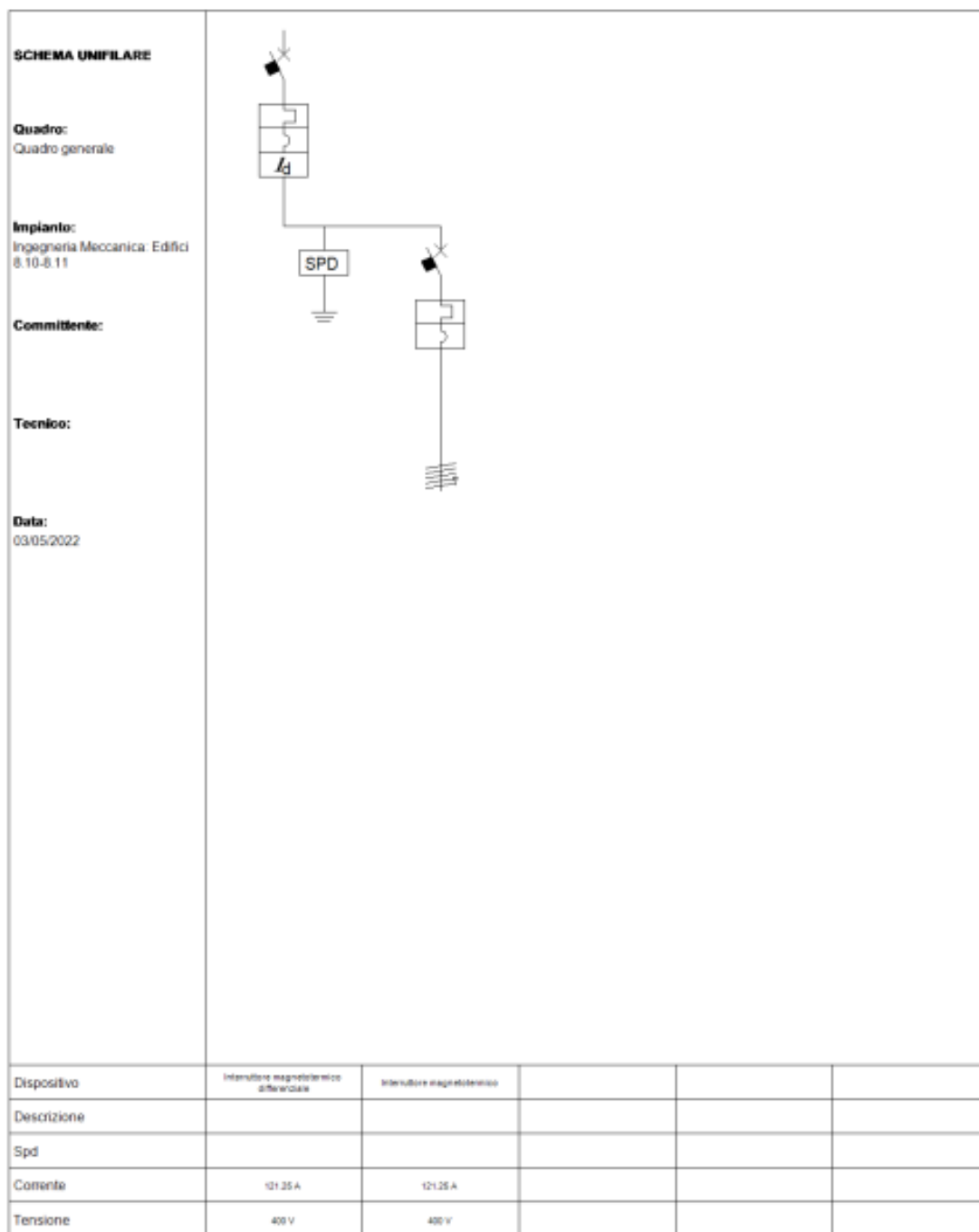


Fig. 4: Schema unifilare quadro "Quadro generale"

Quadro fotovoltaico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso	Dispositivo
Inverter 1	Interruttore magnetotermico
Inverter 2	Interruttore magnetotermico
Inverter 3	Interruttore magnetotermico
Inverter 4	Interruttore magnetotermico

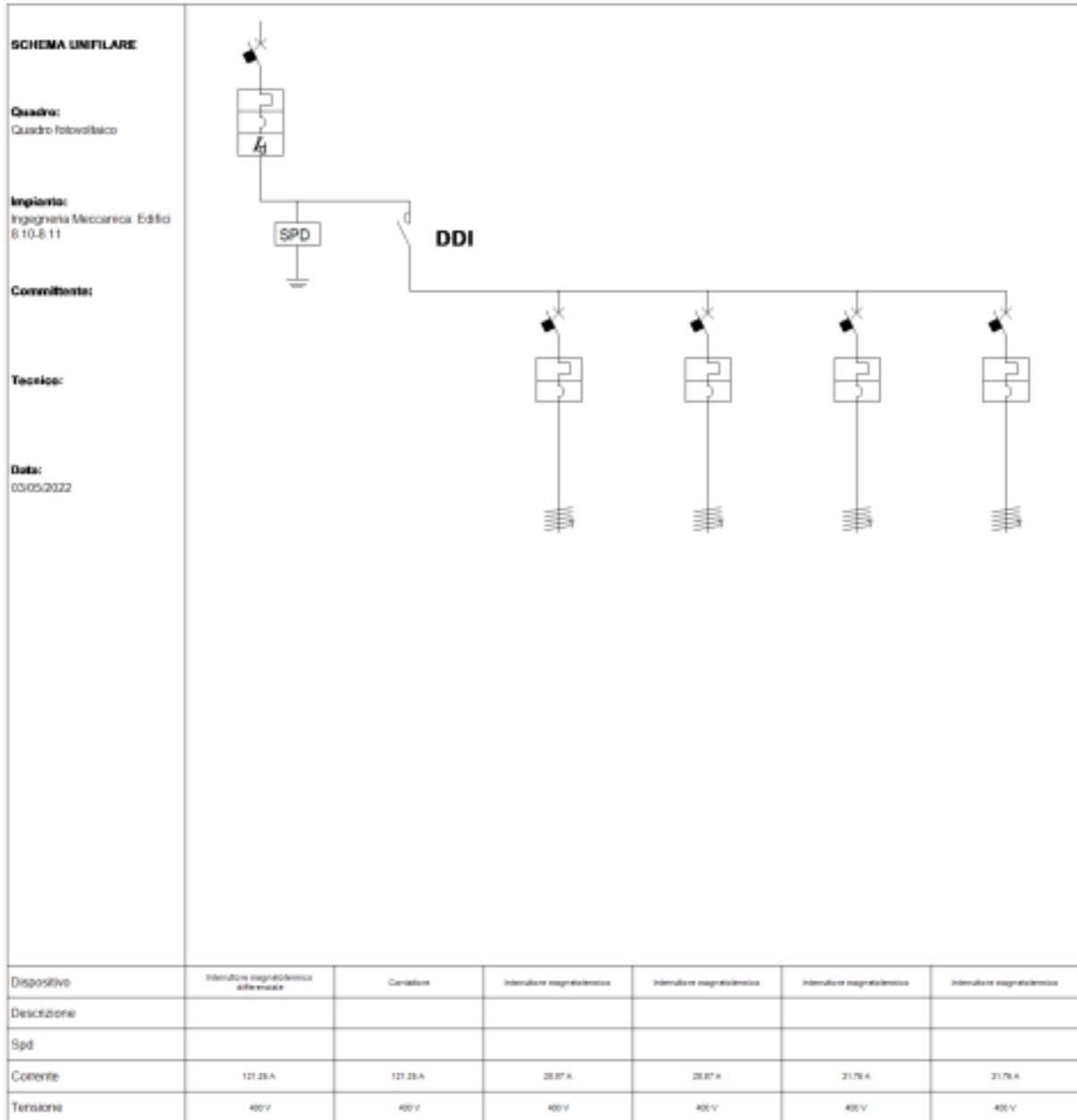


Fig. 5: Schema unifilare quadro "Quadro fotovoltaico"

Quadro di campo 1
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>
SPD uscita presente
<i>Protezione sugli ingressi</i>
Ingresso <b>S 1.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>
SPD presente

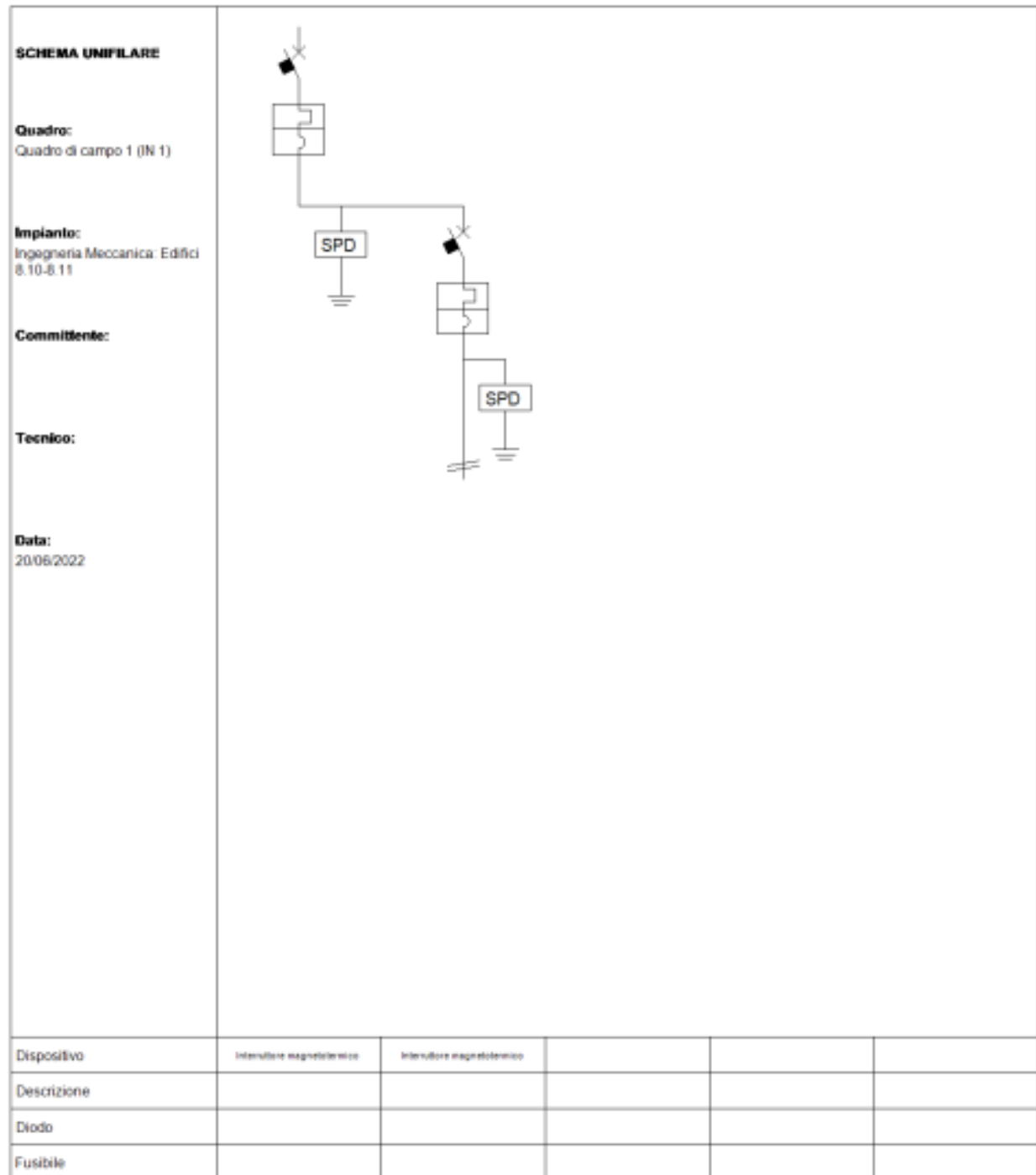


Fig. 6: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 1	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 1.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

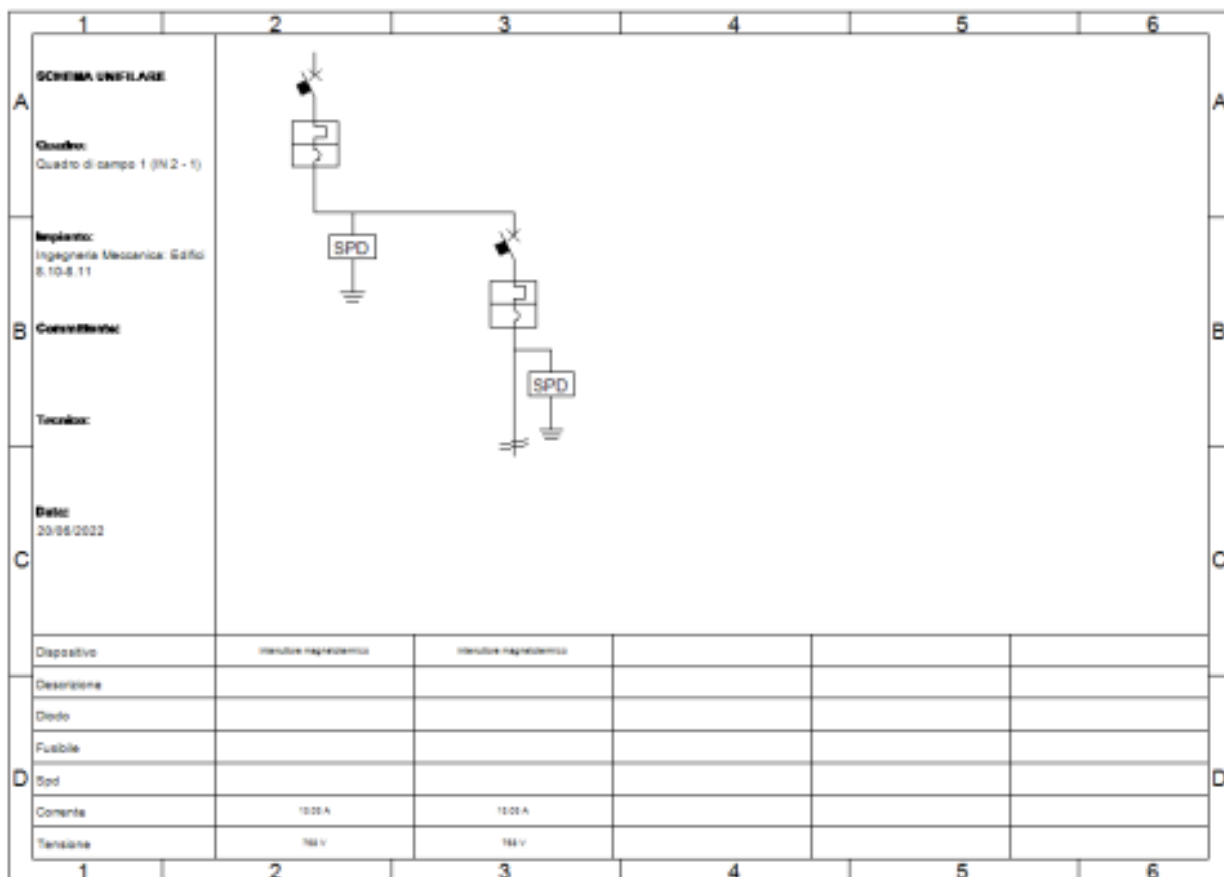


Fig. 7: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 1"

Quadro di campo 2	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 2.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

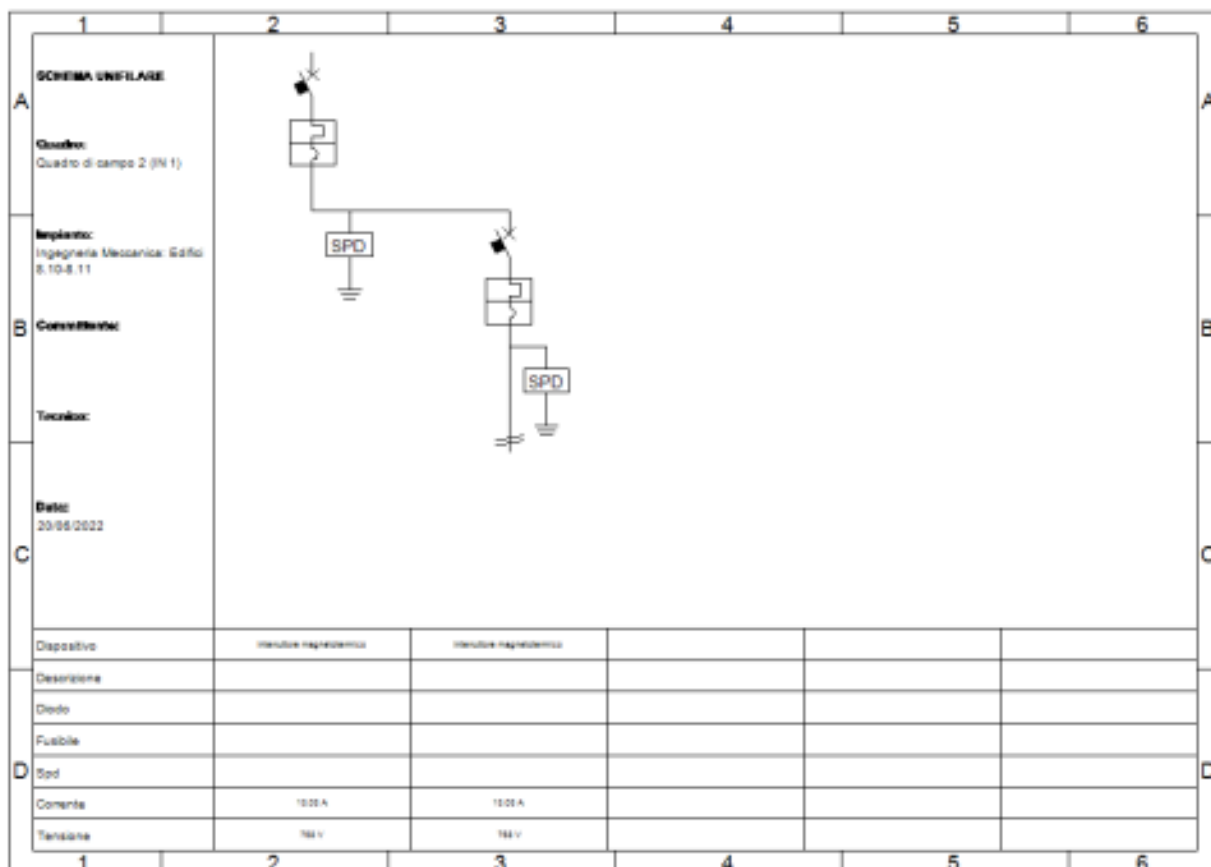


Fig. 8: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"



Quadro di campo 2	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 2.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

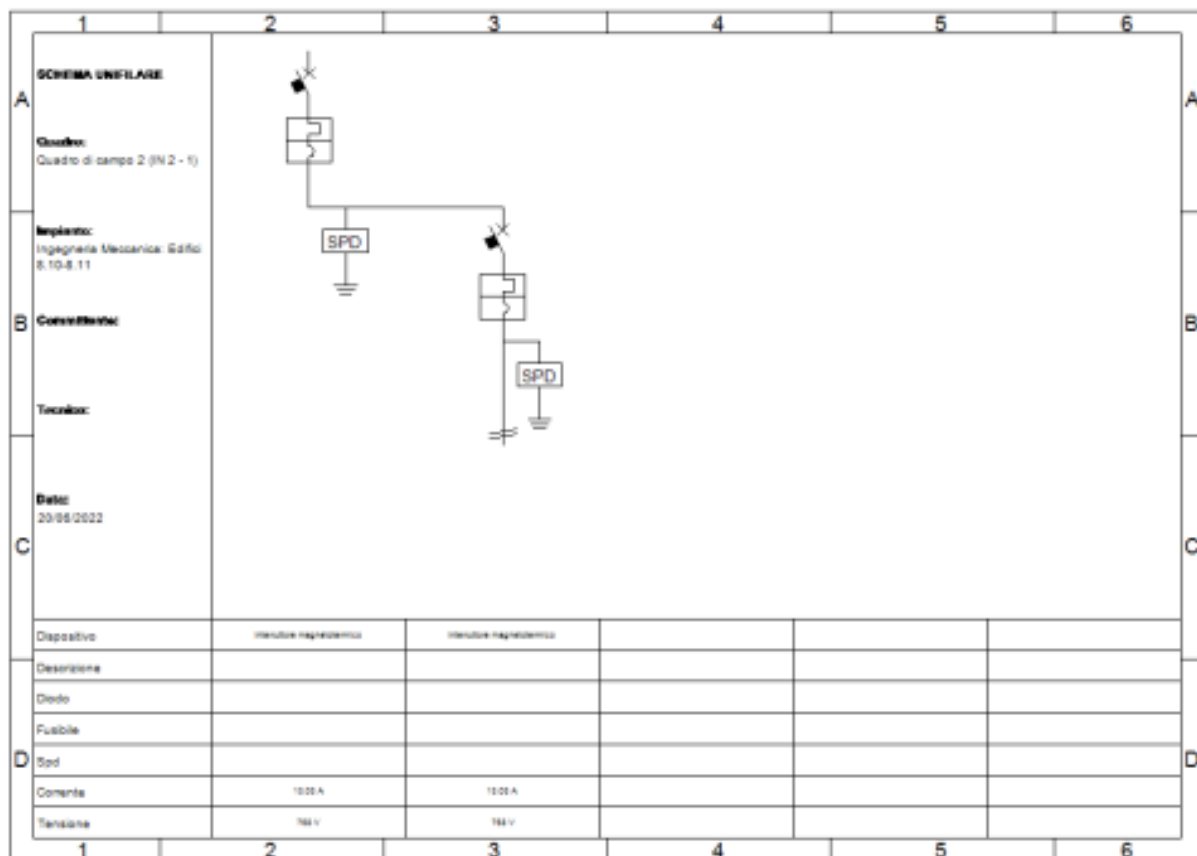


Fig. 9: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 2"

Quadro di campo3	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 3.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

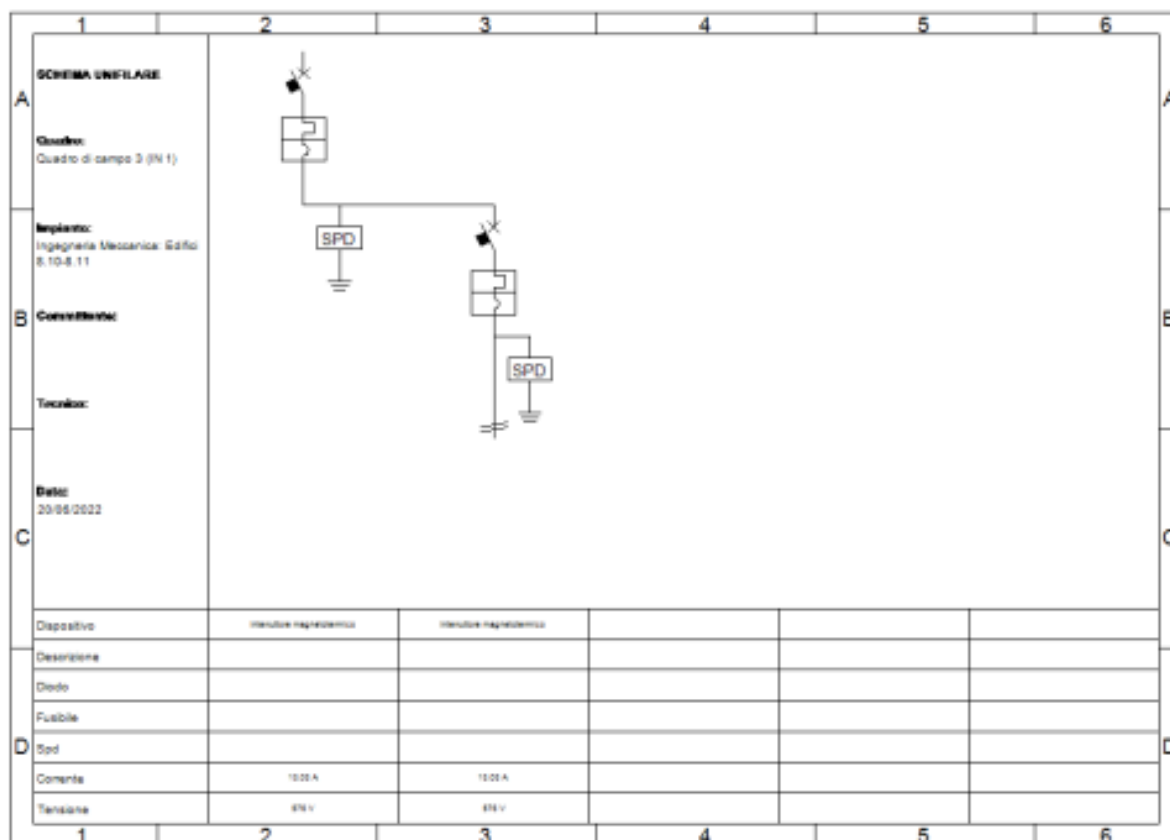


Fig. 10: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 3.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

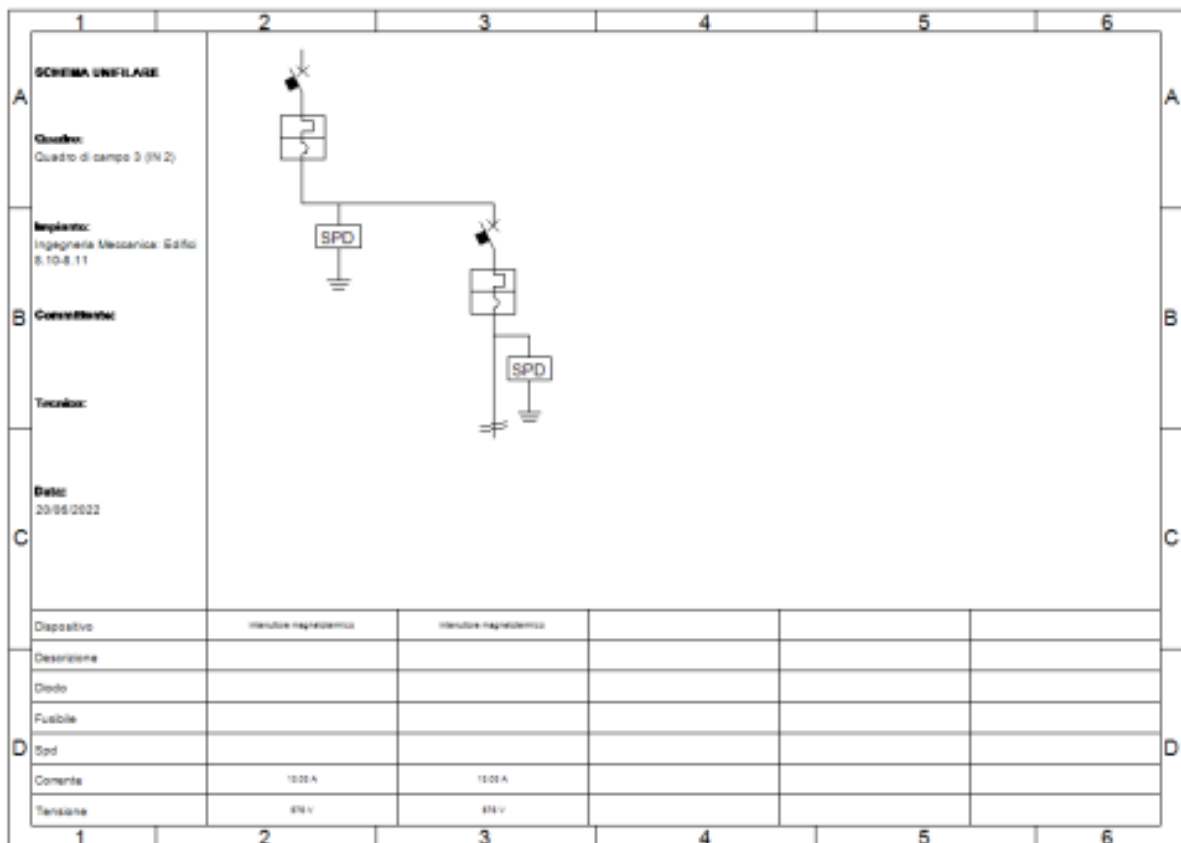


Fig. 11: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 3	
Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico	
SPD uscita presente	
Protezione sugli ingressi	
Ingresso <b>S 3.3.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

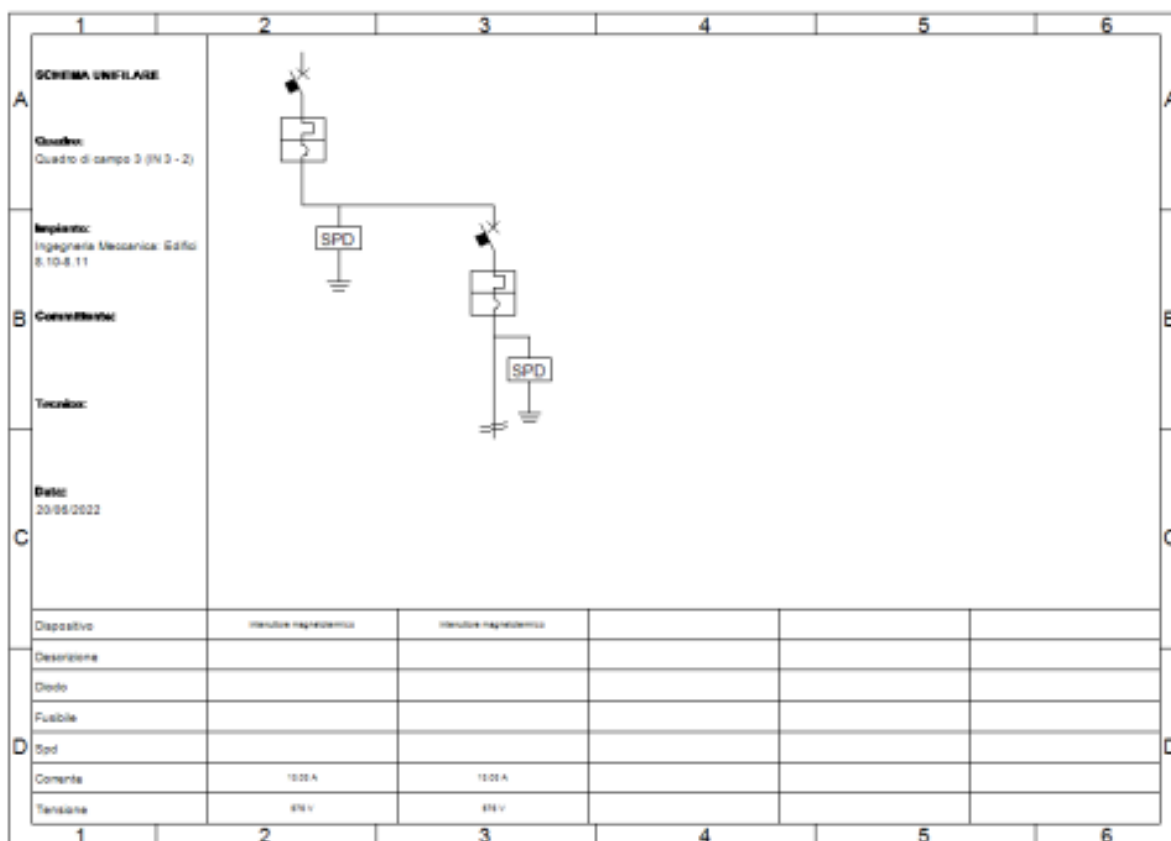


Fig. 12: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 3"

Quadro di campo 4	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 4.1.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

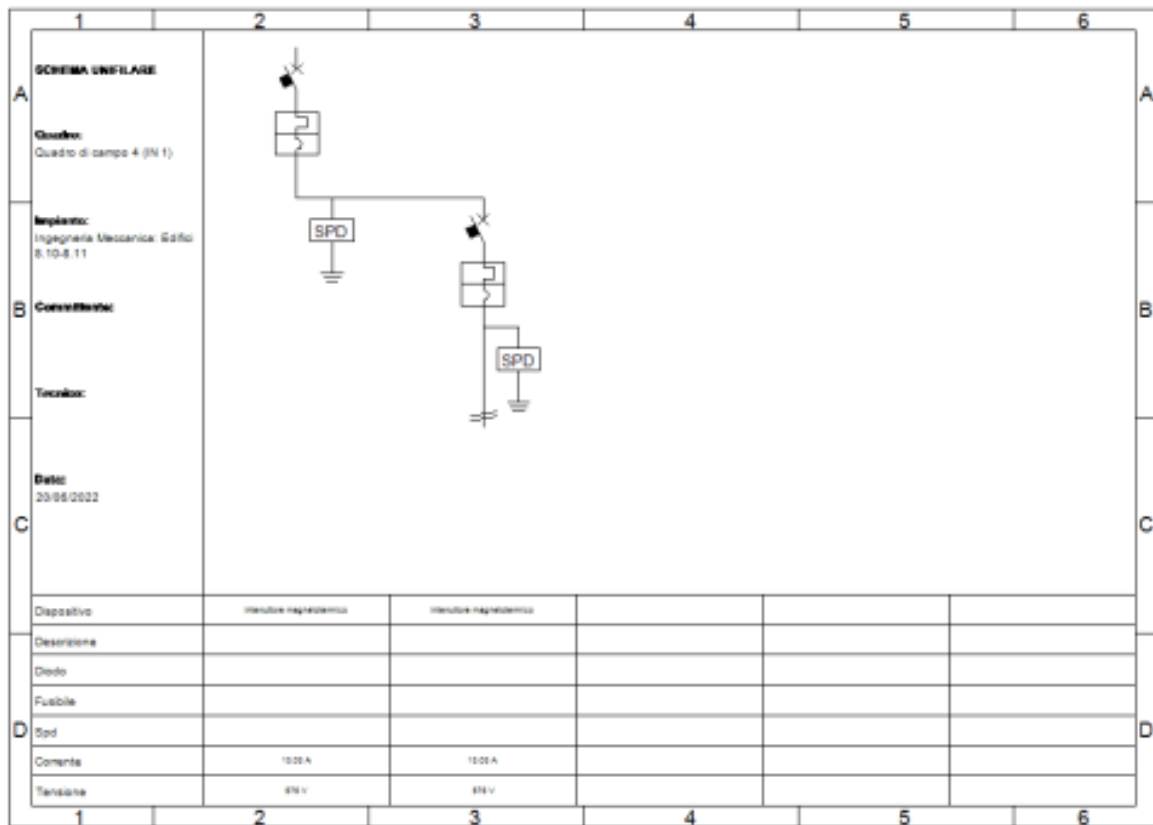


Fig. 13: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

Quadro di campo 4	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 4.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

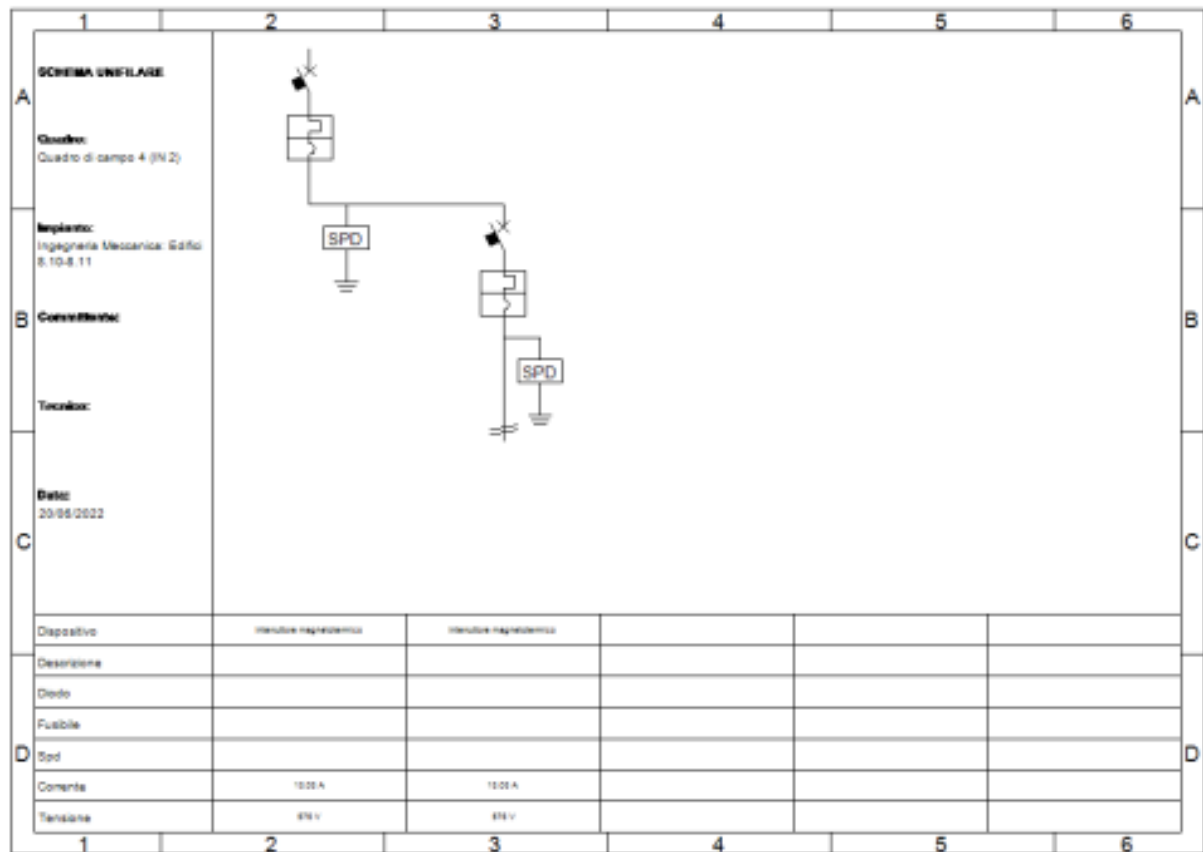


Fig. 14: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

Quadro di campo 4	
<i>Protezione in uscita: Interruttore magnetotermico</i>	
SPD uscita presente	
<i>Protezione sugli ingressi</i>	
Ingresso <b>S 4.2.1 (Campo fotovoltaico) : Interruttore magnetotermico</b>	
SPD presente	

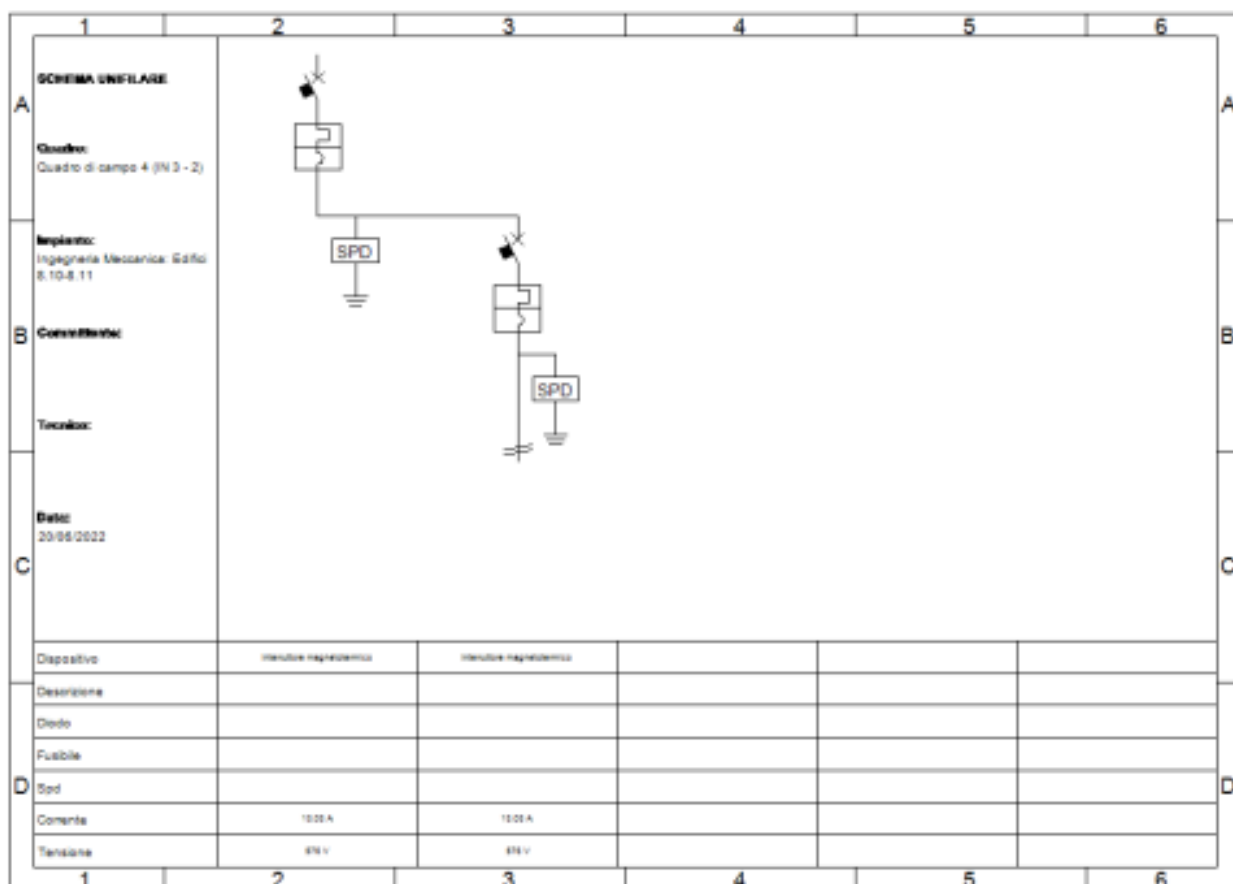


Fig. 15: Schema unifilare quadro "Quadro di campo 4"

## Schema unifilare

---

Il disegno successivo riporta lo schema unifilare dell'impianto, in cui sono messi in evidenza i sottosistemi e le apparecchiature che ne fanno parte.



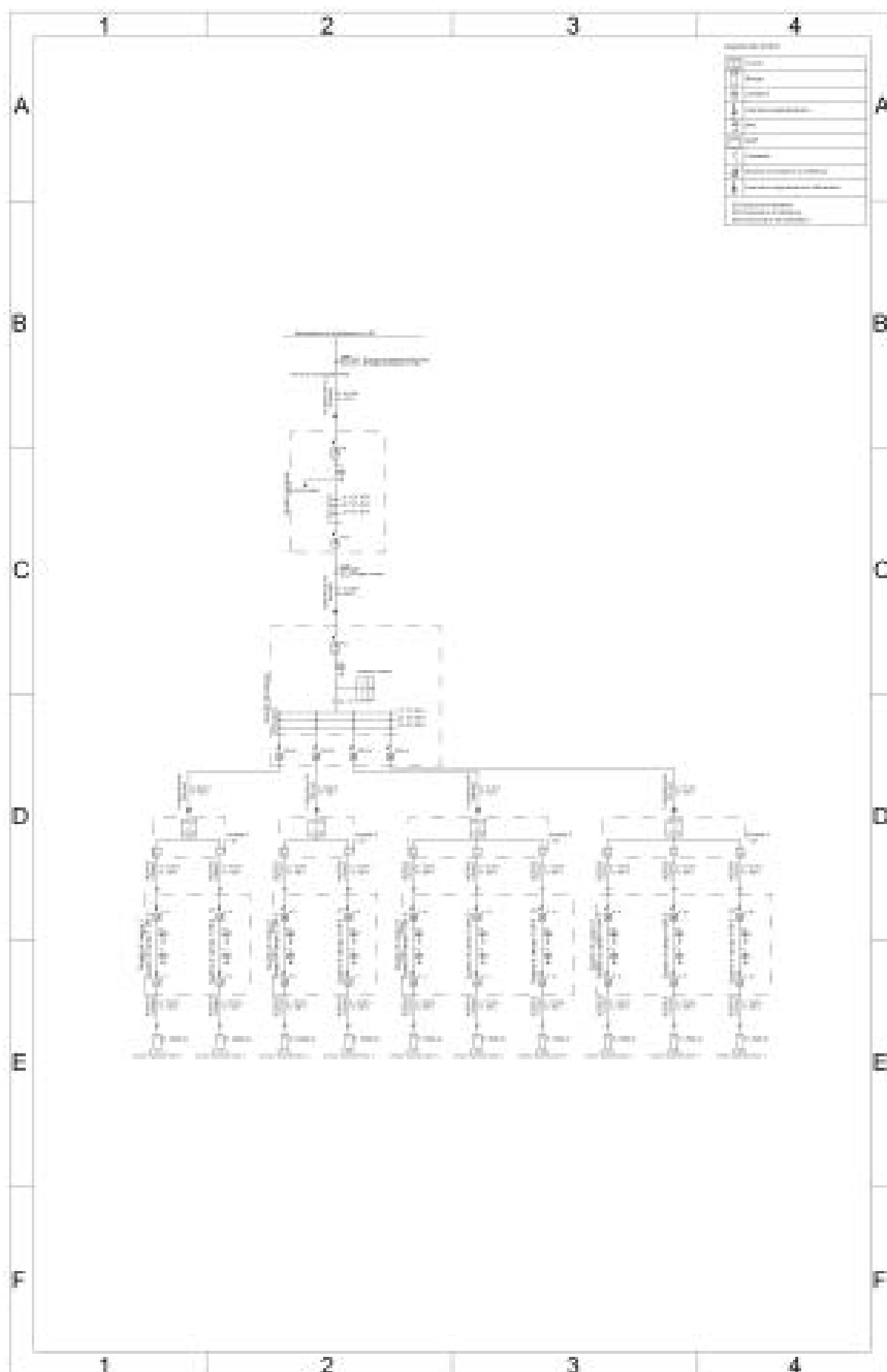


Fig. 15: Schema elettrico unifilare dell'impianto

<b>Riepilogo potenze per fase</b>			
<b>Generatore / sottoimpianto</b>	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>
Generatore 1	28.333 kW	28.333 kW	28.333 kW
<b>Totale</b>	<b>28.333 kW</b>	<b>28.333 kW</b>	<b>28.333 kW</b>

La differenza fra la potenza installata sulla fase con più generazione e quella con meno generazione risulta pari a: **0.000 kW**.

## NORMATIVA

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Si applicano inoltre i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica e le prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF.

### Leggi e decreti

---

#### Normativa generale

**Decreto Legislativo n. 504 del 26-10-1995, aggiornato 1-06-2007:** Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.

**Decreto Legislativo n. 387 del 29-12-2003:** attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

**Legge n. 239 del 23-08-2004:** riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.

**Decreto Legislativo n. 192 del 19-08-2005:** attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 311 del 29-12-2006:** disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

**Decreto Legislativo n. 115 del 30-05-2008:** attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.

**Decreto Legislativo n. 56 del 29-03-2010:** modifiche e integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115.

**Decreto del presidente della repubblica n. 59 del 02-04-2009:** regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

**Decreto Legislativo n. 26 del 2-02-2007:** attuazione della direttiva 2003/96/CE che ristruttura il quadro comunitario per la tassazione dei prodotti energetici e dell'elettricità.

**Decreto Legge n. 73 del 18-06-2007:** testo coordinato del Decreto Legge 18 giugno 2007, n. 73.

**Decreto 2-03-2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

**Legge n. 99 del 23 luglio 2009:** disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia.

**Legge 13 Agosto 2010, n. 129 (GU n. 192 del 18-8-2010):** Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2010, n. 105, recante misure urgenti in materia di energia. Proroga di termine per l'esercizio di delega legislativa in materia di riordino del sistema degli incentivi. (Art. 1-septies - Ulteriori disposizioni in materia di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili).

**Decreto legislativo del 3 marzo 2011, n. 28:** Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.

**Decreto legge del 22 giugno 2012, n. 83:** misure urgenti per la crescita del Paese.

**Legge 11 agosto 2014, n. 116:** conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (GU Serie Generale n.192 del 20-8-2014 - Suppl. Ordinario n. 72).

**Decreto Ministero dello sviluppo economico del 19 maggio 2015 (GU n.121 del 27-5-2015):** approvazione del modello unico per la realizzazione, la connessione e l'esercizio di piccoli impianti fotovoltaici integrati sui tetti degli edifici.

#### Sicurezza

**D.Lgs. 81/2008:** (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

**DM 37/2008:** sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

#### Ministero dell'interno

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.**

**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.**  
**"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".**

#### Secondo Conto Energia

**Decreto 19-02-2007:** 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, n. 387.

**Legge n. 244 del 24-12-2007 (Legge finanziaria 2008):** disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato.

#### **Decreto Attuativo 18-12-2008 - Finanziaria 2008**

**DM 02/03/2009:** disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Terzo Conto Energia

**Decreto 6 agosto 2010:** incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### Quarto Conto Energia

**Decreto 5 maggio 2011:** incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

#### Quinto Conto Energia

**Decreto 5 luglio 2012:** attuazione dell'art. 25 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici.

**Deliberazione 12 luglio 2012 292/2012/R/EFR:** determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 5 luglio 2012.

#### Decreto FER1

**Decreto 4 luglio 2019:** incentivazione dell'energia elettrica prodotta dagli impianti eolici on shore, solari fotovoltaici, idroelettrici e a gas residuati dei processi di depurazione.

### Norme Tecniche

---

#### Normativa fotovoltaica

**CEI 82-25:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI 82-25; V2:** guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

**CEI EN 60904-1(CEI 82-1):** dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

**CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):** dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

**CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):** dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

**CEI EN 61215 (CEI 82-8):** moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

**CEI EN 61646 (82-12):** moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 61724 (CEI 82-15):** rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

**CEI 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 62108 (82-30):** moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

**CEI EN 62093 (CEI 82-24):** componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

**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 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 62446 (CEI 82-38):** grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.  
**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.  
**UNI 10349:** riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

#### Altra Normativa sugli impianti elettrici

**CEI 0-2:** guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.  
**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 11-20:** impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.  
**CEI EN 50438 (CT 311-1):** prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.  
**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 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).  
**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 " = 16 A per fase).  
**CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):** apparati 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):** apparati 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):** apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).  
**CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):** apparati 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.  
**CEI 81-3:** valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.  
**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 13-4:** sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.  
**CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:** requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

## Delibere AEEGSI

---

### Connessione

**Delibera ARG/ELT n. 33-08:** condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.  
**Deliberazione 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

### Ritiro dedicato

**Delibera ARG/ELT n. 280-07:** modalità e condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387-03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239-04.

#### Servizio di misura

**Delibera ARG/ELT n. 88-07:** disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.

**TIME (2016-2019) - Allegato B Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione del servizio di misura dell'energia elettrica.

#### Tariffe

**Delibera 111-06:** condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.

**TIV - Allegato A - Deliberazione 19 luglio 2012 301/2012/R/EEL** (valido dal 02-04-2019)

**TIT (2018-2019) - Allegato A Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle disposizioni per l'erogazione dei servizi di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica

**TIC (2016-2019) - Allegato C Delibera 654/2015/R/EEL:** testo integrato delle condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione

**TIS - Allegato A Deliberazione ARG/ELT 107-09 (valido dal 01-09-2018):** testo integrato delle disposizioni dell'autorità per l'energia elettrica e il gas in ordine alla regolazione delle partite fisiche ed economiche del servizio di dispacciamento (Settlement)

#### TICA

**Delibera ARG/ELT n. 99-08 TICA:** testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA).

**Deliberazione ARG/ELT 124/10:** Istituzione del sistema di Gestione delle Anagrafiche Uniche Degli Impianti di produzione e delle relative unità (GAUDÌ) e razionalizzazione dei flussi informativi tra i vari soggetti operanti nel settore della produzione di energia elettrica.

**Deliberazione ARG/ELT n. 181-10:** attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 6 agosto 2010, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

#### TISP

**Delibera ARG/ELT n. 188-05:** definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005 con modifiche e integrazioni introdotte con le delibere n. 40/06, n. 260/06, 90/07, ARG/ELT 74/08 e ARG/ELT 1/09.

**TISP - Delibera ARG/ELT n. 74-08:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto.

**Delibera ARG/ELT n.1-09:** attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto.

**TISP - Allegato A alla deliberazione 570/2012/R/EEL:** testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per l'erogazione del servizio di scambio sul posto con integrazioni e modifiche apportate con deliberazioni 578/2013/R/EEL, 614/2013/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 128/2017/R/EEL e 96/2018/R/EEL.

**Documento per la consultazione 488/2013/R/EEL:** scambio sul posto: aggiornamento del limite massimo per la restituzione degli oneri generali di sistema nel caso di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

#### TEP

**Delibera EEN 3/08:** aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica.

#### TIQE

**Deliberazione 646/2015/R/EEL:** testo integrato della regolazione output-based dei servizi di distribuzione e misura dell'energia elettrica. Periodo di regolazione 2016-2023 (Versione modificata e integrata con deliberazione 38/2016/R/EEL)

## SEU

**Deliberazione 578/2013/R/EEL:** regolazione dei servizi di connessione, misura, trasmissione, distribuzione, dispacciamento e vendita nel caso di sistemi semplici di produzione e consumo.

**Allegato A alla deliberazione 578/2013/R/EEL:** testo integrato dei sistemi semplici di produzione e consumo - TISSPC (Versione integrata e modificata dalle deliberazioni 426/2014/R/EEL, 612/2014/R/EEL, 242/2015/R/EEL, 72/2016/R/EEL, 458/2016/R/EEL, 788/2016/R/EEL, 276/2017/R/EEL, 894/2017/R/EEL, 921/2017/R/EEL e 426/2018/R/EEL).

**Deliberazione 609/2014/R/EEL:** prima attuazione delle disposizioni del decreto legge 91/2014, in tema di applicazione dei corrispettivi degli oneri generali di sistema per reti interne e sistemi efficienti di produzione e consumo. (Versione modificata con la deliberazione 25 giugno 2015, 302/2015/R/COM).

## Agenzia delle Entrate

---

**Circolare n. 46/E del 19/07/2007:** articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

**Circolare n. 66 del 06/12/2007:** tariffa incentivante art. 7, c. 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione.

**Risoluzione n. 21/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello– Aliquota Iva applicabile alle prestazioni di servizio energia - nn. 103) e 122) della Tabella A, Parte terza, d.P.R. 26/10/1972, n. 633 - Alfa S.p.A.

**Risoluzione n. 22/E del 28/01/2008:** istanza di Interpello - Art. 7, comma 2, d. lgs. vo n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Risoluzione n. 61/E del 22/02/2008:** trattamento fiscale ai fini dell'imposta sul valore aggiunto e dell'applicazione della ritenuta di acconto della tariffa incentivante per la produzione di energia fotovoltaica di cui all'art. 7, comma 2, del d.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

**Circolare n. 38/E del 11/04/2008:** articolo 1, commi 271-279, della legge 27 dicembre 2006, n. 296 – Credito d'imposta per acquisizioni di beni strumentali nuovi in aree svantaggiate.

**Risoluzione n. 13/E del 20/01/2009:** istanza di interpello – Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 – Gestore dei Servizi Elettrici, SPA –Dpr 26 ottobre 1972, n. 633 e Dpr 22 dicembre 1986, n. 917.

**Risoluzione n. 20/E del 27/01/2009:** interpello - Art. 11 Legge 27 luglio 2000, n. 212 - ALFA – art.9 , DM 2 febbraio 2007.

**Circolare del 06/07/2009 n. 32/E:** imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali. Articolo 1, comma 423, della legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni.

**Risoluzione del 25/08/2010 n. 88/E:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - articolo 2 della legge 24 dicembre 2007, n. 244.

**Risoluzione del 04/04/2012 n. 32/E:** trattamento fiscale della produzione di energia elettrica da parte dell'ente pubblico mediante impianti fotovoltaici – Scambio sul posto e scambio a distanza.

**Risoluzione del 10/08/2012 n. 84/E :**interpello - Art. 28 del DPR 29 settembre 1973, n.600 (Impianti FTV su Condomini).

**Risoluzione del 06/12/2012:** interpello - Gestore Servizi Energetici - GSE - Fiscalità V Conto Energia.

**Risoluzione del 02/04/2013 n. 22/E:** applicabilità della detrazione fiscale del 36 per cento, prevista dall'art. 16-bis del TUIR, alle spese di acquisto e installazione di un impianto fotovoltaico diretto alla produzione di energia elettrica.

**Circolare del 19/12/2013 n. 36/E:** impianti fotovoltaici – Profili catastali e aspetti fiscali.

**Risoluzione del 15/10/2015 n. 86/E:** tassazione forfettaria del reddito derivante dalla produzione e dalla cessione di energia elettrica da impianti fotovoltaici - Art. 22 del decreto legge n. 66 del 2014.

**Circolare del 01/02/2016 n. 2/E:** unità immobiliari urbane a destinazione speciale e particolare - Nuovi criteri di individuazione dell'oggetto della stima diretta. Nuove metodologie operative in tema di identificazione e caratterizzazione degli immobili nel sistema informativo catastale (procedura Docfa).

## Agenzia del Territorio

---

**Risoluzione n. 3/2008:** accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici.

**Nota Prot. n. 31892 -** Accertamento degli immobili ospitanti gli impianti fotovoltaici.

## GSE

---

## SSP

**Disposizioni Tecniche di Funzionamento.**

**Regole Tecniche sulla Disciplina dello scambio sul posto.**

## Ritiro dedicato

**Prezzi medi mensili per fascia oraria e zona di mercato.**

**Prezzi minimi garantiti.**

## SEU

**Regole applicative per la presentazione della richiesta e il conseguimento della qualifica di SEU e SEESEU.**

**Guida alla qualifica dei sistemi SEU e SEESEU.**

## FER1

**Regolamento Operativo per l'iscrizione ai Registri e alle Aste del DM 4 luglio 2019 (23/08/2019)**

## TERNA

---

**Gestione transitoria dei flussi informativi per GAUDÌ.**

**GAUDÌ - Gestione anagrafica unica degli impianti e delle unità di produzione.**

**FAQ GAUDÌ**

**Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT (Allegato A.68).**

**Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna (Allegato A.69).**

**Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita (Allegato A.70).**

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.



## DEFINIZIONI

### Definizioni - Rete Elettrica

---

**Distributore**

Persona fisica o giuridica responsabile dello svolgimento di attività e procedure che determinano il funzionamento e la pianificazione della rete elettrica di distribuzione di cui è proprietaria.

**Rete del distributore**

Rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

**Rete BT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

**Rete MT del distributore**

Rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

**Utente**

Soggetto che utilizza la rete del distributore per cedere o acquistare energia elettrica.

**Gestore di rete**

Il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

**Gestore Contraente**

Il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

### Definizioni - Impianto Fotovoltaico

---

**Angolo di inclinazione (o di Tilt)**

Angolo di inclinazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al piano orizzontale (da IEC/TS 61836).

**Angolo di orientazione (o di azimut)**

L'angolo di orientazione del piano del dispositivo fotovoltaico rispetto al meridiano corrispondente. In pratica, esso misura lo scostamento del piano rispetto all'orientazione verso SUD (per i siti nell'emisfero terrestre settentrionale) o verso NORD (per i siti nell'emisfero meridionale). Valori positivi dell'angolo di azimut indicano un orientamento verso ovest e valori negativi indicano un orientamento verso est (CEI EN 61194).

**BOS (Balance Of System o Resto del sistema)**

Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

**Generatore o Campo fotovoltaico**

Insieme di tutte le schiere di moduli fotovoltaici in un sistema dato (CEI EN 61277).

**Cella fotovoltaica**

Dispositivo fotovoltaico fondamentale che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare (CEI EN 60904-3). Si tratta sostanzialmente di un diodo con grande superficie di giunzione, che esposto alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente, di valore proporzionale alla radiazione incidente su di esso.

**Condizioni di Prova Standard (STC)**

Comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3):

– Temperatura di cella:  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

– Irraggiamento:  $1000\text{ W/m}^2$ , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

**Condizioni nominali**

Sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

**Costo indicativo cumulato annuo degli incentivi o costo indicativo cumulato degli incentivi**

Sommatoria degli incentivi, gravanti sulle tariffe dell'energia elettrica, riconosciuti a tutti gli impianti alimentati da fonte fotovoltaica in attuazione del presente decreto e dei precedenti provvedimenti di incentivazione; ai fini della determinazione del costo generato dai provvedimenti antecedenti al presente decreto, si applicano le modalità previste dal DM 5 maggio 2011; ai fini della determinazione dell'ulteriore costo generato dal presente decreto:

i) viene incluso il costo degli impianti ammessi a registro in posizione utile. A tali impianti, fino all'entrata in esercizio, è attribuito un incentivo pari alla differenza fra la tariffa incentivante spettante alla data di entrata in esercizio dichiarata dal produttore e il prezzo medio zonale nell'anno precedente a quello di richiesta di iscrizione;

ii) l'incentivo attribuibile agli impianti entrati in esercizio che accedono ad incentivi calcolati per differenza rispetto a tariffe incentivanti costanti, ivi inclusi gli impianti che accedono a tariffe fisse onnicomprensive, è calcolato per differenza con il valore del prezzo zonale nell'anno precedente a quello in corso;

iii) la producibilità annua netta incentivabile è convenzionalmente fissata in  $1200\text{ kWh/kW}$  per tutti gli impianti.

**Data di entrata in esercizio di un impianto fotovoltaico**

Data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, comunicata dal gestore di rete e dallo stesso registrata in GAUDÌ.

**Dispositivo del generatore**

Dispositivo installato a valle dei terminali di ciascun generatore dell'impianto di produzione (CEI 11-20).

**Dispositivo di interfaccia**

Dispositivo installato nel punto di collegamento della rete di utente in isola alla restante parte di rete del produttore, sul quale agiscono le protezioni d'interfaccia (CEI 11-20); esso separa l'impianto di produzione dalla rete di utente non in isola e quindi dalla rete del Distributore; esso comprende un organo di interruzione, sul quale agisce la protezione di interfaccia.

**Dispositivo generale**

Dispositivo installato all'origine della rete del produttore e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica dalla rete pubblica (CEI 11-20).

**Effetto fotovoltaico**

Fenomeno di conversione diretta della radiazione elettromagnetica (generalmente nel campo della luce visibile e, in particolare, della radiazione solare) in energia elettrica mediante formazione di coppie elettrone-lacuna all'interno di semiconduttori, le quali determinano la creazione di una differenza di potenziale e la conseguente circolazione di corrente se collegate ad un circuito esterno.

**Efficienza nominale di un generatore fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del generatore e l'irraggiamento solare incidente sull'area totale dei moduli, in STC; detta efficienza può essere approssimativamente ottenuta mediante rapporto tra la potenza nominale del generatore stesso (espressa in kWp) e la relativa superficie (espressa in m<sup>2</sup>), intesa come somma dell'area dei moduli.

**Efficienza nominale di un modulo fotovoltaico**

Rapporto fra la potenza nominale del modulo fotovoltaico e il prodotto dell'irraggiamento solare standard (1000 W/m<sup>2</sup>) per la superficie complessiva del modulo, inclusa la sua cornice.

**Efficienza operativa media di un generatore fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.c. dal generatore fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Efficienza operativa media di un impianto fotovoltaico**

Rapporto tra l'energia elettrica prodotta in c.a. dall'impianto fotovoltaico e l'energia solare incidente sull'area totale dei moduli, in un determinato intervallo di tempo.

**Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico**

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

**Gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o Inverter)**

Apparecchiatura, tipicamente statica, impiegata per la conversione in corrente alternata della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico**

Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l'effetto fotovoltaico; esso è composto dall'insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore.

**Impianto (o Sistema) fotovoltaico collegato alla rete del distributore**

Impianto fotovoltaico in grado di funzionare (ossia di fornire energia elettrica) quando è collegato alla rete del distributore.

**Impianto fotovoltaico a concentrazione**

Un impianto di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della radiazione solare, tramite l'effetto fotovoltaico; esso è composto principalmente da un insieme di moduli in cui la luce solare è concentrata, tramite sistemi ottici, su celle fotovoltaiche, da uno o più gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata e da altri componenti elettrici minori; il «fattore di concentrazione di impianto fotovoltaico a concentrazione» è il valore minimo fra il fattore di concentrazione geometrico e quello energetico, definiti e calcolati sulla base delle procedure indicate nella Guida CEI 82-25.

**Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli non convenzionali e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate.

**Impianto fotovoltaico con innovazione tecnologica**

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti caratterizzati da significative innovazioni tecnologiche.

**Impianto fotovoltaico realizzato su un edificio**

Impianto i cui moduli sono posizionati sugli edifici secondo specifiche modalità individuate.

**Impianti con componenti principali realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'UE/SEE**

A prescindere dall'origine delle materie prime impiegate, sono gli impianti fotovoltaici e gli impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative che utilizzano moduli fotovoltaici e gruppi di conversione realizzati unicamente all'interno di un Paese che risulti membro dell'Unione Europea o che sia parte dell'Accordo sullo Spazio Economico

Europeo - SEE (Islanda, Liechtenstein e Norvegia), nel rispetto dei seguenti requisiti:

1. per i moduli fotovoltaici è stato rilasciato l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica (Factory Inspection Attestation, come indicata nella Guida CEI 82-25 e successivi aggiornamenti) ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: a) moduli in silicio cristallino: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; b) moduli fotovoltaici in film sottile (thin film): processo di deposizione, assemblaggio/laminazione e test elettrici; c) moduli in film sottile su supporto flessibile: stringatura celle, assemblaggio/laminazione e test elettrici; d) moduli non convenzionali e componenti speciali: oltre alle fasi di lavorazione previste per i punti a), b) e c), a seconda della tipologia di modulo, anche le fasi di processo che determinano la non convenzionalità e/o la specialità; in questo caso, all'interno del Factory Inspection Attestation va resa esplicita anche la tipologia di non convenzionalità e/o la specialità.
2. Per i gruppi di conversione è stato rilasciato, da un ente di certificazione accreditato EN 45011 per le prove su tali componenti, l'attestato di controllo del processo produttivo in fabbrica ai fini dell'identificazione dell'origine del prodotto, a dimostrazione che almeno le seguenti lavorazioni sono state eseguite all'interno dei predetti Paesi: progettazione, assemblaggio, misure/collaudo.

#### **Impianto - Serra fotovoltaica**

Struttura, di altezza minima dal suolo pari a 2 metri, nella quale i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di un manufatto adibito, per tutta la durata dell'erogazione della tariffa incentivante alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere fissa, ancorata al terreno e con chiusure fisse o stagionalmente rimovibili;

#### **Impianto fotovoltaico con moduli collocati a terra**

Impianto per il quale i moduli non sono fisicamente installati su edifici, serre, barriere acustiche o fabbricati rurali, né su pergole, tettoie e pensiline, per le quali si applicano le definizioni di cui all'articolo 20 del DM 6 agosto 2010.

#### **Inseguitore della massima potenza (MPPT)**

Dispositivo di comando dell'inverter tale da far operare il generatore fotovoltaico nel punto di massima potenza. Esso può essere realizzato anche con un convertitore statico separato dall'inverter, specie negli impianti non collegati ad un sistema in c.a.

#### **Energia radiante**

Energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

#### **Irradiazione**

Rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

#### **Irraggiamento solare**

Intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico**

Il più piccolo insieme di celle fotovoltaiche interconnesse e protette dall'ambiente circostante (CEI EN 60904-3).

#### **Modulo fotovoltaico in c.a.**

Modulo fotovoltaico con inverter integrato; la sua uscita è solo in corrente alternata: non è possibile l'accesso alla parte in continua (IEC 60364-7-712).

#### **Pannello fotovoltaico**

Gruppo di moduli fissati insieme, preassemblati e cablati, destinati a fungere da unità installabili (CEI EN 61277).

#### **Perdite per mismatch (o per disaccoppiamento)**

Differenza fra la potenza totale dei dispositivi fotovoltaici connessi in serie o in parallelo e la somma delle potenze di ciascun dispositivo, misurate separatamente nelle stesse condizioni. Deriva dalla differenza fra le caratteristiche tensione corrente dei singoli dispositivi e viene misurata in W o in percentuale rispetto alla somma delle potenze (da IEC/TS 61836).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un generatore fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp), determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un impianto fotovoltaico**

Per prassi consolidata, coincide con la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del suo generatore fotovoltaico.

#### **Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico**

Potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC).

#### **Potenza effettiva di un generatore fotovoltaico**

Potenza di picco del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), misurata ai morsetti in corrente continua dello stesso e riportata alle Condizioni di Prova Standard (STC) secondo definite procedure (CEI EN 61829).

#### **Potenza prodotta da un impianto fotovoltaico**

Potenza di un impianto fotovoltaico (espressa in kW) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

#### **Potenziamento**

Intervento tecnologico, realizzato nel rispetto dei requisiti e in conformità alle disposizioni del presente decreto, eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno tre anni, consistente in un incremento della potenza nominale dell'impianto, mediante aggiunta di una o più stringhe di moduli fotovoltaici e dei relativi inverter, la cui potenza

nominale complessiva sia non inferiore a 1 kW, in modo da consentire una produzione aggiuntiva dell'impianto medesimo, come definita alla lettera l). L'energia incentivata a seguito di un potenziamento è la produzione aggiuntiva dell'impianto moltiplicata per un coefficiente di gradazione pari a 0,8.

#### **Produzione netta di un impianto**

Produzione lorda diminuita dell'energia elettrica assorbita dai servizi ausiliari di centrale, delle perdite nei trasformatori principali e delle perdite di linea fino al punto di consegna dell'energia alla rete elettrica.

#### **Produzione lorda di un impianto**

Per impianti connessi a reti elettriche in media o alta tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata in bassa tensione, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e prima che sia effettuata la trasformazione in media o alta tensione per l'immissione nella rete elettrica; per impianti connessi a reti elettriche in bassa tensione, l'energia elettrica misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, ivi incluso l'eventuale trasformatore di isolamento o adattamento, prima che essa sia resa disponibile alle eventuali utenze elettriche del soggetto responsabile e immessa nella rete elettrica.

#### **Produzione netta aggiuntiva di un impianto**

Aumento espresso in kWh, ottenuto a seguito di un potenziamento, dell'energia elettrica netta prodotta annualmente e misurata attraverso l'installazione di un gruppo di misura dedicato.

#### **Punto di connessione**

Punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Radiazione solare**

Integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m<sup>2</sup>), su un periodo di tempo specificato (CEI EN 60904-3).

#### **Rifacimento totale**

Intervento impiantistico-tecnologico eseguito su un impianto entrato in esercizio da almeno venti anni che comporta la sostituzione con componenti nuovi di almeno tutti i moduli e del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

#### **Servizio di scambio sul posto**

Servizio di cui all'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 e successive modifiche ed integrazioni.

#### **Sezioni**

"....l'impianto fotovoltaico può essere composto anche da sezioni di impianto a condizione che:

- a) all'impianto corrisponda un solo soggetto responsabile;
- b) ciascuna sezione dell'impianto sia dotata di autonoma apparecchiatura per la misura dell'energia elettrica prodotta ai sensi delle disposizioni di cui alla deliberazione n. 88/07;
- c) il soggetto responsabile consenta al soggetto attuatore l'acquisizione per via telematica delle misure rilevate dalle apparecchiature per la misura di cui alla precedente lettera b), qualora necessaria per gli adempimenti di propria competenza. Tale acquisizione può avvenire anche per il tramite dei gestori di rete sulla base delle disposizioni di cui all'articolo 6, comma 6.1, lettera b), della deliberazione n. 88/07;
- d) a ciascuna sezione corrisponda una sola tipologia di integrazione architettonica di cui all'articolo 2, comma 1, lettere da b1) a b3) del decreto ministeriale 19 febbraio 2007, ovvero corrisponda la tipologia di intervento di cui all'articolo 6, comma 4, lettera c), del medesimo decreto ministeriale;
- e) la data di entrata in esercizio di ciascuna sezione sia univocamente definibile....." (ARG-elt 161/08).

#### **Soggetto responsabile**

Il soggetto responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e dell'esercizio dell'impianto fotovoltaico.

#### **Sottosistema fotovoltaico**

Parte del sistema o impianto fotovoltaico; esso è costituito da un gruppo di conversione c.c./c.a. e da tutte le stringhe fotovoltaiche che fanno capo ad esso.

#### **Stringa fotovoltaica**

Insieme di moduli fotovoltaici collegati elettricamente in serie per ottenere la tensione d'uscita desiderata.

#### **Temperatura nominale di lavoro di una cella fotovoltaica (NOCT)**

Temperatura media di equilibrio di una cella solare all'interno di un modulo posto in particolari condizioni ambientali (irraggiamento: 800 W/m<sup>2</sup>, temperatura ambiente: 20 °C, velocità del vento: 1 m/s), elettricamente a circuito aperto ed installato su un telaio in modo tale che a mezzogiorno solare i raggi incidano normalmente sulla sua superficie esposta (CEI EN 60904-3).

#### **Articolo 2, comma 2 (D. Lgs. n° 79 del 16-03-99)**

Autoproduttore è la persona fisica o giuridica che produce energia elettrica e la utilizza in misura non inferiore al 70% annuo per uso proprio ovvero per uso delle società controllate, della società controllante e delle società controllate dalla medesima controllante, nonché per uso dei soci delle società cooperative di produzione e distribuzione dell'energia elettrica di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, degli appartenenti ai consorzi o società consortili costituiti per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili e per gli usi di fornitura autorizzati nei siti industriali anteriormente alla data di entrata in vigore del decreto.

**Art. 9, comma 1 (D. Lgs. n°79 del 16-03-99) L'attività di distribuzione**

Le imprese distributrici hanno l'obbligo di connettere alle proprie reti tutti i soggetti che ne facciano richiesta, senza compromettere la continuità del servizio e purché siano rispettate le regole tecniche nonché le deliberazioni emanate dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di tariffe, contributi ed oneri. Le imprese distributrici operanti alla data di entrata in vigore del presente decreto, ivi comprese, per la quota diversa dai propri soci, le società cooperative di produzione e distribuzione di cui all'articolo 4, numero 8, della legge 6 dicembre 1962, n. 1643, continuano a svolgere il servizio di distribuzione sulla base di concessioni rilasciate entro il 31 marzo 2001 dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato e aventi scadenza il 31 dicembre 2030. Con gli stessi provvedimenti sono individuati i responsabili della gestione, della manutenzione e, se necessario, dello sviluppo delle reti di distribuzione e dei relativi dispositivi di interconnessione, che devono mantenere il segreto sulle informazioni commerciali riservate; le concessioni prevedono, tra l'altro, misure di incremento dell'efficienza energetica degli usi finali di energia secondo obiettivi quantitativi determinati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato di concerto con il Ministro dell'ambiente entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

**Definizione di Edificio:** "...un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti". (D. Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005, articolo 2).

**Definizione di Ente locale:** ai sensi del Testo Unico delle Leggi sull'ordinamento degli Enti Locali, si intendono per enti locali i Comuni, le Province, le Città metropolitane, le Comunità montane, le Comunità isolate e le Unioni di comuni. Le norme sugli Enti Locali si applicano, altresì, salvo diverse disposizioni, ai consorzi cui partecipano Enti Locali, con esclusione di quelli che gestiscono attività aventi rilevanza economica ed imprenditoriale e, ove previsto dallo statuto, dei consorzi per la gestione dei servizi sociali. La legge 99/09 ha esteso anche alle Regioni, a partire dal 15/08/09, tale disposizione.

## SCHEDE TECNICHE MODULI

### Modulo **M.21005**

#### DATI GENERALI

Marca	LONGi Solar Technology Co., Ltd.
Serie	LR5-66HPH 480-505M
Modello	500
Tipo materiale	Si monocristallino
Prezzo	€ 0.00

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

Potenza di picco	500.0 W
Im	13.03 A
Isc	13.90 A
Efficienza	21.30 %
Vm	38.38 V
Voc	45.55 V

#### ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Coeff. Termico Voc	-0.2700 %/°C
Coeff. Termico Isc	0.048 %/°C
NOCT	45±2 °C
Vmax	1 500.00 V

#### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Lunghezza	2 073 mm
Larghezza	1 133 mm
Superficie	2.349 m <sup>2</sup>
Spessore	35 mm
Peso	25.10 kg
Numero celle	132

#### NOTE

Note
------

## SCHEDA TECNICHE INVERTER

Inverter **I.1833**

### DATI GENERALI

Marca	Huawei Technologies Co., Ltd.
Serie	SUN2000-17/20KTL
Modello	SUN2000-20KTL
Tipo fase	Trifase
Prezzo	€ 0.00

### INGRESSI MPPT

N	VMppt min [V]	VMppt max [V]	V max [V]	I max [A]
1	200.00	950.00	1 000.00	18.00
2	200.00	950.00	1 000.00	18.00
3	200.00	950.00	1 000.00	18.00

**Max pot. FV [W]** 22 000

### PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale	22 000 W
Tensione nominale	-
Rendimento max	98.60 %
Distorsione corrente	3 %
Frequenza	50,60 Hz
Rendimento europeo	98.30 %

### CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensioni LxPxH	520 x 266 x 610
Peso	50.00 kg

### NOTE

Note
------

# INDICE

<b>DATI GENERALI</b>	<b>2</b>
Ubicazione impianto	2
Committente	2
Tecnico	2
<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
Valenza dell'iniziativa	3
Attenzione per l'ambiente	3
Risparmio sul combustibile	3
Emissioni evitate in atmosfera	3
Normativa di riferimento	3
<b>SITO DI INSTALLAZIONE</b>	<b>4</b>
Disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto fotovoltaico	4
Disponibilità della fonte solare	4
Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale	4
Fattori morfologici e ambientali	6
Ombreggiamento	6
Riflettanza	7
<b>PROCEDURE DI CALCOLO</b>	<b>8</b>
Criterio generale di progetto	8
Criterio di stima dell'energia prodotta	8
Criterio di verifica elettrica	8
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>10</b>
Impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	10
Scheda tecnica dell'impianto	10
Energia prodotta	10
Specifiche degli altri componenti dell'impianto <i>Biblioteca di Ingegneria</i>	12
Posizionamento dei moduli	12
Cablaggio elettrico	12
Impianto di messa a terra	12
Generatore fotovoltaico Generatore 1	13
Verifiche elettriche Conf. 1 - MPPT 1	13
Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 2	14
Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 1	14
Verifiche elettriche Conf. 2 - MPPT 2	15
Verifiche elettriche Conf. 3 - MPPT 3	15
Campo fotovoltaico Campo fotovoltaico	16
Scheda tecnica	16
Schema elettrico	18
Cavi	18
Quadri	19
Schema unifilare	31
<b>NORMATIVA</b>	<b>34</b>
Leggi e decreti	34
Norme Tecniche	35
Delibere AEEGSI	36
Agenzia delle Entrate	38
Agenzia del Territorio	38



GSE	38
TERNA	39
<b>DEFINIZIONI</b>	<b>40</b>
Definizioni - Rete Elettrica	40
Definizioni - Impianto Fotovoltaico	40
<b>SCHEDE TECNICHE MODULI</b>	<b>45</b>
Modulo <b>M.21005</b>	45
<b>SCHEDE TECNICHE INVERTER</b>	<b>46</b>
<b>INDICE</b>	<b>47</b>