



Progetto

PROGETTO DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE DA REALIZZARE NEL COMUNE DI MARTIS e CHIARAMONTI (SS) CON POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 39,2MW. DENOMINAZIONE IMPIANTO "19185 - MARTIS"

Proponente

LUCE MARTIS S.R.L.
Via N. Sauro, 22
42017 Novellara (RE)

Progettisti

RESPONSABILE DEL PROGETTO
P.I. Luca Catellani
Collegio Periti RE n. 1101

PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO
P.I. Luca Catellani
Collegio Periti RE n. 1101

Firma



Procedura di Valutazione Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs 152 / 2006 e ss. mm. ii.

Autorità competente
Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica

Tabella revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO
03				
02				
01				
00	11/23	PRIMA EMISSIONE	FIORI F.	CASACCIO S.

Fase di Progetto

DEFINITIVO

Elaborato

RELAZIONE CALCOLO
PRODUZIONE

Tavola N.

PDR04

File

PDR04

Scala

Indice

1.	DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	2
1.1.	Dimensionamento dell'impianto.....	2
1.2.	Descrizione dell'impianto	3
1.3.	Emissioni.....	3
1.4.	Radiazione solare.....	3
2.	GENERATORE	7
3.	GRUPPO DI CONVERSIONE	8
4.	DIMENSIONAMENTO	10
5.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	11

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

1. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Si riportano sotto le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

SOGGETTO	DESCRIZIONE
Richiedente	LUCE MARTIS S.R.L.
Luogo di installazione:	Comune di Martis e Chiaramonti (SS)
Denominazione impianto:	19185 - MARTIS
Dati catastali area impianto in progetto:	Comune di CHIARAMONTI (SS) - foglio 3 - p. Ile 6, 13, 119/b. Comune di MARTIS (SS) - foglio 13 - p. Ile 31, 32, 33, 37, 39, 40, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 75, 76, 82, 84, 91, 92, 101, 124.
Potenza di picco (MWp):	47,855 MWp
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers monoassiali
Inclinazione piano dei moduli:	-55° +55°
Azimuth di installazione:	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica:	I PUC dei Comuni di Martis e Chiaramonti collocano le aree interessate dall'impianto fotovoltaico e dalle opere di progetto in zone "E" con vocazione d'uso agricolo
Cabine PS:	n.17 distribuite nell'area del campo fotovoltaico
Posizione cabina elettrica di interfaccia:	n.1 posizionata internamente all'impianto
Rete di collegamento:	Alta Tensione - 150 kV da Stazione di Utenza di nuova realizzazione
Coordinate:	40° 47' 05" N 08° 52' 14.8" E Altitudine media 295 m s.l.m.

1.1. Dimensionamento dell'impianto

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma ENEA e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

1.2. Descrizione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 87808 moduli fotovoltaici e da n° 196 inverter con tipo di realizzazione tracker monoassiale.

La potenza di picco è di 47 855,36 kWp per una produzione di 88 266 996 kWh annui distribuiti su una superficie di circa 26,6 ha.

L'impianto sarà connesso alla rete elettrica nazionale tramite l'ampliamento della stazione elettrica esistente denominata "Tula".

1.3. Emissioni

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	61 859,94 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	77 874,44 kg
Polveri:	2 763,29 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	46 033,84 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	2 704,85 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	521,06 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	16 505,93 TEP

1.4. Radiazione solare

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

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	7,2	223,2
Febbraio	9,8	274,4
Marzo	14,9	461,9
Aprile	18,3	549
Maggio	22,1	685,1
Giugno	24,2	726
Luglio	24,1	747,1

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

Agosto	21,1	654,1
Settembre	16,2	486
Ottobre	11,9	368,9
Novembre	7,9	237
Dicembre	6,2	192,2

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	122029,477	3782913,778
Febbraio	157584,185	4412357,175
Marzo	238322,733	7388004,73
Aprile	280556,254	8416687,628
Maggio	337657,646	10467387,011
Giugno	370802,062	11124061,87
Luglio	371795,207	11525651,418
Agosto	328688,499	10189343,468
Settembre	255558,173	7666745,179
Ottobre	195184,926	6050732,717
Novembre	132289,392	3968681,755
Dicembre	105626,752	3274429,302

Società di Scopo:



Progettista:

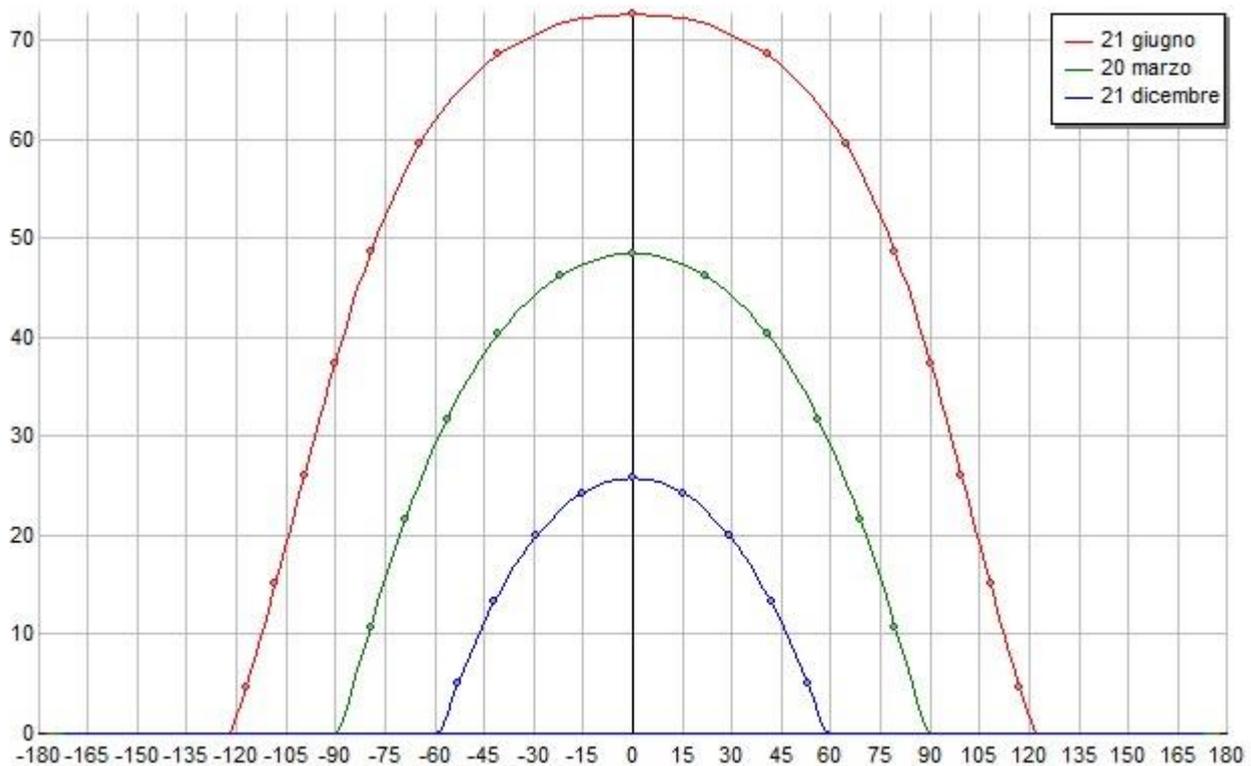
restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

Tracker monoassiale

Il generatore sarà esposto con un sistema di inseguimento ad un asse per massimizzare l'irradiazione giornaliera ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di $0,00^\circ$ (tilt). La produzione di energia dell'esposizione Tracker monoassiale è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

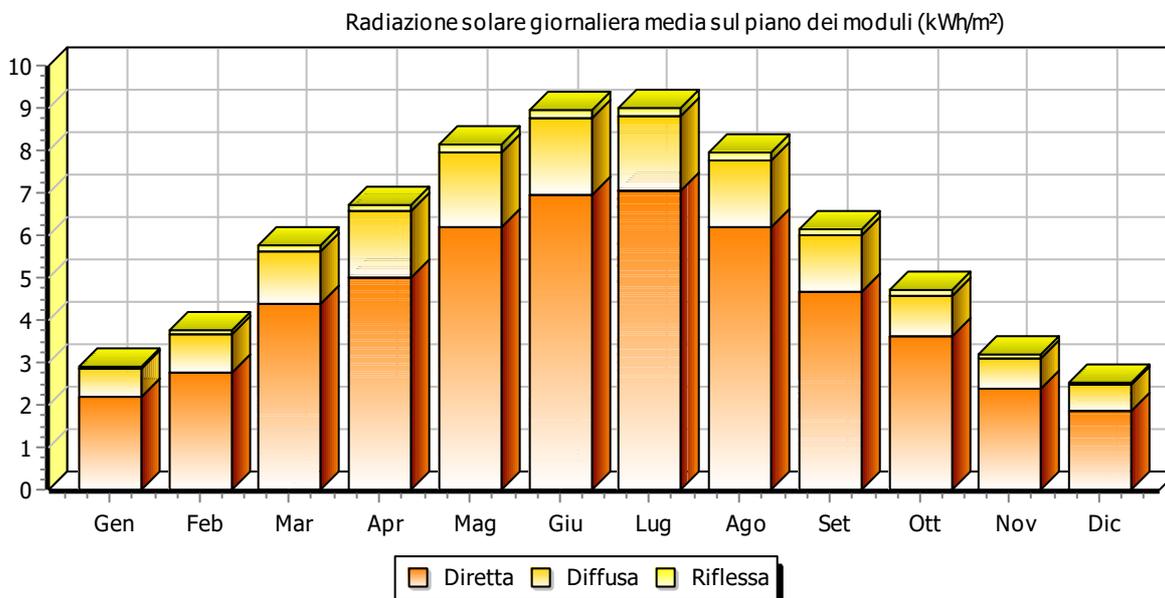


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	2,185	0,675	0,073	2,933	90,932
Febbraio	2,753	0,931	0,093	3,777	105,762
Marzo	4,405	1,214	0,13	5,75	178,249
Aprile	5,012	1,589	0,148	6,749	202,478
Maggio	6,187	1,796	0,171	8,154	252,786
Giugno	6,954	1,847	0,184	8,985	269,538
Luglio	7,075	1,758	0,185	9,018	279,546
Agosto	6,191	1,595	0,168	7,954	246,566
Settembre	4,679	1,345	0,137	6,161	184,828
Ottobre	3,604	0,996	0,109	4,709	145,992
Novembre	2,369	0,732	0,079	3,18	95,408
Dicembre	1,859	0,609	0,065	2,533	78,519

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

2. GENERATORE

Il generatore è composto da n° 87808 moduli del tipo Silicio monocristallino bifacciale con una vita utile stimata di circa 30 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	87808
Numero inverter:	196
Potenza nominale:	39200 kW
Potenza di picco:	47855,36 kWp
Performance ratio:	82 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI

Costruttore:	LONGI SOLAR
Serie / Sigla:	Hi-MO5 LR5-72HBD-545M
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino bifacciale
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	545 Wp + 5%
Rendimento:	21,3 %
Tensione nominale:	41,8 V
Tensione a vuoto:	49,7 V
Corrente nominale:	13 A
Corrente di corto circuito:	13,9 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1133 mm x 2256 mm
Peso:	32,3 kg

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

3. GRUPPO DI CONVERSIONE

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

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

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 196 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	HUAWEI
Serie / Sigla:	SUN2000 SUN2000-215KTL-H0 (2022)
Inseguitori:	9
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	200 kW
Potenza massima:	215 kW
Potenza massima per inseguitore:	23,9 kW
Tensione nominale:	1080 V
Tensione massima:	1500 V

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

Tensione minima per inseguitore:	500 V
Tensione massima per inseguitore:	1500 V
Tensione nominale di uscita:	800 Vac
Corrente nominale:	270 A
Corrente massima:	270 A
Corrente massima per inseguitore:	30 A
Rendimento:	0,99

Inverter	MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3	MPPT 4	MPPT 5	MPPT 6	MPPT 7	MPPT 8	MPPT 9
Moduli in serie:	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Stringhe in parallelo:	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Esposizioni:	Tracker monoassiale								
Tensione di MPP (STC):	1 170,4 V								
Numero di moduli:	56	56	56	56	56	56	56	28	28

Il generatore Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (1004,6 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (500,0 V)

Tensione massima V_n a 0,00 °C (1262,5 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (1500,0 V)

Tensione a vuoto V_o a 0,00 °C (1482,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1500,0 V)

Tensione a vuoto V_o a 0,00 °C (1482,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (29,3 A) inferiore alla corrente massima inverter (50,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (134,3%) compreso tra 80,0% e il 135,0% [INV. 1/MPPT 1]

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

4. DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 545 \text{ Wp} + 5\% * 87808 = 47855,36 \text{ kWp}$$

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

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Tracker monoassiale	87808	2 249,05	107 628 942,29

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 88266996 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	2,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,5 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	1,4 %
Perdite totali:	18,0 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	3782913,8	3782913,8	0,0 %
Febbraio	4412357,2	4412357,2	0,0 %
Marzo	7388004,7	7388004,7	0,0 %
Aprile	8416687,6	8416687,6	0,0 %
Maggio	10467387,0	10467387,0	0,0 %
Giugno	11124061,9	11124061,9	0,0 %
Luglio	11525651,4	11525651,4	0,0 %
Agosto	10189343,5	10189343,5	0,0 %
Settembre	7666745,2	7666745,2	0,0 %
Ottobre	6050732,7	6050732,7	0,0 %
Novembre	3968681,8	3968681,8	0,0 %
Dicembre	3274429,3	3274429,3	0,0 %
Anno	88266996,0	88266996,0	0,0 %

Società di Scopo:



Progettista:

restart

5. RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

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

3) Progettazione fotovoltaica

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

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;

Società di Scopo:



Progettista:

restart

RELAZIONE CALCOLO PRODUZIONE

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

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

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