
SOMMARIO

1.	GENERALITA'	6
1.1	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO	6
1.2	DEFINIZIONE	9
1.3	DESCRIZIONE DEL SITO	9
1.4	DATI DI PROGETTO	9
1.5	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	12
1.6	GENERATORE FOTOVOLTAICO	12
1.7	QUADRI DI PARALLELO	12
1.8	QUADRO ELETTRICO DI CAMPO	13
1.9	QUADRO GENERALE DI PARALLELO SOTTOCAMPI	13
1.10	GRUPPO DI CONVERSIONE	13
1.11	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA	14
1.12	DISPOSITIVI DEL GENERATORE	15
1.13	DISPOSITIVO DI INTERFACCIA	15
1.14	DISPOSITIVO GENERALE	15
1.15	MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA	15
1.16	CABLAGGI	15
1.17	LINEA IN CAVO SOTTERRANEO	16
1.18	PROGETTAZIONE ELETTRICA - SCELTA DEI CAVI	16
1.19	COLLEGAMENTI A TERRA	16
1.20	PROGETTAZIONE DELLE CANALIZZAZIONI	16
1.21	TUBAZIONE	17
4	TRASFORMATORI	17

2.1	OPERE CIVILI	17
2.2	SISTEMA DI CONTROLLO	17
3	SICUREZZA DELL'IMPIANTO	21
3.1	Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto.....	21
3.2	Protezione da contatti accidentali lato c.c.	21
3.3	Protezione da contatti accidentali lato c.c.	22
3.4	Protezione sul lato c.a.dell'impianto.....	22
3.5	Prevenzione funzionamento in isola.....	22
3.6	Impianto di messa a terra	22

1. GENERALITA'

La società LEA ADVISORS è una società che ha deciso di investire nel settore del fotovoltaico nella provincia di Sassari, realizzando impianti al fine di produrre energia da fonti energetiche rinnovabili.

2. NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono. Decreto Dirigenziale n. 106/2001/SIAR 29 marzo 2001 del Ministero dell'Ambiente.

Il Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione delle direttive 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'energia.

La delibera n. 34/05 del 23 febbraio 2005 dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, che disciplina le modalità per il ritiro dell'energia elettrica di cui all'articolo 13, commi 3 e 4, del Decreto Legislativo del 29 dicembre 2003, n. 387 e al comma 41 della legge n. 239/04, facendo riferimento a condizioni

economiche di mercato; la deliberazione n. 49 del 25 marzo 2005 dell'autorità per l'Energia elettrica e il gas, a modificazione ed integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas del 23 febbraio 2005, n. 34/05; Il Decreto del ministero delle attività produttive, di concerto con il Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio 28 luglio 2005 "Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.

La Deliberazione n. 188/05 del 14 settembre 2005 dell'AEEG Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione all'articolo 9 del Ministero delle attività produttive, di concerto con il Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005.

La Deliberazione 228/01 dell'AEEG "Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas per l'erogazione dei servizi di trasporto, di misura e di vendita dell'energia elettrica • nella versione risultante dalle modificazioni di cui alle delibere 316/01, 319/01, 124/02, 152/02, 153/02, 169/02, 194/02, 227/02 e 17/03. D.P.R. 547/1955 e DL 626/1994 e successive modificazioni per la sicurezza e la salute e prevenzione degli infortuni sul lavoro.

- Legge 37/08. Legge 9 gennaio 1991 n. 10.

-
- Norme per l'attuazione del nuovo piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
 - Norma Italiana CEI EN 0-16 - Classificazione CEI0-16.
 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica. Norma Italiana CEI EN 60904-1 - Classificazione CEI 82-1-CT82 Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione.
 - Norma Italiana CEI EN 60904-2 - Classificazione CEI 82-1-CT82 Dispositivi fotovoltaici
 - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.
 - Norma Italiana CEI EN 60904-3 - Classificazione CEI 82-1-CT82
 - Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.
 - Norma Italiana CEI EN 61727 - Classificazione CEI 82-9-CT 82 Sistemi Fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete.
 - Norma Italiana CEI EN 61215 - Classificazione CEI 82-8-CT82. Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. - Qualifica del progetto e omologazione del tipo: Norma Italiana CEI EN 61000. 3.2 - Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: limiti per l'emissione di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
 - Norma Italiana CEI EN 61555
 - disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizione;
 - Norma Italiana CEI EN 61173 - Classificazione CEI 82-4 - CT 82
 - Protezione contro le sovratensioni Norma Italiana CEI dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia. - Guida EN 61724 - Classificazione CEI 82-15 CT 82
 - Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
 - Norma Italiana CEI EN 61829 - Classificazione CEI 82-16 - CT 82
 - Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino.

-
- Misura sul campo delle caratteristiche I-V Norma Italiana CEI EN 61277 - Classificazione CEI 82-17 - CT82
 - Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica.
 - Generalità e guida. Le norme del CT 82 di particolare interesse nei riguardi dell'esercizio, protezione e sicurezza degli impianti fotovoltaici ed a cui si farà riferimento nel corso, sono le seguenti:
 - Norma Italiana CEI EN 61173 - Classificazione CEI 82-4 - CT 82
 - Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia.
 - Norma Italiana CEI EN 61829 - Classificazione CEI 82-16- CT 82
 - Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino. - Misura sul campo delle caratteristiche I-V
 - NORMA ITALIANA: CEI 64-8 CLASSIFICAZIONE CEI:64-8 Data di emissione: 1998/01
 - - COMITATO TECNICO 64 - Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione (fino a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.)
 - NORMA ITALIANA: CEI 110-26 CLASSIFICAZIONE CEI: 110-26 Fascicolo: 3159 R Data di emissione: 1997106
 - COMITATO TECNICO 210 - Compatibilità elettromagnetica (ex CT 110)
 - TITOLO: Guida alle Norme Generiche EMC
 - NORMA ITALIANA: CEI 81-1 CLASSIFICAZIONE CEI: 81-1 Fascicolo: 3681 C Data di emissione: 1998/02
 - Norma CEI 81.1 - Protezione delle strutture contro i fulmini;
 - Norma CEI 81.3 - Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
 - Norma CEI 81.4 -Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
 - Norma CEI 0.2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
 - NORMA ITALIANA: CEI EN 61277 CLASSIFICAZIONE CEI: 82-17 Fascicolo: 5168 Data di emissione: 1999/05
 - TITOLO: Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica. Generalità e guida
 - Norma Italiana CEI EN 61829 – Classificazione CEI 82-16 –
 - CT 82 Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino. - Misura sul campo delle caratteristiche I-V

3. DEFINIZIONE

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, impianti connessi ad una rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico-utente e/o immessa nella rete, con la quale lavora in regime di interscambio.

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'utilizzazione da parte dell'utenza.

Esso sarà quindi costituito dal generatore fotovoltaico (o da un campo fotovoltaico nel caso di impianti di una certa consistenza), da un sistema di controllo e condizionamento della potenza.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, ed eventualmente di quello di accumulo, permette di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa al carico utilizzatore.

4. DESCRIZIONE DEL SITO

L'area in cui verrà realizzato l'impianto è evidenziato nelle tavole allegate - Inquadramenti.

L'area oggetto d'intervento si trova nel comune di Porto Torres e parte nel comune di Sassari, in Provincia di Sassari, prevalentemente in zona industriale.

5. DATI DI PROGETTO

Il sito individuato per la realizzazione dell'impianto si trova nel comune di Porto Torres ad un'altitudine sul livello del mare mediamente di circa 5-7 metri.

L'inclinazione e l'orientamento dei moduli sono stati scelti per ottimizzare la radiazione solare incidente, i moduli saranno orientati a Sud con inclinazione variabile da -45° a $+45^\circ$, in modo da consentire la massima raccolta di energia nell'arco dell'anno unitamente ad una ridotta superficie di esposizione al vento con la tecnologia ad inseguimento ad un asse.

Oltre alla radiazione solare diretta e diffusa è stata considerata anche una componente di albedo.

Le tavole allegate riportano lo schema a blocchi e lo schema elettrico generale dell'impianto fotovoltaico da cui si evidenziano le principali funzioni svolte dai vari sottosistemi e

apparecchiature che compongono l'impianto stesso.

Con riferimento all'area disponibile del sito individuato, l'impianto è dimensionato in modo tale da costruire un campo fotovoltaico della potenza complessiva di 19,00 MWp (PSTC).

Il modulo fotovoltaico scelto per la realizzazione dell'impianto è in silicio monocristallino con camice, ed ha una potenza di picco di 470 Wp. I moduli sono disposti secondo file parallele, la distanza tra le stringhe è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località. Come si può facilmente verificare tale angolo limite è dato da:

$$a = 90^\circ \text{Lat} - 23,7^\circ$$

Per una località situata alla latitudine di $40,83^\circ$ Nord, l'angolo limite è pari a $25,3^\circ$; detta h l'altezza dei moduli fotovoltaici rispetto al piano di appoggio la distanza tra le file deve essere almeno pari a:

$$d = h / \text{tga.}$$

L'impianto è suddiviso in 11 blocchi.

Le stringhe sono costituite da 8 moduli connessi in serie in modo da non superare una tensione a vuoto di 1500 Vcc anche in condizioni di basse temperature.

Il generatore fotovoltaico è composto complessivamente da 40.325 moduli. La superficie captante dei moduli è di circa 7.89 ha.

I valori minimi e massimi della tensione di uscita del generatore fotovoltaico nelle condizioni operative limite previste ($-10^\circ / 70^\circ \text{C}$) sono compatibili con il range di funzionamento dell'inverter, che assicura l'inseguimento della massima potenza.

Analogamente la corrente massima di parallelo delle stringhe è inferiore alla corrente massima tollerata in ingresso dall'inverter.

I gruppi di conversione saranno collegati in un apposito quadro a formare lato C.A un sistema trifase connesso a due trasformatori BT/MT pe ogni sotto-campo.

L'uscita MT dei trasformatori a 20 kV trifase sarà collegata a sua volta alle apparecchiature di manovra e sezionamento alla rete di raccolta energia, che convoglierà tutta l'energia ad una stazione di trasformazione 150/20-36 kV che verrà connessa a sua volta alla rete RTN.

In tabella 3 sono riportate le caratteristiche elettriche dei moduli. 7RL3 da 470 Watt, aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM450N-7RL3		JKM455N-7RL3		JKM460N-7RL3		JKM465N-7RL3		JKM470N-7RL3		
	JKM450N-7RL3-V	JKM455N-7RL3-V	JKM460N-7RL3-V	JKM465N-7RL3-V	JKM470N-7RL3-V	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	450Wp	336Wp	455Wp	339Wp	460Wp	343Wp	465Wp	347Wp	470Wp	350Wp	
Maximum Power Voltage (Vmp)	42.90V	39.29V	43.01V	39.40V	43.12V	39.51V	43.22V	39.67V	43.32V	39.78V	
Maximum Power Current (Imp)	10.49A	8.54A	10.58A	8.61A	10.67A	8.68A	10.76A	8.74A	10.85A	8.81A	
Open-circuit Voltage (Voc)	51.50V	48.61V	51.60V	48.70V	51.70V	48.80V	51.90V	48.99V	52.10V	49.18V	
Short-circuit Current (Isc)	11.32A	9.14A	11.41A	9.22A	11.50A	9.29A	11.59A	9.36A	11.68A	9.43A	
Module Efficiency STC (%)	20.04%		20.26%		20.49%		20.71%		20.93%		
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C										
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)										
Maximum series fuse rating	20A										
Power tolerance	0~+3%										
Temperature coefficients of Pmax	-0.34%/°C										
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C										
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C										
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C										

Tabella 3: Caratteristiche elettriche modulo Jinko-Solar Tyger Mono-facial JKM470M-7RL3 da 470 Watt

L'energia massima producibile teoricamente in un anno dall'impianto è data dal prodotto della radiazione media annua incidente sul piano dei moduli per la potenza nominale dell'impianto.

In base al calcolo di irraggiamento dai dati della Norma UNI10349 riportati nel paragrafo 5.

L'energia effettivamente producibile va poi calcolata tenendo conto dei rendimenti delle diverse sezioni dell'impianto, in particolare il Decreto Ministeriale del 28 luglio 2005 fissa i seguenti requisiti minimi da dimostrare in fase di collaudo

- $P_{cc} > 0,85 P_{nom} \times I / I_{stc}$
- $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$ (tale condizione deve essere verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).

Dove :

P_{cc} = Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del $\pm 2\%$.

P_{nom} = Potenza nominale del generatore fotovoltaico.

I = Irraggiamento in W/mq misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$.

I_{stc} = 1000 W/mq, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard.

Pca = Potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del $\pm 2\%$.

I componenti dell'impianto sono stati selezionati per minimizzare le perdite nel processo di conversione; in sede di progetto esecutivo verranno presi ulteriori accorgimenti volti ad ottimizzare le prestazioni del sistema, in termini di energia prodotta.

In particolare verranno adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe; verranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezione adeguate per ridurre le perdite sul lato corrente continua

Alla luce di quanto sopra, il bilancio esteso delle perdite nelle varie sezioni del sistema è riportato nello schema seguente:

perdite per scostamento delle condizioni di targa (temperatura)	6%
perdite per mismatching tra le stringhe	2%
perdite in corrente continua	5%
perdite sul sistema di conversione CC/CA	1%
perdite per basso soleggiamento e per ombreggiamento reciproco	2%
perdite per polluzione sui moduli	1%

per cui il rendimento stimato del sistema è pari a: $\mu_{\text{sist}} = 77\%$, tenendo conto degli inevitabili fermi di impianto, si può assumere un rendimento totale pari al 75%.

6. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

a. GENERATORE FOTOVOLTAICO

I moduli utilizzati per il progetto sono in silicio monocristallino, Jinko-Solar Tyger 470 W con le seguenti caratteristiche tecniche:

I moduli hanno una struttura in alluminio anodizzato resistente alla torsione e alla corrosione, inoltre hanno prestazioni meccaniche idonee a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente.

b. QUADRI DI PARALLELO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da 40.325 moduli.

Le stringhe verranno collegate in parallelo, facendo capo a quadri elettrici di campo.

c. QUADRO ELETTRICO DI CAMPO

I quadri necessari per la realizzare il parallelo delle stringhe saranno del tipo SMA Sunny String Monitor Cabinet, hanno anche la funzione di sezionare localmente le stringhe di moduli fotovoltaici costituenti il campo e attraverso sistema di monitoraggio delle correnti di stringa, di cui sono equipaggiati, di rilevare eventuali anomalie sulle stringhe.

Ogni quadro di campo contiene le apparecchiature di seguito descritte. Sull'arrivo delle stringhe sono previsti:

- un sezionatore con fusibili con funzione di blocco per correnti di ritorno (10 A) per ogni stringa
- un diodo di blocco 750 Vcc – 10A.
- sistema di monitoraggio della corrente di stringa

Sulla partenza sono previsti:

- Un sezionatore sotto carico 60 A
- Due scaricatori per sovratensione DEHN 1500V

Il quadro sarà del tipo per montaggio sia a parete che a terra, realizzato in resina autoestinguenta, con chiusura meccanica; ciascun quadro sarà provvisto di staffe di ancoraggio e di ingressi e uscite cavi muniti di pressa cavo stagno, grado di protezione IP 65.

d. QUADRO GENERALE DI PARALLELO SOTTOCAMPI

Non saranno utilizzati quadri elettrici di sottocampo.

e. GRUPPO DI CONVERSIONE

In base alle caratteristiche elettriche determinate con il dimensionamento del sistema per i campi sono stati selezionati inverter modello SUNNY HIGHPOWER PEAK3 prodotti da SMA; si tratta di apparati composti integrati da un modulo EVR per l'estensione della tensione a 1500 V, avente le seguenti caratteristiche principali. Conformità alle normative europee di sicurezza;

Disponibilità di informazioni di allarmi e di misura sui display integrato (Sunny Central Control);

Funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;

Sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con funzione MPPT integrata;

Elevato rendimento globale;

Massima sicurezza, con trasformatore di isolamento a frequenza di rete incorporato;

Forma d'onda d'uscita perfettamente sinusoidale;

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo alla potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili. Nel caso specifico, verranno installate 58 cabine inverter prodotte da SMA aventi le seguenti caratteristiche:

Inverter - dati in ingresso Caratteristiche di progetto SUNNY HIGHPOWER PEAK3

Dimensioni esterne (lunghezza x altezza x profondità) 770 mm x 830 mm x 444 mm Peso (kg) 98

Range tensione MPPT 1450 880

Tensione in ingresso max 1500 V

Inverter - dati in uscita Caratteristiche di progetto SUNNY HIGHPOWER PEAK3 Potenza nominale (kW) 150000 W

Potenza max -Cos cp > 0.99 at nominal power

Massimo rendimento (%) 99,10% Rendimento europeo 98,80%.

L'inverter è conforme alle più stringenti direttive nazionali ed europee per la sicurezza e l'immissione in rete d'energia: EMC: EN61000-6-2, EN61000-6-4; CE. L'inverter, del tipo trifase, sarà collegato sul lato in corrente alternata al sistema di distribuzione attraverso cui avviene di seguito l'immissione dell'energia elettrica prodotta in rete. L'inverter consente il collegamento della totalità delle stringhe di un campo, ognuna delle quali composta da 20 pannelli. I gruppi di conversione previsti sono stati realizzati con tecnica PWM, e sono in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico. L'inverter è munito di display che indica la temperatura di lavoro, l'energia cumulativa trasmessa, la potenza istantanea immessa in rete e quella in ingresso dal campo fotovoltaico.

f. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE SUL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA

La protezione del sistema di generazione nei confronti sia della rete auto produttore che della rete pubblica, è realizzata in conformità a quanto prescritto dalla norma GEI 11-20, con riferimento anche a quanto prescritto dalla norma CEI 0-16. Eventuali modifiche all'architettura finale del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate come richiesto dalla Delibera 188/05 dell'Autorità dell'energia ed il gas.

L'impianto risulta equipaggiato con sistema di protezione che si articola su tre livelli:

- dispositivi del generatore;

- dispositivo di interfaccia;
- dispositivo generale.

g. DISPOSITIVI DEL GENERATORE

Ciascun inverter è protetto in uscita da un interruttore automatico con sganciatore di apertura collegato al pannello del dispositivo di interfaccia in modo da agire di ricalzo al dispositivo di interfaccia stesso. L'inverter è anche dotato di dispositivi contro le sovratensioni generate in condizioni anomale lato c.a.

h. DISPOSITIVO DI INTERFACCIA

Il dispositivo di interfaccia determina il distacco del sistema dalla rete per guasti o funzionamenti anomali della rete pubblica, o per apertura intenzionale del dispositivo della rete pubblica (es. manutenzione); questo allo scopo di evitare il funzionamento in isola dell'impianto, sarà assicurato l'intervento coordinato del dispositivo di interfaccia con quelli del generatore e della rete pubblica, per guasti o funzionamenti anomali durante il funzionamento in parallelo con la rete.

Le protezioni di interfaccia sono costituite da relè di massima e minima frequenza, relè di massima e minima tensione, relè di massima tensione omopolare, e sono inserite in un pannello polivalente conforme alla norma CEI 11-20 e alla specifica ENEL.

i. DISPOSITIVO GENERALE

Il dispositivo generale (DG) ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica; il DG deve assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione, ed è costituito da un interruttore in SF6 con sganciatore di apertura, predisposto per essere controllato da una protezione generale di massima corrente di fase e una di massima corrente omopolare.

j. MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA

Il sistema di misura dell'energia prodotta è collocato in uscita dal trasformatore elevatore ed è in grado di rilevare e registrare, per ciascuna ora, l'energia elettrica immessa in rete nel punto di consegna. Il sistema di misura è conforme alle disposizioni dell'autorità dell'energia elettrica e gas e alle norme CEI, in particolare sarà dotato di sistemi meccanici di sigillatura che garantiscano da manomissioni o alterazioni dei dati di misura. Il sistema di misura è idoneo a consentire la tele lettura dell'energia elettrica prodotta da parte del distributore.

k. CABLAGGI

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento delle stringhe e i quadri di campo sono previsti

conduttori di tipo H07RN-F (neoprene a doppio isolamento). Il collegamento tra i quadri di campo e i quadri di sotto-campo sono realizzati con cavi adatti alla posa interrata e sono protetti con tubazioni. La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

I. LINEA IN CAVO SOTTERRANEO

Le linee in progetto sono da realizzarsi lungo la viabilità di strade interna o nei terreni, senza interessare proprietà di terzi. La partenza delle linee, è prevista su quadri MT a 20 kV, ubicati in prossimità dei gruppi inverter dell'impianto FV, per confluire al quadro MT della cabina esistente.

m. PROGETTAZIONE ELETTRICA - SCELTA DEI CAVI

Per la costruzione della linea si utilizzerà cavo unipolare in corda di alluminio con isolamento solido estruso in gomma etile propilenica HEPR o polietilene reticolato XLPE.

La sezione prevista è: 1x(3x70) - 1x(3x180) - 1x(3x240) mmq con conduttori in alluminio;

Portata dei cavi

La portata dei cavi, nelle normali condizioni di esercizio, non supera la portata al limite termico stabilita dalle norme CEI.

n. COLLEGAMENTI A TERRA

Gli schermi dei cavi MT devono essere messi a terra ad entrambe le estremità, in corrispondenza delle terminazioni.

o. PROGETTAZIONE DELLE CANALIZZAZIONI

L'integrità dei cavi deve essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare, in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto).

Pertanto la posa del cavo sarà entro tubo di materiale plastico

La profondità minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata dal Nuovo Codice della Strada ad 1 m dall'estradosso della protezione; per tutti gli altri suoli e le strade di uso privato valgono i seguenti valori, dal piano di appoggio del cavo, stabiliti dalla norma CEI 11-17:

- 0,6 m (su terreno privato);

- 0,8 m (su terreno pubblico);

Il riempimento della trincee il ripristino della superficie devono essere effettuati, nella generalità dei casi, ossia in assenza di specifiche prescrizioni imposte dal proprietario del suolo, rispettando i volumi indicati nell'elaborato di progetto.

La presenza dei cavi deve essere rilevabile mediante l'apposito nastro monitore posato a non meno di 0,20 m dall'estradosso del cavo ovvero della protezione.

p. TUBAZIONE

La tubazione da utilizzare sarà in polietilene del tipo corrugato del diametro di 160 mm non inferiore a 1,4 volte il diametro del cavo ovvero il diametro circoscritto del fascio di cavi (Norma CEI 11-17)

Durante l'esecuzione dei lavori sarà prestata particolare attenzione ai sotto-servizi presenti sul posto (condotte fognarie, idriche, linee elettriche, telefoniche ecc.).

Qualunque interferenza riscontrata durante la posa del cavo, sarà sottopassata.

Saranno alterni ripristinate tutte le pavimentazioni preesistenti fino alla completa ricomposizione dello stato di fatto. A lavoro ultimato tutti i ripristini dovranno trovarsi alla stessa quota del piano preesistente, senza presentare dossi o avvallamenti.

q. TRASFORMATORI

Nel campo fotovoltaico sono presenti 11 sotto-campi, ognuno dei quali è dotato di cabina di trasformazione. Ogni trasformatore è in resina raffreddato a secco.

7. OPERE CIVILI

E' prevista la realizzazione di edifici in struttura prefabbricata adibiti rispettivamente a centrale elettrica per la posa dei quadri inverter, alla posa dei trasformatori, servizi (ufficio, servizi igienici, magazzino), alla posa dei gruppi misura (locale misuratori), ed uno alla posa dei quadri MT del distributore (locali distributore).

8. SISTEMA DI CONTROLLO

Il sistema di controllo dell'impianto avviene tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

-
- a) Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;
 - b) Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data- Logger montata a bordo degli inverter.

Il controllo in remoto avviene da centrale (servizio assistenza) con medesimo software del controllo locale.

Le grandezze controllate da sistema sono:

Potenza dell'inverter;

Tensione di campo dell'inverter; Corrente di campo dell'inverter; Radiazioni solari;

Temperatura ambiente; Velocità del vento;

Lecture dell'energia attiva e reattiva prodotte;

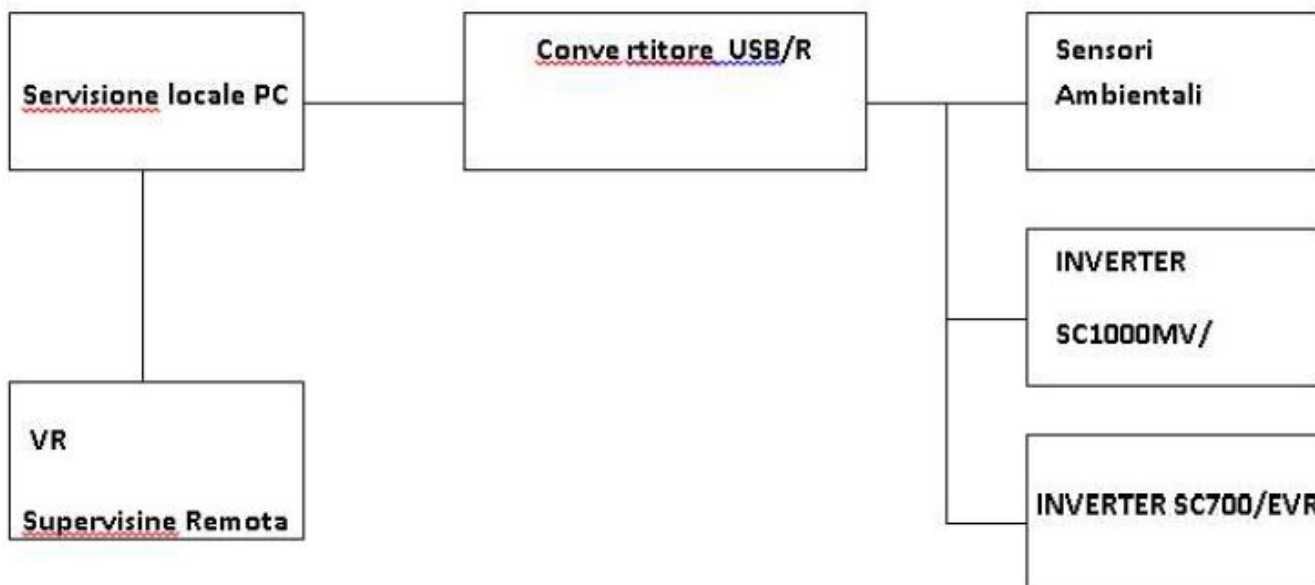


Figura2: Sistema a blocchi del sistema di controllo

Bus di trasmissione dati conforme allo standard RS485 per trasmissioni industriali. La connessione tra gli inverter ed il PC avviene tramite un box acquisizione (convertitore USB/RS485 MODBUS). Lo stesso BUS ai inerisce la scheda di acquisizione ambientale per la misura della temperatura ambientale, l'irraggiamento e la velocità del vento.

9. VERIFICHE DI COLLAUDO

L'impianto fotovoltaico e relativi componenti saranno realizzati nel rispetto delle norme tecniche richiamate nell'Allegato 1 al D.M. 28 luglio 2005, ai sensi di quanto previsto dall'articolo 4, comma 3, del DM su indicato.

Le verifiche di collaudo e le prove di collaudo dell'impianto saranno in parte effettuate durante l'esecuzione dei lavori, in parte appena ultimato l'impianto.

La verifiche tecnico- funzionale dell'impianto consista nell'effettuare i controlli secondo la normativa "ENEA 10.000 tetti fotovoltaici", riassunta qui di seguito:

Disposizione componenti:

CONTROLLO: Disposizione componenti come riportate nel progetto esecutivo

Strutture di sostegno:

CONTROLLO: Serraggio delle connessioni bullonate integrità della geometria.

Stato della zincatura sui profili in acciaio

Generatore fotovoltaico:

CONTROLLO: Integrità della superficie captante dei moduli. Controllo di un campione di cassette di terminazione

Uniformità di tensioni, correnti e resistenza di isolamento delle stringhe fotovoltaiche

Quadro/i elettrici:

CONTROLLO: Integrità dell'armadio

Efficacia dei diodi di blocco

Prova di sfilamento dei cablaggi in ingresso ed in uscita

Retediterra:

CONTROLLO: Continuità dell'impianto di terra

Collegamenti Elettrici:

CONTROLLO: Verifica, attraverso la battitura dei cavi, la correttezza della polarità e marcatura secondo gli schemi elettrici di progetto.

Provefunzionali:

CONTROLLO: corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza e nelle varie modalità previste dal convertitore c.c/c.a

Prove di prestazione elettrica del sistema:

CONTROLLO: Prestazione incorrente continua

$P_{cc} > 0.85 P_{nom} \times I/lstc.$

Prestazione sezione conversione statica $P_{ca} > 0.9 P_{cc}$

Dove:

Pcc = Potenza in kW misurata all'uscita del generatore con precisione migliore del 2%

Pnom = Potenza in kW somma delle potenze di targa dei moduli installati.

I = Irraggiamento in W/mq misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del 2% I_{stc} = valore di riferimento in W/mq

Pca> Potenza attiva in kW misurata all'uscita del Convertitore precisione migliore del 2%

Le verifiche di cui sopra saranno eseguite da un tecnico abilitato. Con questi controlli si garantisce che il rendimento della sezione in continua sia maggiore dell'85%, quello della sezione di conversione sia maggiore del 90%. Al termine delle prove verrà rilasciata opportuna certificazione che attesti delle verifiche. Le prestazioni dell'impianto a regime verranno monitorate in continuo dal sistema di controllo descritto nel paragrafo 3.7.

10. SICUREZZA DELL'IMPIANTO

a. Protezione da corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto

Le prestazioni dell'impianto a regime protezione dai corto circuiti sul lato c.c. dell'impianto. Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e corrente superiori, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nel punto di massima potenza.

b. Protezione da contatti accidentali lato c.c.

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione superiore ai 400 V c.c., che è la tensione tipica delle stringhe, può avere conseguenze letali.

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante di terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantito dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un

contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire tale eventualità gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rilevazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

c. Protezione da contatti accidentali lato c.c.

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceuranico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine. I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza.

Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo stringhe sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi di uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una o entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento gli inverter e l'emissione di una segnalazione di allarme.

d. Protezione sul lato c.a. dell'impianto

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogia limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter. Corti circuiti sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

Per l'interruttore MT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

e. Prevenzione funzionamento in isola

In accordo a quanto prescritto dalla normativa italiana sarà previsto, incorporato nell'inverter, un dispositivo per prevenire il funzionamento in isola dell'impianto.

f. Impianto di messa a terra

La cabina elettrica è dotata di una rete di messa a terra realizzata secondo la vigente normativa.

Le strutture di sostegno dei moduli sono collegate ad una rete di terra realizzata in prossimità delle strutture stesse.