

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW
Comune di Butera (CL)

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI

22-00073-IT-BUTERA_PG-R03


PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (BUTERA PV) S.R.L.
Viale Shakespeare, 71 00144 – Roma
P. IVA e C.F. 16627641000 – REA RM - 1666510

PROGETTISTA:


ING. VALENTINA CASALINI
Iscritta all' Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pisa al n. 2940 B-91

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
07/2022	0	Prima Emissione	FP-VC	FP-VC	G.Calzolari


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	2 di 63

INDICE


1	PREMESSA.....	5
2	INFORMAZIONI GENERALI	5
2.1	INFORMAZIONI GENERALI DEI MATERIALI.....	5
2.1	INFORMAZIONI GENERALI DEGLI IMPIANTI.....	6
3	SCAVI E MOVIMENTI TERRA	7
3.1	PROTEZIONE SCAVI.....	8
3.2	SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA	8
3.1	SCAVI PER IMPIANTI DI MESSA A TERRA.....	8
4	OPERE IN FERRO ED ALTRI METALLI	9
5	OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO.....	10
5.1	CALCESTRUZZO.....	10
5.1	ACCIAIO.....	10
6	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	11
6.1	MODULI FOTOVOLTAICI	11
6.2	GRUPPI DI CONVERSIONE (INVERTER).....	14
6.3	CABINE ELETTRICHE.....	17
6.4	STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO	17
6.5	IMPIANTO DI MESSA A TERRA	19
6.6	CONTENITORI PORTACAVO	20
6.7	INTERRUTTORI AUTOMATICI.....	21
6.8	QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE	21
6.9	QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE	22
6.10	CONDUTTORI.....	22
6.11	ISOLAMENTO.....	23
6.12	ISTALLAZIONE DEI CAVI	23
6.13	SCAVI, TRINCEE E RIEMPIMENTI	23
6.14	CAVIDOTTI	23
6.15	POZZETTI DI INFILAGGIO	24
6.16	GIUNTI INTERRATI	24
7	RECINZIONE.....	25
8	PIANO DI MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO	26
8.1	RISPONDENZA CON LA NORMA ITALIANA CEI 82-75.....	26
8.2	IL MONITORAGGIO TECNICO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO	27
8.2.1	IL PERFORMANCE RATIO (PR).....	27

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	3 di 63

8.2.2	LA DISPONIBILITA' TECNICA	28
8.2.3	3.1.3 L'ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	29
8.3	SENSORI.....	32
8.3.1	I SENSORI DI IRRAGGIAMENTO.....	32
8.4	CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE DI CONTROLLO ED ELABORAZIONE DEI DATI 35	
8.5	3.4 MONITORAGGIO E MANUTENZIONE	36
8.5.1	MONITORAGGIO IN LOCO	36
8.5.2	PROVE A VUOTO ED A CARICO SUGLI IMPIANTI.....	38
8.5.3	RILIEVI CON TERMOCAMERA	41
8.5.4	TEST CON ELETTROLUMINESCENZA.....	41
8.5.5	MANUTENZIONE	42
8.5.6	MANUTENZIONE CABINA MT/BT E DI TRASFORMAZIONE.....	43
8.5.7	MANUTENZIONE IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	47
8.5.8	MANUTENZIONE IMPIANTO DI TERRA.....	47
8.5.9	MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	48
8.5.10	MANUTENZIONI ACCESSORIE.....	50
9	COLLAUDO E SPECIFICHE PRESTAZIONI DI IMPIANTO.....	51
9.1	COLLAUDO.....	51
9.2	VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI.....	51
9.3	MISURE DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE E DELLA TEMPERATURA DI LAVORO DEI MODULI	52
10	RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.....	54
10.1	LEGGI E DECRETI	54
10.2	EUROCODICI.....	54
10.3	ALTRI DOCUMENTI	54
10.4	LEGISLAZIONE E NORMATIVA NAZIONALE IN AMBITO CIVILE E STRUTTURALE	55
10.5	LEGISLAZIONE E NORMATIVA NAZIONALE IN AMBITO ELETTRICO	55
10.6	SICUREZZA ELETTRICA	55
10.7	PROGETTAZIONE FOTOVOLTAICA.....	56
10.8	PROGETTAZIONE QUADRI ELETTRICI.....	58
10.9	RETE ELETTRICA DEL DISTRIBUTORE E ALLACCIAMENTO DEGLI IMPIANTI 58	
10.10	PROGETTAZIONE CAVI, CAVIDOTTI E ACCESSORI	59
10.11	CONVERSIONE DELLA POTENZA	60
10.12	SCARICHE ATMOSFERICHE E SOVRATENSIONI	60
10.13	DISPOSITIVI DI POTENZA.....	60

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	4 di 63

10.14	COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA	61
10.15	ENERGIA SOLARE	62
10.16	SISTEMI DI MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA	62

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	5 di 63

1 PREMESSA

Il presente documento illustra le specifiche tecniche per la progettazione esecutiva. La realizzazione, l'assistenza e la manutenzione di un impianto fotovoltaico, del tipo mobile, ubicato su suolo, finalizzato alla produzione di energia elettrica attraverso la conversione fotovoltaica.

Il proponente dell'iniziativa ha quindi intenzione di realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare tramite conversione fotovoltaica, della potenza nominale in DC di 14.26 MW e potenza in AC di 13.60 MW nel Comune Butera e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione dell'energia elettrica Nazionale (RTN) necessarie per la cessione dell'energia prodotta.

Il presente progetto viene redatto in conformità alle disposizioni della normativa vigente sia nazionale che della Regione Sicilia.

L'impianto dovrà essere realizzato a regola d'arte nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza sul lavoro e di impianto

2 INFORMAZIONI GENERALI


Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e delle opere murarie relative, si dovranno osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre a quelle del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente o indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione o il collaudo ed ogni altra anomalia segnalata dalla Direzione dei Lavori, dovranno essere prontamente riparate.

2.1 INFORMAZIONI GENERALI DEI MATERIALI.

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e da regolamenti vigenti. Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso, più generale, si dovranno presentare adeguate campionature almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della Direzione dei Lavori.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- Dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- Dalle prescrizioni particolari riportate nei seguenti articoli;
- Dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- Da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	6 di 63

Resta comunque contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti. L'appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dalla Direzione dei lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà opportunamente verbalizzato. L'appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione Lavori. Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare gli approvvigionamenti, l'Appaltatore sarà tenuto alle relative sostituzioni. Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale.

2.1 INFORMAZIONI GENERALI DEGLI IMPIANTI.

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione Lavori, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia. L'Appaltatore è tenuto a presentare un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati. Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti. L'Appaltatore resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dalla Direzione dei lavori non pregiudica i diritti che l'Appaltante si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	7 di 63

3 SCAVI E MOVIMENTI TERRA

Tutti gli scavi occorrenti, provvisori o definitivi, saranno in accordo con i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni del Direttore dei lavori.

Le attività previste in merito agli scavi e alla movimentazione delle terre si possono riassumere nelle seguenti voci:

Realizzazione scavi per fondazioni delle cabine: la fondazione dei cabinati sarà del tipo a platea in calcestruzzo armato su fondo di magrone. La fondazione, da realizzarsi con getto in opera della platea e successiva posa della vasca prefabbricata, sarà parzialmente interrata e la sua esecuzione in opera prevede la rimozione dello strato superficiale di terreno vegetale per garantire una maggiore stabilità dell'opera.


Realizzazione scavi per fondazioni dei cancelli di accesso e recinzione: la fondazione dei cancelli di accesso sarà realizzata a mezzo di getto in opera su fondo di magrone, ad idonea profondità di scavo. La recinzione sarà sostenuta da montanti infissi direttamente nel terreno.

Realizzazione cavidotti interrati: i cavidotti interrati richiederanno la realizzazione di scavi a sezione rettangolare in funzione della tipologia di cavi previsti (BT e/o MT + segnale). Le trincee verranno immediatamente richiuse successivamente alla posa dei tubi passacavi o dei cavi, ove interrati direttamente, con il materiale di risulta e ricompattate.

Opere di sbancamento e risistemazione area: l'intervento la riprofilatura delle aree individuate per l'istallazione del terreno, le strade interne a tali aree e la posa della rete della maglia di terra.

Tutto il materiale derivante dagli scavi verrà gestito in accordo alla normativa vigente (D.P.R. 120/17 e D. Lgs. 152/06).

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedirne frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti. Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà avviato a discarica; qualora si rendesse necessario il successivo utilizzo, di tutto o di parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo dispositivo nell'area del cantiere. Durante l'esecuzione degli scavi sarà vietato, salvo altre prescrizioni, l'uso di esplosivi e, nel caso che la natura dei lavori o le specifiche prescrizioni ne prevedessero l'uso, il Direttore dei Lavori autorizzerà, con comunicazione scritta, tali interventi che saranno eseguiti dall'Appaltatore sotto la sua piena responsabilità per eventuali danni a persone o cose nella completa osservanza della normativa vigente a

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	8 di 63

riguardo. Qualora fossero richieste delle prove per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'appaltatore dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dal Direttore dei Lavori.

3.1 PROTEZIONE SCAVI


Barriera provvisoria a contorno e difesa di scavi ed opere in acqua, sia per fondazioni che per opere d'arte, per muri di difesa o di sponda da realizzare mediante infissione nel terreno di pali di abete o pino, doppia parete di tavoloni di abete, traverse di rinforzo a contratto tra le due pareti, tutti i materiali occorrenti, le legature, le chiodature e gli eventuali tiranti.

3.2 SCAVI A SEZIONE OBBLIGATA

Da eseguire con mezzo meccanico (o per casi particolari a mano) in rocce di qualsiasi natura o consistenza, sia sciolte che compatte con resistenza allo schiacciamento fino a 12 N/mm² asciutte o bagnate, anche se miste a pietre, compreso il taglio la rimozione di radici e ceppaie, comprese le opere di sicurezza, il carico e il trasporto a discarica del materiale di risulta inclusa anche l'eventuale selezione di materiale idoneo per rilevati e da depositare in apposita area all'interno del cantiere.

3.1 SCAVI PER IMPIANTI DI MESSA A TERRA.

Realizzazione di uno scavo da mezzo meccanico, con ripristino del terreno per la posa in opera di corda di rame per impianti di dispersione di terra e posa del conduttore ad una profondità di almeno 1.20 m da eseguire su terreno di campagna.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	9 di 63


4 OPERE IN FERRO ED ALTRI METALLI

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica. Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue. I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità questi verranno rifiniti con la smerigliatrice. Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente. I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura. I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

- saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dal direttore dei lavori; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;
- bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;
- chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni. Dovranno essere inoltre effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno infine applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	10 di 63

5 OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO.

Sono previste le seguenti opere in calcestruzzo o calcestruzzo armato:

- fondazioni dei cabinati;
- basamenti dei cancelli;
- fondazioni per equipment elettrici della stazione utenza.

5.1 CALCESTRUZZO

Per le opere in c.a. è previsto l'uso dei seguenti calcestruzzi:

	Classe di resistenza Rck	Classe di esposizione ambientale	Classe di consistenza
Tutte le opera in c.a. (fondazioni)	C28/35	XC2	S4
Per il solo magrone	C12/15		-

Nel caso in cui si verifichi la possibilità di attacco chimico o corrosione indotta da cloruri, la classe di esposizione verrà adeguatamente aggiornata secondo le condizioni ambientali presenti.

5.1 ACCIAIO

Acciaio


Per le opere in ca. è previsto l'utilizzo delle seguenti barre ad aderenza migliorata

Barre ad aderenza migliorata tipo B450C

Tipo di acciaio	B450C
Peso specifico	$\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$
Modulo di elasticità	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} >$	450 N/mm^2
Tensione di snervamento di progetto ($\gamma_s = 1,15$)	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391 \text{ N/mm}^2$
Massima tensione di esercizio	$\sigma_s = 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

Copriferro.

Lo spessore del copriferro in generale sarà di 40 mm.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev. 0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag. 11 di 63

6 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

6.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 4 sottocampi indipendenti per un totale di 23.568 moduli e 982 stringhe (24 moduli a stringa), per una potenza di picco pari a 14,26MWp.

Il modulo scelto è il JA SOLAR mod.JAM78D30 605 MB da 605MW. Di seguito si riportano i dati del data sheet

Harvest the Sunshine



DEEP BLUE 3.0

Mono

605W MBB Bifacial Mono PERC Half-cell Double Glass Module

JAM78D30 580-605/MB Series

Introduction

Assembled with 1188 bifacial PERCium cells and half-cell configuration, these double glass modules have the capability of converting the incident light from the rear side together with the front side into electricity, providing higher output power, lower temperature coefficient, less shading loss, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.





Higher output power



More reliable, more stable power generation



Less shading effect



Lower temperature coefficient

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 30-year linear power output warranty

0.45% Annual Degradation Over 30 years



■ Bifacial double glass module linear power warranty
■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

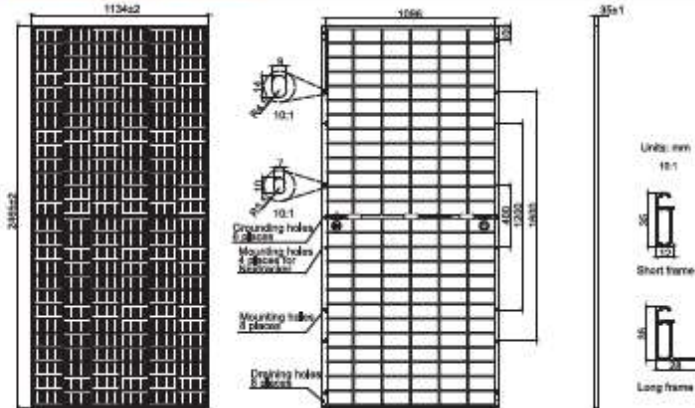
- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001: 2018 Occupational health and safety management systems
- IEC 62941: 2019 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Quality system for PV module manufacturing





JASOLAR

MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	33,4kg
Dimensions	2465±2mm×1134±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
No. of cells	156(6×26)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4-EVO2/ QC 4,10-35
Cable Length (including Connector)	Portrait:300mm(+y)400mm(-); Landscape:1500mm(+y)1500mm(+)
Front Glass/Back Glass	2,0mm/2,0mm
Packaging Configuration	31pcs/Pallet, 496pcs/40HQ Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM78D30 -580/MB	JAM78D30 -585/MB	JAM78D30 -590/MB	JAM78D30 -595/MB	JAM78D30 -600/MB	JAM78D30 -605/MB
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	580	585	590	595	600	605
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	53,11	53,20	53,30	53,40	53,50	53,61
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	44,35	44,56	44,80	45,05	45,30	45,53
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	13,84	13,88	13,93	13,98	14,03	14,08
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	13,06	13,13	13,17	13,21	13,25	13,29
Module Efficiency [%]	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,6
Power Tolerance	0→+5W					
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0,045%/°C					
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0,275%/°C					
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})	-0,350%/°C					
STC:	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1,5G					

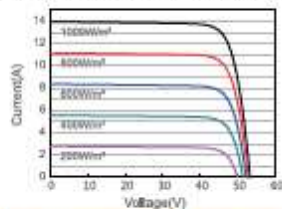
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS WITH 10% SOLAR IRRADIATION RATIO OPERATING CONDITIONS

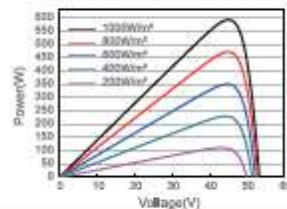
TYPE	JAM78D30 -580/MB	JAM78D30 -585/MB	JAM78D30 -590/MB	JAM78D30 -595/MB	JAM78D30 -600/MB	JAM78D30 -605/MB	Maximum System Voltage	1500V DC
Rated Max Power(P _{max}) [W]	621	626	631	637	642	647	Operating Temperature	-40°C→+85°C
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	53,16	53,25	53,35	53,45	53,55	53,66	Maximum Series Fuse Rating	30A
Max Power Voltage(V _{mp}) [V]	44,34	44,55	44,80	45,04	45,29	45,52	Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112 lb/ft ²)
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	14,81	14,85	14,91	14,96	15,01	15,07	Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50 lb/ft ²)
Max Power Current(I _{mp}) [A]	14,00	14,05	14,09	14,13	14,18	14,22	NOCT	45±2°C
Irradiation Ratio(rear/front)	10%						Bifaciality**	70%±10%
*For NextTracer installations, Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.							Fire Performance	UL Type 29
**Bifaciality=P _{max, rear} /Rated P _{max, front}								

CHARACTERISTICS

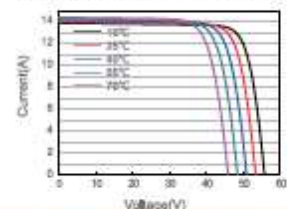
Current-Voltage Curve JAM78D30-595/MB




Power-Voltage Curve JAM78D30-595/MB



Current-Voltage Curve JAM78D30-595/MB



	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	13 di 63

Il modulo fotovoltaico di progetto è composto da 156 (2x78) celle solari rettangolari realizzate con silicio monocristallino. La protezione frontale è costituita da un vetro a tecnologia avanzata costituito da una trama superficiale che consente di ottenere performance eccellenti anche in condizioni di poca luminosità. Le caratteristiche meccaniche del vetro sono: spessore 32 mm e superficie antiriflesso temperato.

La cornice del supporto è realizzata con un profilo di alluminio estruso ed anodizzato.

I cavi forniti a corredo dovranno essere del tipo precablati sez. min. 6 mmq completi di connettori preinnestati.

Le scatole di connessione, sulla parte posteriore di pannello, sono realizzate in resina termoplastica e contengono all'interno una morsettiera con i diodi di bypass, per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento ed i terminali di uscita, costituiti da cavi precablati a connessione rapida impermeabile.

I moduli fotovoltaici debbano essere provati e verificati da laboratori accreditati per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025, da Organismi di certificazione appartenenti ad EA (European co-operation for Accreditation) o che abbiano stabilito accordi di mutuo riconoscimento con EA o in ambito ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation).


Ai fini dell'esecuzione delle prove di tipo per la verifica dei moduli fotovoltaici si fa riferimento alle seguenti normative:

- la normativa CEI EN 61215, ivi comprese varianti, aggiornamenti ed estensioni successive alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare i moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri, ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo;
- la normativa CEI EN 61646, ivi comprese varianti, aggiornamenti ed estensioni successive alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare moduli fotovoltaici a film sottile per applicazioni terrestri, ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo;
- - la normativa CEI EN 62108, ivi comprese varianti, aggiornamenti ed estensioni successive alla normativa stessa, stabilisce le prescrizioni secondo le quali il laboratorio deve provare e verificare moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV), ai fini della qualifica di progetto e omologazione del tipo.

Per comprovare l'avvenuta certificazione, qualora il GSE lo richieda, è necessario inviare uno dei seguenti documenti (redatti in lingua italiana o inglese):

- il certificato di approvazione di tipo, rilasciato direttamente da un laboratorio di prova accreditato, in seguito all'esecuzione delle prove descritte nella normativa di riferimento sopra riportata;
- il certificato di conformità, rilasciato da un Organismo di certificazione, in seguito a prove di tipo eseguite presso un laboratorio di prova accreditato. In questo caso il certificato deve contenere
- indicazioni in merito al laboratorio che ha effettuato le prove e deve riportare il numero del rapporto di prova del modulo.

I moduli devono risultare prodotti nel periodo di validità del certificato.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	14 di 63

6.2 GRUPPI DI CONVERSIONE (INVERTER)

L'inverter fotovoltaico è un elemento fondamentale per il corretto funzionamento di un impianto fotovoltaico, infatti può essere quasi definito come "il cuore pulsante" del sistema! Si può capire, quindi come la sua qualità ed efficienza siano di grande importanza per il rendimento del sistema e per far sì che i pannelli fotovoltaici funzionino sempre al meglio del loro potenziale.

Esteticamente, l'inverter fotovoltaico è simile a un quadro elettrico, protetto da un involucro di metallo. Può essere installato all'esterno oppure nel sottotetto, l'importante è che sia posto quanto più vicino possibile ai pannelli e in un locale debitamente ventilato.

Il funzionamento di un impianto fotovoltaico è noto a tutti: i moduli installati sul tetto catturano l'energia del sole e la trasformano in energia elettrica, sottoforma di corrente continua (DC o Direct Current). La rete domestica, tuttavia, utilizza una tipologia di corrente elettrica caratterizzata da due flussi di energia, ovvero la corrente alternata (AC o Alternating Current), a una frequenza costante (50 Hz).

Ed è proprio qui che entra in gioco l'inverter fotovoltaico. Il suo compito principale è proprio quello di convertire la corrente continua generata dai pannelli, in corrente alternata a 230 volt e 50 Hz.

Accanto a questo, ci sono tutta una serie di funzioni altrettanto fondamentali:

- Contribuisce al rendimento energetico di un impianto fotovoltaico ottimizzandone la potenza
- Il suo rendimento determina la quantità di energia elettrica che da continua viene trasformata in alternata
- Segnala la presenza di eventuali anomalie
- Protegge il sistema in caso di blackout o sovratensioni

L'inverter fotovoltaico va installato in un luogo isolato e ventilato, per evitare surriscaldamenti all'involucro e sbalzi di temperatura. L'ideale sarebbe un locale dove non c'è né troppo freddo né troppo caldo (temperature non sotto i 5°C e non sopra i 40°C).

In generale, però, l'inverter è esente da manutenzioni: è sufficiente effettuare un periodico controllo del suo corretto funzionamento e una revisione ogni 10 anni.

Il modello di inverter utilizzato per l'impianto è **SUNGROW SG3400-HV-20**, aventi potenza nominale unitaria di 3437 kWac



**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA
(AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp -
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW
Comune di Butera (CL)**

Rev. 0

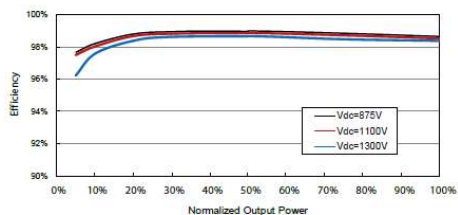
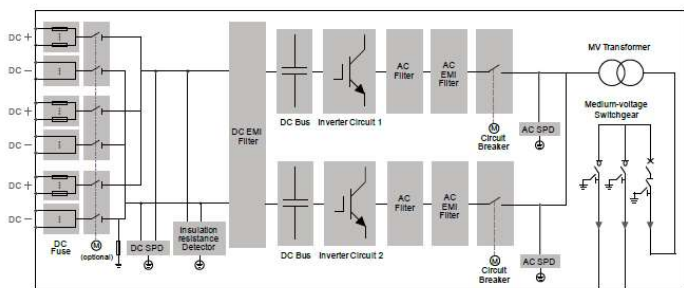
**22-00073-IT-BUTERA_PG-R03
DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI
ELEMENTI**

Pag. 15 di 63




CIRCUIT DIAGRAM

EFFICIENCY CURVE (SG3400HV-20)



INPUT (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage startup input voltage	875 V 915 V
MPP voltage range for nominal power	875-1300 V
No. Of independent MPP inputs	1
No. Of DC inputs	18 (optional:22,24 negative grounding or floating; 2 negative grounding)
Max. PV input current	4178 A
Max. DC short-circuit current	5000 A

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	16 di 63


OUTPUT (AC)	
AC output power	3593 kVA@25°C 3437 kVA@45°C
Max. AC output current	3458 A
AV voltage range	10-35 kV
Nominal grid frequency Grid frequency range	50 Hz/45 – 55 Hz, 60 Hz/55-65 Hz
THD	<3% (at nominal power)
DC current injectio	<0.5% In
Power factor at nominal power Adjustable power factor	>0.99 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases Connection phases	3/3

EFFICIENCY	
Inverter Max. efficiency	99.0 %
Inverter Euro. efficiency	98.7 %

TRASFORMER	
Trasformer rated power	3437 kVA
Trasformer max. power	3593 kVA
LV/MV voltage	0.6 kV/10-35 kV
Trasformer vector	Dy11
Trasformer cooling type	ONAN (Oil natural Air Natural)
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

PROTECTION AND FUNCTION)	
DC input protection	Load break switch + fuse
Inverter output protection	Circuit breaker
AC MV output protection	Circuit breaker
Overvoltage protection	DC tupe I+II \ AC Type II
Grid monitoring Ground fault monitoring	Yes Yes
Insulation monitoring	Yes
Overhea tprotection	Yes
Q at night function	optional

GENERAL DATA	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Weight	17 T
Degree of protection	IP54 (Inverter IP55)
Operatingg ambient temperature range	-35 to 60°C (>45°C derating)
Allowable relative humidity range (non – condensing)	0-95%
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	17 di 63

Max. operating altitude	1000 m (standard) / >1000 m (optional)
Display	Touch screen
Communication	Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 62116, IEC 61727
Grid support	Q at night function (optional), L/HVRT active & reactive power control and power ramp rate control

6.3 CABINE ELETTRICHE

Saranno utilizzate cabine monoblocco autoportanti in calcestruzzo vibrato armato confezionato con cemento ad alta resistenza con pareti internamente ed esternamente trattate con rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo. Ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sulla parete, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura. L'elemento di copertura è provvisto di un manto impermeabilizzante costituito da una guaina bituminosa elastomerica, applicata a caldo, con spessore minimo di 3 mm ricoperta da scaglie di ardesia con funzione protettiva e riflettente dei raggi solari.


L'armatura interna del prefabbricato totalmente collegata elettricamente, crea una vera e propria gabbia di faraday tale da proteggere tutto il sistema da sovratensioni atmosferiche limitando inoltre, a valori trascurabili, gli effetti delle tensioni di passo e di contatto. L'armatura metallica è costituita da acciaio e rete elettrosaldata. Le caratteristiche di resistenza della cabina ne rendono idonea la posa anche in zone sismiche di categoria 2 secondo le prescrizioni della normativa vigente.

6.4 STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO

Le innumerevoli applicazioni del fotovoltaico fanno sì che le strutture di supporto e sostegno dei moduli siano, per geometria e concezione, personalizzate per ogni singolo progetto. Qualunque sia la struttura di sostegno prescelta, quest'ultima deve essere in grado di reggere il proprio peso nonché di resistere alle sollecitazioni esercitate da fattori esterni quali:

- la neve, per esempio, può comportare sollecitazioni di carico dovute all'accumulo sulla superficie dei moduli;
- la pressione dovuta all'azione del vento agente sul piano dei moduli che si traduce in quel fenomeno chiamato "effetto vela".

Il "MODULO STANDARD" utilizzato in questo campo è costituito da una struttura in elevazione in acciaio tipo TRACKER DI SUPPORTO MODULI FOTOVOLTAICI tilt +/-55A ANCORATI nel terreno per circa 4 mt, collegati superiormente da un Tubo Quadro sul quale poggiano attraverso elementi in OMEGA i moduli fotovoltaici. L'angolo d'inclinazione è variabile. Per maggiore chiarezza si rimanda alle tavole grafiche allegate.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	18 di 63

La struttura di sostegno del tipo mobile ad inseguitore solare mono assiale, o tracker, utilizza dispositivi elettromeccanici, che gli consentono di seguire il sole durante tutto il giorno da Est a Ovest sull'asse di rotazione orizzontale Nord-Sud (inclinazione 0°). I layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili. La semplice geometria permette di mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro in modo da posizionare opportunamente i tracker l'uno rispetto all'altro. Il modello di inseguitore solare scelto per il progetto in premessa è il TRJHT28PDP della ditta Convert.


L'intera struttura è realizzata completamente in acciaio ed è caratterizzata da 2 portali, posti ad interasse 5963 mm con due sbalzi laterali da circa 1600 mm. Gli elementi strutturali costituenti sono rappresentati da un pilastro centrale (ove è posizionato il rotore) e 4 PROFILI A Z, tutti gli elementi precedenti sono collegati superiormente da un Tubo Quadro.



Figura 6.1 Esempio di installazione tracker



Figura 6.2 Particolari tracker

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	19 di 63

6.5 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Tutte le parti metalliche esposte non percorse da corrente e facenti parte di apparecchiature elettriche, la rete dei tubi portacavo e qualsiasi altra apparecchiatura od impianto, per cui sia richiesto dalle norme, saranno collegate a terra. Tutto i macchinari, le apparecchiature, i dispositivi con custodia metallica saranno collegati a terra. Per il collegamento a terra si dovranno usare capicorda di materiale tale da ridurre al minimo i fenomeni di corrosione. La rete dei tubi portacavo metallici non potrà essere usata come conduttore di terra.

Il sistema di terra comprende le maglie interrato intorno alle cabine, i collegamenti tra le cabine e i collegamenti equipotenziali per la protezione dai contatti indiretti, fino agli inverter. Ciascuna maglia di terra avrà un layout secondo quanto riportato nei disegni di progetto.

L'estensione della rete di terra, realizzata con corda di rame nudo interrata e collegata alle armature di fondazione, dovrebbe garantire un valore della resistenza di terra sufficientemente basso. Solo in caso di necessità in fase di collaudo, a posa e rinterro avvenuto, si procederà all'installazione di picchetti dispersori aggiuntivi.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente continua (quadri elettrici, SPD, strutture metalliche di sostegno) devono essere rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento diretto con la corda di rame nudo interrata.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente alternata (convertitori, quadri elettrici, SPD, trasformatori) devono essere rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento con il centro-stella dei trasformatori AT/BT, a loro volta messi a terra.

I collegamenti di terra sono eseguiti a "regola d'arte" da personale qualificato.


La rete di terra è realizzata con i seguenti componenti principali:

- Conduttori di terra: corda di rame nudo da 95 mm² corda di rame nudo da 35 mm² cavo di rame da 240 mm² con guaina giallo/verde cavo di rame da 50 mm² con guaina giallo/verde cavo di rame da 35 mm² con guaina giallo/verde
- (eventuale) picchetti dispersori a croce in acciaio zincato da 2 m, con i relativi pozzetti di ispezione in plastica

I conduttori di terra, ove prescritto, devono essere interrati appena possibile. Le connessioni elettriche interrato devono essere realizzate con morsetti a compressione. Le connessioni fuori terra devono essere realizzate con morsetti o con piastre di derivazione.

A distanza regolare devono essere realizzati dei pozzetti di derivazione per agevolare i collegamenti fuori terra. Tutte le connessioni devono essere realizzate con materiali resistenti alla corrosione.

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici deve essere collegata ai picchetti mediante una corda di rame nudo 25 mm². La corda di rame deve essere collegata alla struttura tramite capocorda ad occhiello, bullone e rondella in acciaio zincato, fissati

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	20 di 63

nell'apposito foro previsto. La corda di rame deve essere interrata appena possibile.

Le parti metalliche non in tensione di ciascun convertitore devono essere collegate con il l'impianto di terra dell'impianto.

Le giunzioni tra i vari elementi del sistema di terra saranno sufficientemente robuste per sopportare eventuali sforzi meccanici e contemporaneamente non danneggiare gli elementi stessi del sistema. Le giunzioni tra il dispersore e il conduttore di terra e tra i vari conduttori di terra saranno eseguite con un processo di giunzione molecolare con saldatura alluminotermica tipo CADWELD quando sono eseguite all'interno dei pozzetti di terra o sono direttamente interrate. Le giunzioni che saranno accessibili, se non diversamente indicato, saranno eseguite con robusti morsetti o manicotti in modo da assicurare un contatto equivalente a quello della saldatura e saranno protette con due mani di vernice quando eseguite all'esterno.

6.6 CONTENITORI PORTACAVO


Se non indicato diversamente sui disegni, l'area della sezione totale dei conduttori installati nei contenitori portacavi non supererà il 31% dell'area del portacavo per l'installazione di due conduttori, od il 40% dell'area per tre conduttori e più.

Il numero e le dimensioni del canale portacavo necessarie all'installazione dei circuiti indicati sui disegni, saranno tali che non più di sei circuiti saranno installati all'interno di ciascuna canale o scomparto di canale. I circuiti elettrici saranno infilati nei portacavi solo dopo che il sistema dei portacavi sarà stato completamente installato, in modo che sia possibile sfilare l'impianto elettrico senza recare danno ai contenitori od agli allacciamenti.

I portacavi potranno essere in:

- PVC di tipo autoestinguento e non bruceranno o deformeranno se soggetti a temperature del conduttore fino a 70°C.
- in acciaio zincato a caldo per immersione. A lavorazione ultimata, i portacavi metallici zincati saranno sottoposti, se richiesto, ad un processo di plafonizzazione e successivo rivestimento con polveri epossidiche termoindurenti. I portacavi metallici saranno collegati tra loro in modo da assicurare una perfetta continuità elettrica.

Le Scatole da Frutto e Coperchi, di forma rettangolare, saranno in plastica rigida prestampata ad alta resistenza, o ferro dolce o fusione metallica, con fori per i tubi di tipo ad incasso od in vista; la profondità delle scatole deve essere non inferiore a 60 mm. Le cassette di plastica per la installazione entro pareti di calcestruzzo saranno adatte per questo tipo di lavorazione. Le scatole per l'uso con tubo in PVC saranno in plastica rigida stampata, con le richieste boccole in gomma. Il volume interno delle scatole deve essere in accordo con le prescrizioni del CEI.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	21 di 63

6.7 INTERRUITORI AUTOMATICI

Gli interruttori automatici possono essere:

- Interruttori Automatici. Di tipo magneto-termico. I morsetti degli interruttori saranno adatti al tipo di conduttore alimentato.
- Interruttori Multipolari. Saranno di tipo a scatto simultaneo con leva di comando singola. Gli interruttori saranno di tipo tale che il sovraccarico su una sola fase provocherà l'apertura di tutti i poli.
- Interruttori con Relé Differenziale. CEI 23-18. Saranno interruttori con pulsante di prova, indicazione visibile della condizione di scattato, capacità di rilevare correnti differenziali di circa 30 mA salvo diversa indicazione sui disegni. Ove indicato saranno relé differenziali tarabili in soglia differenziale e tempo di ritardo.

6.8 QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE

Essi saranno di produzione commerciale, in PVC. Saranno provvisti di un pannello frontale interno incernierato ed adeguatamente sfinestrato dal quale sposteranno tutte le apparecchiature manovrabili dall'esterno.


I quadri saranno completi di tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento degli impianti di alimentazione e controllo, come indicato negli schemi dei disegni. In tutti i quadri sarà realizzato un impianto di distribuzione, come indicato e barra di terra.

Gli interruttori e le altre apparecchiature saranno installati su appositi supporti metallici fissati all'interno del quadro. Alcune apparecchiature saranno installate all'interno del quadro e non saranno manovrabili dall'esterno. L'interruttore principale sarà installato nella parte alta del quadro, mentre gli interruttori automatici sezionali saranno installati su più file. Tutti gli interruttori dei quadri saranno identificati con un numero inciso in un cartellino in plastica bianca. Le altre apparecchiature in vista come selettori, lampade di segnalazione, ecc., saranno provviste di un cartellino con la descrizione della funzione dell'apparecchiatura.

Le quattro sbarre di distribuzione (L1, L2, L3, N) saranno disposte in posizione centrale o laterale su isolatori in resina e protette da contatti accidentali con guaine termorestringenti. Ogni quadro sarà provvisto di una adeguata barra di terra da installare sul fondo del quadro su cui saranno allacciati tutti i conduttori di terra di ogni singolo circuito. Non saranno usati conduttori di terra a comune per più di un circuito se non altrimenti specificato.

Il cablaggio del quadro sarà eseguito utilizzando canalette in PVC ed ogni altro accessorio che si renda necessario. I quadri non supereranno in altezza i 220 cm. I quadri saranno montati in maniera tale che la distanza dal pavimento al centro del sezionatore o interruttore più alto non superi i 200 cm.

Se non altrimenti specificato, tutti i quadri interni avranno un grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi IP 55. Le dimensioni di ingombro dei quadri saranno tali da permettere una razionale installazione delle apparecchiature ed un facile accesso per le operazioni di manutenzione e riparazione.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	22 di 63

6.9 QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE

Essi saranno di produzione commerciale, in PVC. Saranno provvisti di un pannello frontale interno incernierato ed adeguatamente sfinestrato dal quale spoggeranno tutte le apparecchiature manovrabili dall'esterno.

I quadri saranno completi di tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento degli impianti di alimentazione e controllo, come indicato negli schemi dei disegni. In tutti i quadri sarà realizzato un impianto di distribuzione, come indicato e barra di terra.

Gli interruttori e le altre apparecchiature saranno installati su appositi supporti metallici fissati all'interno del quadro. Alcune apparecchiature saranno installate all'interno del quadro e non saranno manovrabili dall'esterno. L'interruttore principale sarà installato nella parte alta del quadro, mentre gli interruttori automatici sezionali saranno installati su più file. Tutti gli interruttori dei quadri saranno identificati con un numero inciso in un cartellino in plastica bianca. Le altre apparecchiature in vista come selettori, lampade di segnalazione, ecc., saranno provviste di un cartellino con la descrizione della funzione dell'apparecchiatura.


Le quattro sbarre di distribuzione (L1, L2, L3, N) saranno disposte in posizione centrale o laterale su isolatori in resina e protette da contatti accidentali con guaine termorestringenti. Ogni quadro sarà provvisto di una adeguata barra di terra da installare sul fondo del quadro su cui saranno allacciati tutti i conduttori di terra di ogni singolo circuito. Non saranno usati conduttori di terra a comune per più di un circuito se non altrimenti specificato.

Il cablaggio del quadro sarà eseguito utilizzando canalette in PVC ed ogni altro accessorio che si renda necessario. I quadri non supereranno in altezza i 220 cm. I quadri saranno montati in maniera tale che la distanza dal pavimento al centro del sezionatore o interruttore più alto non superi i 200 cm.

Se non altrimenti specificato, tutti i quadri interni avranno un grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi e liquidi IP 55. Le dimensioni di ingombro dei quadri saranno tali da permettere una razionale installazione delle apparecchiature ed un facile accesso per le operazioni di manutenzione e riparazione.

6.10 CONDUTTORI

I conduttori nei portacavi o facenti parte di cavi saranno di rame, cordato, isolato in gomma o materiale termoplastico, non propaganti l'incendio e conformi ai requisiti di CEI 20-22, CEI 20-37 e CEI 20-38, salvo diversa indicazione e saranno conformi alle norme UNEL per la classe a cui appartengono. La sezione dei conduttori indicata sarà mantenuta per l'intera lunghezza del circuito e non sarà ridotta alle derivazioni, salvo indicazione contraria sui disegni.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	23 di 63

6.11 ISOLAMENTO

I cavi devono avere le seguenti caratteristiche:

- FG16OR16, in conformità con la norma CEI 20-19, CEI 20-22 e CEI 20-37, CPR UE 305/11, per installazione all'esterno ed all'interno, in tubo, canaletta e interrata.
- H1Z2Z2-K 1kV resistente UV conforme CPR UE 305/11, in conformità con CEI 20-22 e CEI 20-38, per installazione all'esterno ed all'interno, in tubo, canaletta e interrata.

6.12 INSTALLAZIONE DEI CAVI

I raggi di curvatura dei cavi saranno non inferiori a 4 volte il diametro degli stessi. In nessun caso i cavi saranno lasciati in tensione nel senso longitudinale. L'installazione dei cavi sarà eseguita in accordo alle norme CEI 11-17.

6.13 SCAVI, TRINCEE E RIEMPIMENTI

Gli scavi che interesseranno sedi stradali, ossia pavimentazioni asfaltate od in calcestruzzo, onde evitare eccessive rotture, saranno preceduti da una delimitazione della larghezza della trincea mediante scalpello automatico. L'attraversamento di ogni sede stradale sarà effettuato in due fasi successive, onde lasciare sempre agibile metà della carreggiata. Il fondo della trincea sarà liscio e privo di pietre ed oggetti taglienti. Sul fondo della trincea sarà posato un primo strato di 10 cm di sabbia e su questo i cavi, quindi un altro strato di 8 cm di sabbia e poi una fila continua di mattoni, disposti con il lato maggiore perpendicolare al percorso trincea. Come ulteriore protezione, un nastro di plastica rossa sarà installato sopra i cavi, a circa 30 cm sotto al piano di campagna per segnalare la presenza dei cavi durante gli scavi futuri.


Il riempimento finale sarà poi eseguito con strati di terra di recupero, adeguatamente bagnata e costipata.

6.14 CAVIDOTTI

I cavidotti saranno costituiti da tubi singoli in PVC serie pesante a sezione circolare. Il numero e la sezione dei tubi saranno come indicato sui disegni. I condotti saranno installati in modo che la parte superiore del tubo, nel punto più alto, si trovi a non meno di 50 cm sotto il livello del terreno. Tra due pozzetti consecutivi i condotti in PVC avranno una pendenza del 3% dal loro punto intermedio verso i pozzetti onde facilitare lo scorrimento di eventuale acqua infiltratasi.

Tutte le giunzioni tra i tubi saranno rese stagne mediante adeguato sigillante. Un filo pilota in acciaio zincato da 3 mm di diametro sarà previsto in ciascun eventuale tubo di riserva.

L'area della sezione totale dei cavi e l'isolamento non dovranno mai superare il 31% dell'area del tubo protettivo per due conduttori ed il 40% dell'area per tre o più conduttori.


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	24 di 63

6.15 POZZETTI DI INFILAGGIO

Le strutture sotterranee saranno realizzate sul posto o prefabbricate. I coperchi dovranno adattarsi ai telai perfettamente. I getti saranno privi di svirgolature o bolle che possano influire sulla loro resistenza o apparenza. I pozzetti che saranno installati in sedi stradali o comunque carrabili avranno i chiusini in ghisa con un carico di rottura minimo di 40 tonnellate.

6.16 GIUNTI INTERRATI

Saranno giunti prefabbricati interrati, adatti al voltaggio. I giunti saranno raggruppati per quanto possibile e la collocazione deve essere marcata con marca-cavo.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	25 di 63

7 RECINZIONE


A delimitazione delle aree di installazione è prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale costituita da rete metallica a pali infissi nel terreno. Se non dovesse risultare possibile installare i montanti delle recinzioni tramite infissione diretta nel terreno, si provvederà all'utilizzo di piccoli plinti o piccole zavorre.

La recinzione sarà costituita da pannelli rigidi in rete elettrosaldata (di altezza pari a 2 m) costituita da tondini in acciaio zincato e nervature orizzontali di supporto. Gli elementi della recinzione avranno verniciatura con resine poliestere di colore verde muschio.

Cancelli di accesso.

È prevista l'installazione di n°3 cancelli carrabili e pedonali in funzione delle varie aree identificate dal progetto e dell'effettiva fruizione delle diverse aree d'impianto. Per quanto riguarda la parte carrabile, i cancelli prevedranno un'anta con sezione di passaggio pari ad almeno 6 m di larghezza e 2 m di altezza scorrevole. Gli accessi pedonali prevedranno una sola anta di larghezza minima di almeno 0,8 m e altezza 2m. I montanti saranno realizzati con profilati metallici a sezione quadrata almeno 175 x 175 mm e dovranno essere marcati CE.

Il tamponamento sarà conforme alla tipologia di recinzione utilizzata e la serratura sarà di tipo manuale. Il materiale dovrà essere acciaio rifinito mediante zincatura a caldo.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	26 di 63

8 PIANO DI MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO

Con il presente “Piano di Monitoraggio dell’impianto” (PMI) si intende riportare gli elementi di intervento di valutazione e controllo tali da costituire un “Piano di Monitoraggio dell’impianto”, definito in seguito come “Piano” e/o come “PMI”.

Di seguito, quindi, si riportano, anche con riferimenti normativi, le varie attività da svolgere per rispondere adeguatamente alla realizzazione concreta ed efficace del “Piano di Monitoraggio dell’Impianto”.

8.1 RISPONDENZA CON LA NORMA ITALIANA CEI 82-75

L’esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili (IAFR) prevede attività di monitoraggio, manutenzione e di gestione più o meno complesse, le quali permettono di garantire il funzionamento dei macchinari e di ottimizzarne le performances.

Una corretta gestione degli impianti IAFR non può quindi prescindere dall’accurata supervisione continua e dal controllo (anche da remoto) dei loro parametri di funzionamento.

La scelta del set di parametri da monitorare viene definita in base al dettaglio delle analisi necessarie per il completo controllo della capacità produttiva degli impianti e della loro conformità alle eventuali prescrizioni amministrative/autorizzative.

Tutti i sistemi di monitoraggio e acquisizione dati sono infatti assimilabili a tecnologie Programmable Logic Controller (PLC) e Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), tecnologie ormai consolidate nelle applicazioni di controllo automatico in ambito industriale.


L’utilizzo dei PLC permette di applicare una logica di controllo e di attuazione di comandi automatici che, opportunamente programmati, consentono il funzionamento automatico o semi-automatico degli impianti IAFR.

Le caratteristiche distintive tra i sistemi di monitoraggio sono quindi concentrate nelle tecnologie e nel numero dei dispositivi di rilevazione delle grandezze misurate (sonde), nelle caratteristiche di archiviazione e presentazione dei dati e nei software di analisi e controllo di cui sono dotati.

Attualmente, esistono diversi prodotti sul mercato proposti da produttori specializzati o dai produttori degli altri apparati elettronici/elettrici utilizzati negli impianti di produzione.

Proprio nel settore del fotovoltaico, i produttori dei gruppi di conversione (inverter) propongono sistemi di “monitoraggio” integrati con la logica di controllo degli inverter che sono progettati per leggere le grandezze di esercizio del sistema e quelle provenienti da stazioni meteo appositamente studiate.

Esistono inoltre produttori specializzati che commercializzano soluzioni integrate (hardware + software) appositamente personalizzate secondo le necessità del cliente e

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	27 di 63

della specifica architettura dell'impianto.

In sintesi, si può affermare che, pur riconoscendo una significativa base comune di tecnologie e di architetture HW e SW tra i sistemi offerti nel settore del monitoraggio degli impianti di produzione IAFR, la scelta del sistema di monitoraggio per un impianto deve comunque essere operata in base alle necessità specifiche del progetto, non ultimo il rapporto costi-benefici.

Di seguito si riportano le caratteristiche tipiche dei sistemi di monitoraggio che trovano maggiore diffusione negli impianti di produzione fotovoltaici.

8.2 IL MONITORAGGIO TECNICO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

8.2.1 IL PERFORMANCE RATIO (PR)

Il principale indice di performance per gli impianti fotovoltaici è il "Performance Ratio" (PR), definito dalla Norma CEI 82-25 come il rapporto tra l'energia prodotta dall'impianto e l'energia producibile dall'impianto nel periodo analizzato.

Tale indicatore prestazionale esprime la capacità di trasformare l'energia solare in energia elettrica ed è funzione delle perdite di sistema (mismatch, riflessione, ombreggiamento, sporcamento della superficie dei moduli, decadimento delle prestazioni dei moduli, effetti della temperatura, perdite per effetto joule, rendimento inverter).

La figura seguente schematizza il processo di produzione di energia elettrica per via fotovoltaica, evidenziando le varie cause di perdita di energia caratteristiche del processo di conversione.

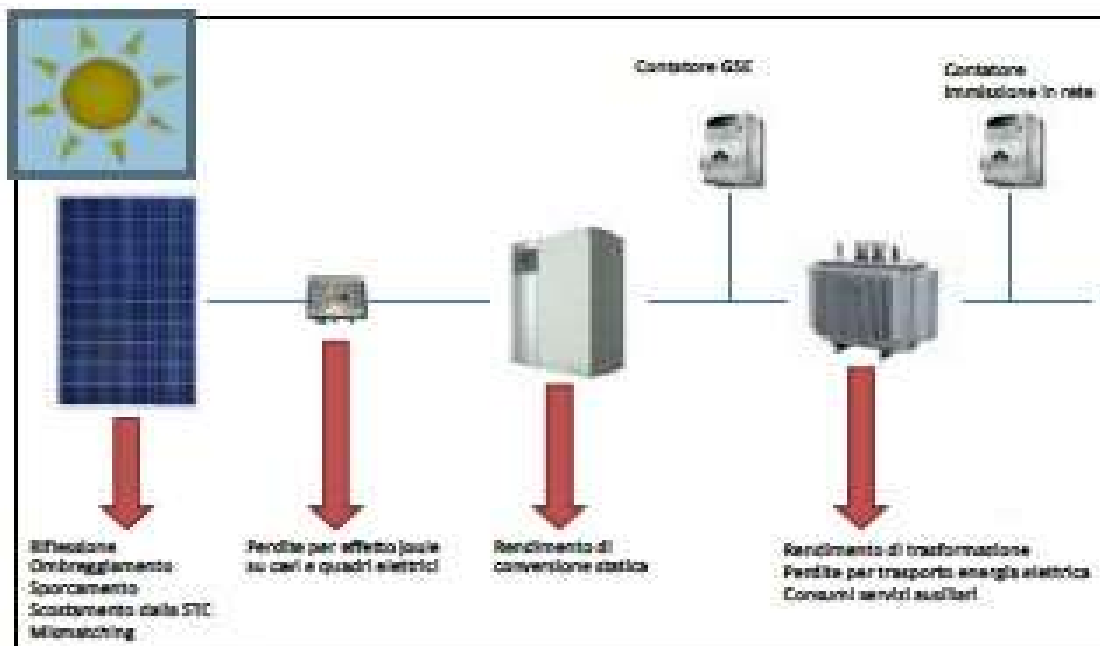



Figura 8.1 Perdite di sistema

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	28 di 63

La complessità oggettiva di rilevare e quantificare gli effetti di determinate perdite di sistema (ad esempio: mismatch, ombreggiamenti, sporcizia sulla superficie dei moduli), fa sì che il “PR” venga rilevato come confronto tra l’energia teoricamente producibile (funzione dell’irraggiamento e della temperatura) e quella effettivamente prodotta nel medesimo periodo di osservazione.

Il calcolo del “PR” viene quindi effettuato, ai sensi della Norma CEI 82-25, mediante la seguente formula:

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} = \frac{E_{ca} * G_{STC}}{P_n * H_i}$$

Dove:

Eca: è l’energia prodotta dal lato corrente alternata (Wh)

Pn: è la potenza nominale del generatore FV (W)

Hi: è l’irraggiamento rilevato sul piano dei moduli (Wh/m²)

Gstc: è l’irraggiamento in condizioni standard, quantificato in 1.000 W/m².

La stessa Norma CEI 825 prevede la possibilità di correggere gli effetti della temperatura sulle performance, quando le celle FV raggiungono la temperatura superficiale di 40°C, applicando la seguente correzione alla potenza di picco:

$$P_p = 1 - (T_{cel} - 40) * Y / 100$$

Dove:

Tcel: è la temperatura misurata sulla superficie della cella FV (°C);


Y: è il coefficiente di perdita in temperatura caratteristica del modulo FV utilizzato (%/°C).

8.2.2 LA DISPONIBILITA' TECNICA

La “Disponibilità Tecnica”, definita come il rapporto tra la potenza indisponibile pesata con l’irraggiamento occorso nel periodo nel quale è avvenuta l’indisponibilità e la potenza nominale dell’impianto, è un altro indice prestazionale comunemente utilizzato per valutare la produzione raggiunta dall’impianto in uno specifico periodo di esercizio.

La “Disponibilità Tecnica” rappresenta la percentuale di potenza installata effettivamente in esercizio in un dato periodo ed è comunemente utilizzata, assieme al PR, per valutare la capacità produttiva raggiunta dall’impianto fotovoltaico durante l’anno di esercizio.

Le comuni pratiche di mercato considerano il “Performance Ratio” e la “Disponibilità Tecnica” come parametri di riferimento utilizzati nella contrattualistica (Costruzione e

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	29 di 63

Manutenzione) per definire i livelli di producibilità raggiungibili dall'impianto e garantiti durante il suo ciclo di vita.

La riuscita economica dei progetti è strettamente connessa al raggiungimento della produzione attesa, che rappresenta il principale indicatore di successo del progetto e, come tale, è normalmente soggetto ad un sistema di garanzie e penali economiche a carico dell'appaltatore e/o del gestore.

La comune pratica di mercato, prevede che la costruzione degli impianti FV sia soggetta a garanzia contrattuali relative alle performance minime garantite, il cui mancato raggiungimento comporta normalmente il pagamento di penali compensative a carico dell'Appaltatore (EPC) a risarcimento dei danni economici derivanti dalla mancata performance.

Il mancato raggiungimento della disponibilità tecnica, al quale corrisponde immancabilmente una riduzione dell'energia prodotta, viene normalmente risarcito dall'Operatore, il quale è responsabile dell'operatività dell'impianto.


Nel caso di impianti FV di dimensioni tali da essere richiesta una garanzia di performance minima annua è quindi indispensabile disporre di un sistema di supervisione in grado di monitorare almeno il set minimo di parametri necessario al calcolo degli indici prestazionali oggetto di eventuale garanzia/penale/ecc.

Disporre di un "monitoraggio" accurato è comunque auspicabile, in quanto resta questo il principale strumento di controllo, attraverso il quale Committenza e Appaltatore/Gestore possono verificare il raggiungimento delle prestazioni attese per il progetto.

8.2.3 3.1.3 L'ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

I sistemi di monitoraggio attualmente in commercio sono in grado di rilevare e registrare le grandezze meteo ed elettriche nei diversi punti della catena di produzione e conversione/trasformazione dell'energia, permettendo così di mantenere sotto controllo il funzionamento dell'impianto e di rilevare rapidamente eventuali anomalie/malfunzionamenti che possano influire sulla produzione e sulla sicurezza dell'impianto stesso. Le soluzioni attualmente disponibili sul mercato possono essere distinte tra sistemi integrati con il gruppo di conversione e sistemi realizzati ad hoc.

I sistemi integrati con il gruppo di conversione e con le stringbox dimostrano normalmente una maggiore stabilità di funzionamento, grazie alla compatibilità tra i vari dispositivi e i software; tuttavia, spesso tali sistemi risultano scarsamente flessibili e personalizzabili e per tale motivo non si adattano alle peculiarità strutturali dei grandi impianti fotovoltaici.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	30 di 63

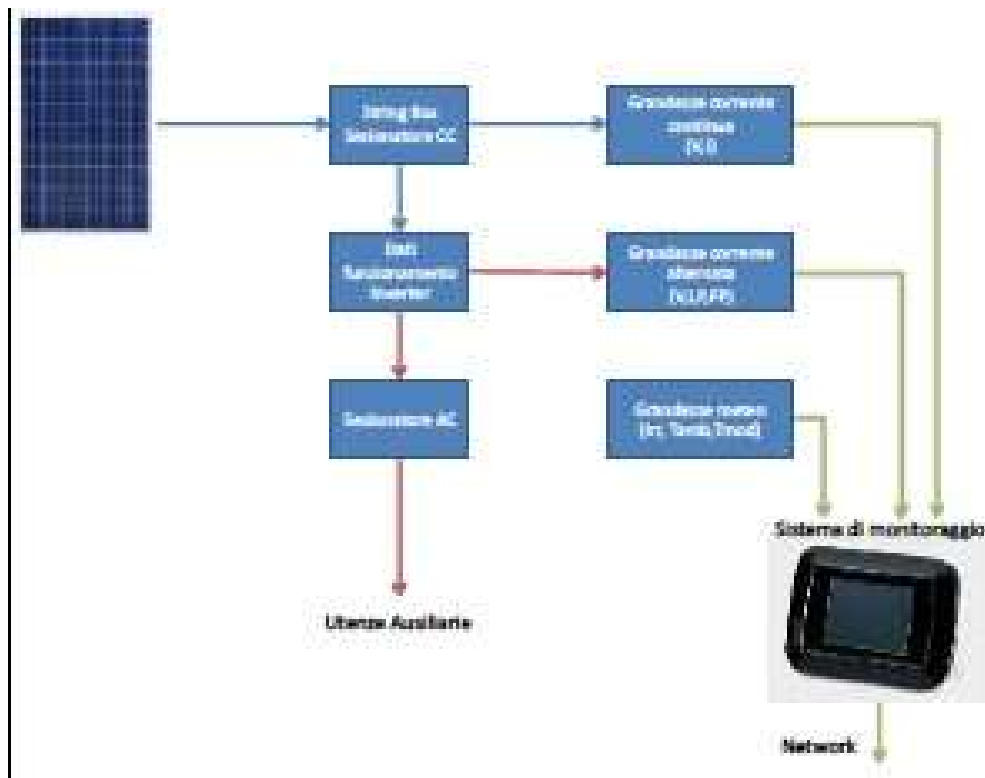



Figura 8.2 Sistema di monitoraggio

Lo schema riportato nella figura mostra l'architettura-tipo di un sistema di monitoraggio per impianti FV, evidenziando il tipo e i punti di prelievo delle grandezze misurate dal sistema.

Il set di grandezze elettriche e meteo che occorre rilevare per una corretta supervisione dell'impianto è quindi così definito:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	31 di 63

Grandezza	Monitoraggio	
	Necessario	Opzionale
Irraggiamento sul piano dei Moduli (W/m ²)	X	
Temperatura di Cella (°C)	X	
Temperatura Ambiente (°C)		X
Grandezze elettriche (V, I, P)	di stringa	X
	ingresso inverter	
	uscita inverter	X
Energia elettrica (Wh)	prodotta uscita inverter	X
	immessa in rete	X
	autoconsumi	
Segnali di errore	string box	
	Inverter	X
	quadri elettrici	

I sistemi di supervisione più avanzati dispongono inoltre di sensoristica, all'interno delle string box, attraverso la quale è possibile rilevare malfunzionamenti a livello di stringa e stimare la potenza nominale indisponibile durante il periodo analizzato.


Questo livello di dettaglio è particolarmente utile quando si intende valutare la "Disponibilità Tecnica" con precisione, ad esempio nel caso in cui tale parametro sia oggetto di specifiche garanzie contrattuali nella fase di gestione operativa dell'impianto FV.

Il dispositivo SCADA (ad esempio) utilizzato per il monitoraggio di impianti fotovoltaici viene dimensionato sulla base del numero e del tipo di sensori che dovrà gestire, strettamente dipendente dalla complessità e dall'estensione dell'impianto FV che si intende monitorare.

Lo SCADA acquisirà e memorizzerà i dati rilevati dai sensori disseminati nell'impianto, producendo eventuali messaggi di errore in caso di rilevato malfunzionamento, allertando l'Operatore che potrà così intervenire tempestivamente limitando i periodi di fermo impianto.

La cadenza di acquisizione dei dati viene comunemente fissata in 5 minuti o 15 minuti, in quanto tale intervallo temporale viene comunemente ritenuto sufficiente ai fini della verifica delle performance d'impianto.

La scelta di intervalli di campionamento così ampi nasce dalla necessità di limitare la quantità di dati che devono essere memorizzati e trasmessi dal sistema di acquisizione, permettendo un dimensionamento dei dispositivi di immagazzinamento dati e delle linee

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	32 di 63

di trasmissione con sufficiente semplicità.

8.3 SENSORI

Il monitoraggio del corretto funzionamento e delle performance degli impianti FV necessita della misura delle grandezze meteorologiche nel sito dell'impianto (irraggiamento solare, temperatura e velocità/direzione del vento).

8.3.1 I SENSORI DI IRRAGGIAMENTO

Lo scopo della misura dell'irraggiamento è quello di confrontare la risorsa solare disponibile con l'output dell'impianto, al fine di verificarne la capacità di convertire l'energia solare in elettricità e quindi valutarne le performance.

L'irraggiamento viene normalmente misurato mediante l'utilizzo di "piranometri", anche se in alcuni casi viene proposto l'utilizzo di celle di riferimento che, come meglio descritto in seguito, risultano però adatte al monitoraggio diagnostico dell'impianto ma meno adatte per la valutazione delle performance.

Il "piranometro".


La misura dell'irraggiamento mediante l'utilizzo dei piranometri viene normato dalla Norma IEC 61724 e viene normalmente considerata uno standard nelle analisi delle performance di impianti fotovoltaici sottoposti a valutazione finalizzata al finanziamento del progetto.

I piranometri sono dei sensori che misurano l'irraggiamento come differenza di temperatura tra superfici irraggiate utilizzando il principio delle termopile, e vengono classificati in base alla precisione della misura secondo le seguenti categorie definite dalla norma ISO9060:



Classe di precisione secondo norma ISO 9060
Secondary standard pyranometer
First class pyranometer
Second class pyranometer

Figura 8.3 Il piranometro

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	33 di 63

La classe di precisione normalmente richiesta per valutare correttamente le performance dell'impianto è la "secondary standard", in modo che la misura (e quindi la valutazione del PR) sia affetta da un errore contenuto entro il 3%.

La "cella di riferimento".

Le "celle di riferimento" sono dei sensori che utilizzano la stessa tecnologia fotovoltaica dei moduli e vengono comunemente utilizzate dai sistemi di monitoraggio integrati con i sistemi di controllo dei gruppi di conversione.

Questo tipo di sensori presenta una sensibilità allo spettro della luce solare comparabile al rendimento di conversione tipico delle celle fotovoltaiche, pertanto, non riescono a rilevare l'intera risorsa solare disponibile in sito (- Fonte: SMA Solar Technology AG).




Figura 8.4 Cella di riferimento

Confronto tra i sensori.

Il sensore di irraggiamento deve essere scelto in base al tipo di "monitoraggio" che si intende effettuare. La corretta misura dell'irraggiamento, al fine della valutazione delle performance d'impianto, non può difatti prescindere dalla capacità del sensore di misurare tutta l'energia solare disponibile; tuttavia, quando il monitoraggio viene effettuato principalmente per scopi diagnostici, un sensore maggiormente prestante dal punto di vista della velocità di risposta può essere preferibile ad un dispositivo più sensibile ma affetto da maggior inerzia.

Nella tabella seguente vengono messe a confronto le due principali famiglie di sensori di irraggiamento solare, mettendo in evidenza le principali caratteristiche di entrambe.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	34 di 63

	Cella di Riferimento	Piranometro	Confronto
Scopo	misura della quota di irraggiamento convertibile in energia elettrica	misura dell'intera risorsa solare	
Errori di misura	errore >5% per inclinazione superiore a 50°	errore <5% fino a 80°	la cella di riferimento sottostima la risorsa solare disponibile
Irraggiamento globale su piano orizzontale	non misurabile	misurabile	il piranometro può misurare irraggiamento su piano orizzontale ed inclinato
Mismatch spettrale	alta variabilità, incertezza >5%	bassa variabilità, incertezza entro 1%	
Comparazione delle misure	le misure della cella di riferimento possono essere comparate solo con misure acquisite da celle con tecnologie simili	le misure acquisite dal piranometro sono sempre comparabili	l'utilizzo dei piranometri garantisce la comparabilità delle misure acquisite su diversi siti


Altri Sensori.

La temperatura ambiente e della superficie dei moduli viene misurata attraverso sensori di tipo termo resistenze (PT100) o assimilabili, la cui tecnologia è ormai consolidata da diversi anni e comunemente utilizzata in ambito industriale.

I sensori di temperatura utilizzati in ambito fotovoltaico rispondono tipicamente agli standard di qualità e di affidabilità tipici del monitoraggio dei processi industriali e dispongono di caratteristiche simili.

La velocità e la direzione del vento, pur non essendo parametri che influiscono direttamente sulla performance degli impianti FV (se non per gli effetti di trasporto delle masse d'aria sulla superficie dei moduli che migliora la dissipazione della temperatura) vengono monitorati sugli impianti FV dotati di stringhe a terra così da rilevare eventuali situazioni di pericolo per l'impianto e attivare le procedure per la messa in sicurezza.

Per questo tipo di rilevazioni vengono tipicamente utilizzati anemometri meccanici installati direttamente in campo.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	35 di 63

8.4 CARATTERISTICHE DEI SOFTWARE DI CONTROLLO ED ELABORAZIONE DEI DATI

Il software di acquisizione e gestione dei dati rilevati dal sistema di “monitoraggio” è lo strumento chiave che permette di valutare e verificare il funzionamento dell’impianto.

I produttori di sistemi di monitoraggio, sia di tipo “integrato” che “custom”, forniscono normalmente il software con il quale analizzare i dati di esercizio dell’impianto FV e che, grazie alle funzionalità di connessione remota di cui sono dotati i sistemi di ultima generazione (GSM/UMTS/LTE, ADSL, ecc.) permette di interrogare il dispositivo SCADA da remoto.

Molti produttori di sistemi di monitoraggio propongono sul mercato un servizio di hosting dei vari dispositivi di monitoraggio, tramite il quale i dati provenienti dai dispositivi installati in campo vengono gestiti da una centrale di controllo unica (gestita dal Produttore e Fornitore del servizio di monitoraggio) e possono essere interrogati in tempo reale tramite il software di monitoraggio fornito dal Produttore.

Attualmente la stragrande maggioranza dei software in commercio dispone di interfaccia grafica tramite la quale interrogare il dispositivo di acquisizione e visualizzare i dati di esercizio sia in forma numerica che in forma grafica.

Il set di dati di esercizio (dati meteo, parametri elettrici d’impianto e segnali d’errore/allarmi) vengono visualizzati in tempo reale permettendo al manutentore di intervenire in maniera mirata sui guasti e di ridurre i tempi di intervento, migliorando così la disponibilità tecnica e l’efficienza dell’impianto.

Prima di essere utilizzati per l’analisi delle prestazioni, i dati rilevati e registrati dal sistema di monitoraggio vengono di solito “normalizzati” tramite l’applicazione di appositi algoritmi per correggere gli errori della catena di rilevazione ed eliminare i dati spuri, ottenuti da letture dei sensori non congruenti con i valori reali della grandezza misurata.


Il filtraggio viene soprattutto applicato alle serie di dati relative alle grandezze meteo (irraggiamento e temperatura), le quali sono maggiormente soggette agli effetti del rumore di segnale e alle false letture dei sensori.

Qualora il sistema di monitoraggio sia equipaggiato con più di un sensore per ogni grandezza misurata (per esempio diversi sensori di irraggiamento installati sul campo), la riduzione

dell’errore di misura può essere ottenuto mediante l’esclusione delle misure dei sensori con deviazione standard più alta e la successiva applicazione di algoritmi di media alle misure rimanenti.

Molti dei software di ultima generazione permettono inoltre di produrre in automatico la reportistica relativa ai dati di esercizio, al calcolo degli indicatori di performance e alla lista dei messaggi di errore prodotti dal sistema.

Occorre notare che tali funzioni di reportistica, se pur di indiscussa utilità, possono a volte

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	36 di 63

produrre degli output non completamente in linea con le analisi che si intende effettuare. È infatti comune il caso in cui gli indicatori prestazionali (PR, Disponibilità Tecnica, perdite di trasmissione) vengano contabilizzate dal software di monitoraggio non conformemente a quanto previsto dai protocolli di collaudo previsti dai contratti (EPC e O&M).

La possibilità di accedere ai dati direttamente misurati dal sistema di monitoraggio, a monte dell'elaborazione software dei risultati, è quindi una caratteristica preferenziale per i sistemi di monitoraggio utilizzati in impianti FV di medie e grandi dimensioni che necessitino di analisi di performance mirate.

8.5 3.4 MONITORAGGIO E MANUTENZIONE

Al fine di garantire le prestazioni definite in sede di progetto di un impianto fotovoltaico installato, è necessario effettuare sistematicamente operazioni di monitoraggio e manutenzione.

Questi due concetti sono l'uno la conseguenza dell'altro, poiché dal monitoraggio può affiorare la necessità di effettuare manutenzioni e dopo la manutenzione è utile effettuare un monitoraggio per verificare che non ci siano state manomissioni accidentali.

Il monitoraggio può essere effettuato recandosi fisicamente in loco, oppure valutando il funzionamento dell'impianto da remoto tramite software appositamente progettati.

8.5.1 MONITORAGGIO IN LOCO

Esame a vista

Secondo la Norma CEI 82-25 l'esame a vista deve accertare che i componenti dell'impianto fotovoltaico siano conformi alle prescrizioni delle relative norme, scelti e messi in opera correttamente e non danneggiati visibilmente. Inoltre l'esame a vista è teso a identificare, senza l'uso di attrezzi o di mezzi di accesso eventuali difetti dei componenti elettrici che sono evidenti allo sguardo quali ad esempio: mancanza di ancoraggi, connessioni interrotte, involucri rotti, dati di targa assenti, ecc...

Per realizzare questa tipologia di esame è necessario recarsi fisicamente nell'impianto e controllare visivamente ogni pannello.

Se il modulo non presenta nessun segno particolare si procede oltre, altrimenti se si nota per esempio, come nella tavola sottostante, una bruciatura locale che interessa una o più celle, è opportuno fermarsi e valutare attentamente la situazione. Se necessario si procede a verifiche più approfondite con l'utilizzo di apposita strumentazione.


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	37 di 63




Figura 8.5 Pannello con hot spot

L'esame a vista può essere effettuato in ogni parte dell'impianto stesso compresi il locale inverter e la cabina. All'interno dei locali si verifica che tutte le apparecchiature siano accese e funzionanti, nonché la presenza di eventuali roditori attratti dal clima tiepido che causano danni ai collegamenti elettrici rosicchiando i cavi fino al totale consumo dell'isolamento.

Nella Tavola seguente si può notare la presenza di un nido di roditore ed escrementi all'interno della cabina:



Figura 8.6 Presenza di escrementi di roditore

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	38 di 63

8.5.2 PROVE A VUOTO ED A CARICO SUGLI IMPIANTI

Dopo una prima valutazione visiva dell'impianto può essere necessario effettuare dei rilievi in loco per verificare eventuali problematiche riscontrate.

Per prove sugli impianti si intende l'effettuazione di misure o di altre operazioni mediante le quali si accerta la corrispondenza dell'impianto alle Norme CEI e alla documentazione di progetto.

Secondo la Norma CEI 82-25 le prove in oggetto consistono nel controllare i seguenti punti:


- la continuità elettrica e le connessioni tra i moduli; questa prova consiste nell'accertare la continuità elettrica tra i vari punti dei circuiti di stringhe e fra l'eventuale parallelo delle stringhe e l'ingresso del gruppo di condizionamento e controllo della potenza;
- la messa a terra di masse e scaricatori che consiste nell'accertare la continuità elettrica dell'impianto di terra, a partire dal dispersore fino alle masse estranee collegate;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse; lo scopo è quello di accertare che la resistenza di isolamento dell'impianto sia adeguata ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8/6; la misura deve essere eseguita tra ogni conduttore attivo, oppure ciascun gruppo completo di conduttori attivi e l'impianto di terra; le misure devono essere eseguite in c.c. mediante strumenti di prova in grado di fornire le tensioni previste con carico di 1 mA;
- il corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc); questa prova consiste nel verificare che i dispositivi siano stati installati e regolati in modo appropriato. Per la prova di accensione e spegnimento automatico dell'impianto è consigliabile intervenire su sezionatori di stringa; una verifica che accerti le funzioni di protezione di interfaccia deve almeno provare il loro intervento in caso di mancanza della rete del distributore;
- il soddisfacimento delle due seguenti condizioni, in presenza di irraggiamento sul piano dei moduli superiore a 600 W/m² :

$$P_{cc} < 0.85 \cdot P_{nom} \cdot G_p / G_{stc} \quad (a)$$

$$P_{ca} < 0.9 \cdot P_{cc} \quad (b)$$

Dove:

- **P_{cc}** [in kW] è la potenza misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con incertezza non superiore al 2%;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	39 di 63

- **Pca** [in kW] è la potenza attiva misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata con incertezza non superiore al 2%;
- **Pnom** [in kWp] è la potenza fornita dal generatore fotovoltaico, determinata come somma delle singole potenze dei moduli desunte dal foglio - dati rilasciato dal costruttore;
- **Gp** [in W/m2] è l'irraggiamento misurato sul piano dei moduli con incertezza di misura del sensore solare non superiore al 3% e con incertezza di misura della tensione in uscita dal sensore solare non superiore al 1%;
- **Gstc** [in W/m2] è l'irraggiamento in condizioni di prova standard, pari a 1000 W/m2

La relazione (a) ammette, quindi, per le perdite del generatore fotovoltaico, un valore complessivo pari al 15% della potenza nominale dell'impianto stesso; detto limite tiene conto delle perdite ohmiche, dei difetti di accoppiamento, della temperatura (fino al valore massimo di 40 °C), della non linearità dell'efficienza dei moduli in funzione dell'irraggiamento, degli ombreggiamenti (entro il 2% massimo) e della risposta angolare.

La misura della potenza Pcc e della potenza Pca deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento sul piano dei moduli (Gp) superiore a 600 W/m2. Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa.

In questo caso, anziché verificare la condizione (a) potrà essere verificata la seguente condizione:

$$P_{cc} < (1 - P_{tpv} - 0.08) * P_{nom} * G_p / G_{stc} \quad (c)$$

Dove:


- **Ptpv** indica le perdite causate dalla riduzione delle prestazioni del generatore fotovoltaico, quando la temperatura di lavoro delle celle fotovoltaiche è superiore a 25 °C, mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono state tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite Ptpv possono essere determinate in modo approssimativo come:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma \quad (d)$$

Oppure:

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * G_p / 0.8] * \gamma \quad (e)$$

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	40 di 63

Dove:

- **Tcel:** è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termo resistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo in corrispondenza di una cella o mediante la misura della tensione a vuoto secondo la Norma CEI EN 60904-5;
- **Y:** è il coefficiente di temperatura delle celle fotovoltaiche; questo parametro indica la diminuzione della potenza generata all'aumentare della temperatura ed è fornito dal costruttore; per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0.4-0.5%/°C.
- **Tamb:** è la temperatura ambiente;
- **NOCT:** è la temperatura nominale di lavoro della cella; questo parametro è fornito dal costruttore ed è tipicamente pari a 40-50°C, ma può arrivare a 60°C per moduli in vetrocamera;
- **Gp:** è l'irraggiamento solare, misurato sul piano dei moduli, espresso in kW/m².

Per assicurare l'accuratezza e ripetibilità della prova, la misura di Pcc, Pca, Gp e Tamb deve essere effettuata simultaneamente in uno dei seguenti modi:


- Mediante l'utilizzo di strumenti in grado di effettuare le suddette misure simultaneamente;
- Mediante l'utilizzo di più strumenti di misura indipendenti, ma con valori di irraggiamento solare, temperatura ambiente, velocità del vento e potenza erogata praticamente costanti durante la misurazione;
- Mediante l'utilizzo di più strumenti di misura indipendenti, ma con l'ausilio di più operatori che effettuano le misurazioni in contemporanea.

La verifica delle "PR" deve avvenire ogni sei mesi a partire dalla data del collaudo fino alla fine del periodo di garanzia. Dette verifiche devono essere effettuate in condizioni di irraggiamento sul piano dei moduli superiore a 600 W/m². Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli sulla faccia posteriore dei medesimi a 40 °C, si procederà alla correzione della formula secondo quanto indicato dalla Norma CEI 82-25.

L'appaltatore, solitamente, garantisce i seguenti "Performance Rate" nel periodo di garanzia di 24 mesi dopo il collaudo dell'impianto:

- al collaudo dell'impianto: 85,15%;
- 12 mesi dal collaudo dell'impianto: 80,5%;
- 24 mesi dal collaudo dell'impianto: 79,85%.

Inoltre, viene garantito il "Performance Rate" per ulteriori 8 anni con una riduzione dello stesso su base annua dello 0,65%.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	41 di 63

8.5.3 RILIEVI CON TERMOCAMERA

Come accennato nel paragrafo precedente, effettuando un esame a vista è possibile notare delle bruciature locali sulla superficie del pannello. Queste sono conseguenza della presenza di “hot-spot”, cioè di punti caldi sulla superficie dovuti a varie cause. In primis eventuali difetti sulla morfologia del pannello che non agevolano la dissipazione del calore. Inoltre la presenza di gramaglie che ombreggiano il pannello o di sporcizia sulla superficie, come escrementi di uccelli, foglie o altro, creano un surriscaldamento locale come mostrato nella figura seguente:

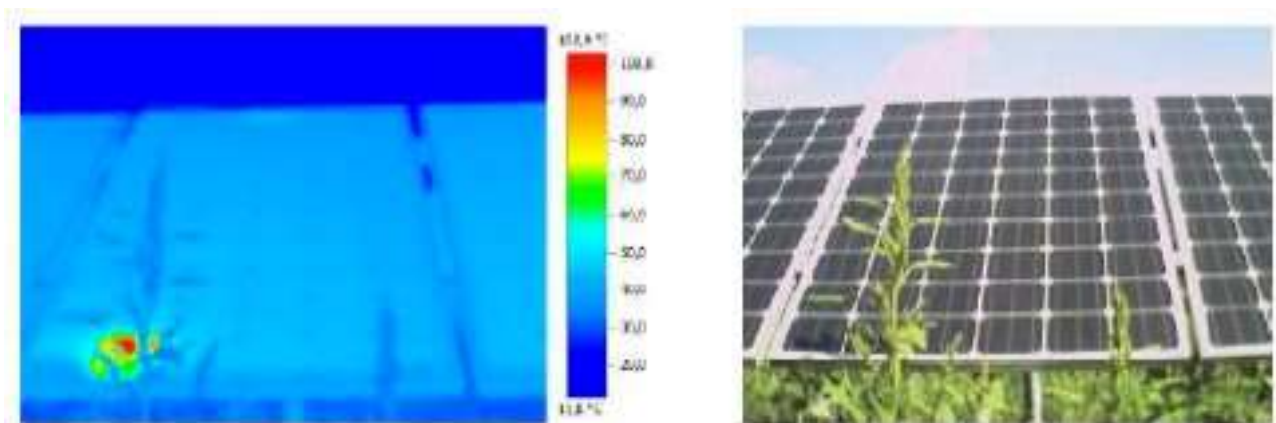


Figura 8.7 Rilievi con termocamera


8.5.4 TEST CON ELETTROLUMINESCENZA

Il componente principale di un impianto fotovoltaico è costituito dal modulo fotovoltaico; risulta quindi necessario verificarne l'integrità prima dell'installazione. Per questo motivo vengono realizzati, in genere, due tipologie di test: test ad elettroluminescenza.

I test ad elettroluminescenza vengono effettuati in apposite camere ad elettroluminescenza che, supportati da un rilevamento fotografico, permettono di rilevare difetti e/o micro-fratture sulla superficie dei moduli che comprometterebbero il rendimento e la durata di vita degli stessi.

Il principio di funzionamento si basa sul processo inverso del fotovoltaico: ai moduli viene applicata una tensione per verificare i flussi di corrente, mentre una camera con appositi sensori rende visibile ad occhio nudo la luce ad infrarossi emessa dalle celle; questo avviene perché quando dall'esterno si applica una tensione sui collegamenti di un modulo, si verifica una ricombinazione degli elettroni nelle sue celle che provoca emissione di fotoni dal semiconduttore.

Poiché la radiazione emessa è vicina al campo spettrale dell'infrarosso è necessaria una specifica camera ad elettroluminescenza per rendere visibile il fenomeno. Le celle funzionanti avranno un aspetto luminoso, mentre quelle danneggiate appariranno scure.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	42 di 63

Il test viene superato solo dai moduli che presentano una distribuzione uniforme della corrente.

I difetti rilevabili con questo metodo sono, per esempio:

- Micro fessurazioni, scheggiature o rottura completa cella;
- Presenza di impurità;
- Difetti di cristallizzazione nel wafer;
- Distacco delle piste conduttrici e/o rottura di celle che determinano l'isolamento elettrico e quindi la disattivazione parziale;
- Tracce del nastro di sinterizzazione.
- Segni generali di una lavorazione imperfetta delle celle.

8.5.5 MANUTENZIONE

Per manutenzione di un impianto elettrico si intende l'insieme dei lavori necessari per conservare in buono stato di efficienza e soprattutto di sicurezza, l'impianto stesso. Poiché qualsiasi componente elettrico e non è soggetto ad usura e/o rottura risulta necessario provvedere a una manutenzione sistematica per mantenere inalterate le prestazioni dell'impianto e le caratteristiche di sicurezza.

I principali obiettivi della manutenzione sono:

- Conservare le prestazioni e il livello di sicurezza iniziale dell'impianto contenendo il normale degrado ed invecchiamento dei componenti.
- Ridurre i costi di gestione dell'impianto evitando perdite di produzione causate dal deterioramento precoce dell'impianto.
- Rispettare le disposizioni di legge.


Gli interventi di manutenzione si distinguono in due categorie principali: manutenzione ordinaria e manutenzione straordinaria.

Prima di procedere a qualsiasi intervento su un impianto elettrico si dovrà classificare l'intervento necessario per determinare a quale categoria appartiene e, quindi, quali sono le direttive da rispettare.

Manutenzione ordinaria

La manutenzione ordinaria comprende lavori finalizzati a:

- Contenere il degrado normale d'uso;
- Far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi che non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	43 di 63

Per questa tipologia di interventi non è previsto l'obbligo di effettuare prima un progetto, né di rilasciare una dichiarazione di conformità.

8.5.6 MANUTENZIONE CABINA MT/BT E DI TRASFORMAZIONE

In linea generale è estremamente importante che i locali destinati a contenere le apparecchiature della cabina siano tenuti puliti e sgombri da materiale non pertinente le apparecchiature stesse.

Tali apparecchiature, infatti, in caso di guasto, possono innescare un principio di incendio; è quindi chiaro che la presenza di sporco e di materiale vario può trasformare il principio d'incendio in un incendio vero e proprio. Inoltre la presenza di sporco e di una notevole quantità di polvere può provocare il mal funzionamento delle apparecchiature a causa di cattiva ventilazione dovuto all'accumulo di sporcizia sui filtri di ventilazione.

Dovrà quindi essere eseguita un'accurata pulizia dei filtri su tutte le apparecchiature provviste di sistemi di ventilazione forzata o naturale. A tal fine, ogni produttore fornisce un manuale dettagliato di funzionamento e manutenzione per ogni componente dell'impianto, le cui indicazioni devono essere osservate scrupolosamente.

Per il locale cabina MT/BT ogni sei mesi è necessario:


- Rimuovere gli eventuali materiali in deposito non attinenti agli impianti ed eseguire la pulizia del locale;
- Verificare la presenza dei dispositivi di protezione individuali e di estinzione degli incendi;
- Verificare la presenza dei cartelli monitori e della documentazione di impianto.

Inoltre ogni anno è utile:

- Eseguire il controllo dello stato di conservazione delle strutture di protezione
- contro i contatti diretti;
- Verificare l'integrità dei dispositivi di blocco che impediscono l'accesso alle parti in tensione.

Per il quadro MT ogni anno è necessario:

- Eseguire la pulizia interna ed esterna con aspirapolvere e/o soffiando aria secca a bassa pressione;
- Rimuovere la polvere dalle parti isolanti con stracci ben asciutti;
- Eseguire il controllo visivo per verificare l'integrità delle apparecchiature;
- Controllare lo stato di conservazione delle strutture di protezione contro i contatti diretti;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	44 di 63


- Controllare il serraggio dei bulloni e pulire le connessioni;
- Verificare, con apposito strumento, la continuità dei conduttori di terra delle strutture metalliche e delle apparecchiature installate;
- Verificare l'efficienza dei dispositivi di blocco che impediscono l'accesso alle parti in tensione;
- Verificare l'efficienza dell'illuminazione interna al quadro;
- Verificare l'integrità delle pinze di potenza sui sezionatori, rimuovere le eventuali ossidazioni e perlinature e proteggere con prodotti specifici;
- Verificare il serraggio delle connessioni dei circuiti di potenza e dei circuiti ausiliari a bordo degli interruttori;
- Verificare l'efficienza dei comandi manuali ed elettrici di apertura e chiusura;
- Verificare l'efficienza del circuito di apertura simulando l'intervento delle protezioni;
- Verificare l'efficienza dei segnatori meccanici di posizione;
- Verificare l'efficienza delle connessioni a terra dei sezionatori di terra;
- Richiudere il quadro e verificare l'efficacia dei sistemi di blocco meccanici che devono impedire l'accesso a tutte le parti in tensione;
- Verificare i valori di taratura dei parametri elettrici con quelli previsti nel progetto.

Per i trasformatori ogni anno è necessario:

- Eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità dell'apparecchiatura;
- Controllare lo stato di conservazione della resina esterna degli avvolgimenti;
- Eseguire la pulizia completa dell'apparecchiatura con aspirapolvere o soffiando aria secca a bassa pressione, pulire gli isolatori e le barre di collegamento con stracci asciutti;
- Controllare il serraggio dei cavi di potenza sui relativi morsetti con chiave dinamometrica come da indicazioni del costruttore, eliminare le eventuali ossidazioni dai morsetti di potenza e proteggere gli stessi con prodotto specifico;
- Controllare serraggio dei bulloni, la pulizia delle connessioni, la continuità dei conduttori di messa a terra e sostituire gli eventuali morsetti e conduttori deteriorati;
- Verificare il funzionamento delle termosonde e controllare le regolazioni impostate nelle centraline.


Per il quadro elettrico generale ed eventualmente altri quadri presenti è necessario ogni anno:

- eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità dell'apparecchiatura;
- eseguire il controllo visivo delle condutture di alimentazione;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	45 di 63

- eseguire la pulizia interna ed esterna;
- controllare lo stato di conservazione delle strutture di protezione contro i contatti diretti;
- controllare il serraggio dei bulloni e pulire le connessioni;
- verificare la continuità dei conduttori di messa a terra delle strutture metalliche e delle apparecchiature installate;
- sostituire i morsetti e i conduttori deteriorati;
- verificare l'efficienza dei dispositivi di blocco che impediscono l'accesso alle parti in tensione;
- verificare il serraggio delle connessioni di potenza;
- eseguire la pulizia dei componenti soffiando aria secca a bassa pressione e usando stracci puliti ed asciutti;
- verificare l'efficienza della bobina e il suo ancoraggio e che non presenti segni di surriscaldamento;
- verificare la funzionalità e l'efficienza dei contatti ausiliari e delle bobine;
- controllare lo stato di conservazione dei conduttori elettrici;
- eseguire il serraggio dei morsetti;
- effettuare qualche manovra e verificare con il tester l'effettivo stato dei circuiti di potenza (aperto/chiuso) e delle bobine (eccitata/diseccitata);
- effettuare il controllo visivo del buono stato di conservazione delle protezioni (fusibili, relè termici, interruttori automatici);
- per i fusibili verificare le caratteristiche elettriche di progetto;
- per i relè verificare le tarature e le caratteristiche elettriche di progetto;
- prima della messa in tensione verificare che i circuiti amperometrici siano chiusi;
- controllare il serraggio dei collegamenti elettrici ausiliari;
- controllare l'integrità degli interruttori verificandone con il tester l'effettiva apertura e chiusura;
- controllare l'integrità, la funzionalità e l'efficienza di commutatori, pulsanti, lampade, ecc. verificando che vengano abilitati i circuiti previsti dal progetto;
- verificare l'efficienza delle apparecchiature ausiliarie alimentandole e disalimentandole, ove possibile, o effettuare la verifica con il tester.

Inoltre ogni sei mesi è utile per i relè e gli interruttori differenziali verificare il corretto intervento utilizzando il tasto di prova.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	46 di 63

Per il pulsante di emergenza è necessario ogni sei mesi:


- eseguire il controllo visivo esterno dell'integrità dell'apparecchiatura e la presenza della cartellonistica;
- eseguire il controllo visivo delle condutture di alimentazione;
- eseguire la pulizia interna ed esterna dell'apparecchiatura;
- eseguire la verifica del corretto funzionamento del comando di emergenza controllando che si apra l'interruttore di MT;
- verificare con il tester l'assenza di tensione;
- ripristinare il comando di emergenza;
- chiudere l'interruttore MT precedentemente aperto.

Per l'impianto di illuminazione è utile ogni sei mesi:

- eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità delle apparecchiature di comando;
- eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità degli apparecchi illuminanti;
- eseguire il controllo visivo dell'efficienza delle lampade, sostituendo le lampade guaste o con evidenti segni di invecchiamento.

Inoltre ogni anno:

- eseguire la pulizia interna ed esterna degli apparecchi illuminanti;
- eseguire il controllo visivo dello stato dei componenti interni degli apparecchi illuminanti, sostituendo i componenti che presentano evidenti segni di surriscaldamento;
- controllare il serraggio delle viti;
- verificare con apposito strumento che l'apparecchio sia collegato a terra;
- eseguire il controllo visivo, per quanto possibile, delle linee derivate di alimentazione;
- verificare con apposito strumento sul punto luce più lontano dalle protezioni che sia garantito il coordinamento delle protezioni stesse.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	47 di 63

8.5.7 MANUTENZIONE IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

Gli interventi principali per l'impianto di climatizzazione sono:

- controllo generale dello stato;
- pulizia filtri;
- pulizia delle unità interne;
- controllo dei serraggi elettrici;
- pulizia delle unità esterne;
- controllo evaporatore;
- controllo condensatore;
- controllo pressione del gas e temperatura di lavoro;
- controllo serraggi elettrici.

8.5.8 MANUTENZIONE IMPIANTO DI TERRA

Per l'impianto disperdente è necessario ogni anno:

- eseguire il controllo visivo per verificare l'integrità dell'impianto;
- verificare il serraggio delle connessioni nei punti accessibili;
- sostituire i componenti che presentano evidenti segni di ossidazione o corrosione

Inoltre ogni due anni:


- verificare strumentalmente la continuità tra i vari componenti dell'impianto disperdente;
- eseguire la misura della resistenza dell'impianto di terra e verificare con il valore della corrente di guasto ed il tempo di intervento delle protezioni se sussiste la necessità di effettuare la misura della tensione di passo e contatto.

Per l'impianto di equipotenzialità della cabina elettrica è necessario ogni anno:

- eseguire il controllo visivo per verificare l'integrità dell'impianto;
- verificare il serraggio delle connessioni nei punti accessibili;
- sostituire i componenti che presentano evidenti segni di ossidazione o corrosione.

Inoltre ogni due anni:

- verificare la continuità con apposito strumento tra il conduttore di terra e le sbarre equipotenziali poste nel locale cabina;
- le sbarre equipotenziali poste nei quadri principali di distribuzione;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	48 di 63

- le sbarre equipotenziali poste nei quadri secondari di cabina;
- le apparecchiature in MT comprese gli schermi dei cavi MT;
- le masse;
- le masse estranee.

8.5.9 MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici richiedono in genere operazioni di manutenzione di entità limitata.

La periodicità con cui vengono effettuate è scelta a discrezione del proprietario in accordi con la ditta installatrice.

L'operazione di manutenzione consiste in tre punti fondamentali: pulizia del modulo, ispezione visiva dei moduli e controllo dei collegamenti elettrici e del cablaggio.

Per quanto riguarda la pulizia dei moduli essa viene effettuata periodicamente in base all'effettivo sporco accumulato. Lo sporco, infatti, si deposita sulla copertura trasparente dei moduli riducendone il rendimento. L'intensità dell'effetto dipende dall'opacità del sedimento e dalla sua disuniformità. Gli strati di polvere che riducono l'intensità del sole in modo uniforme non sono pericolosi e la riduzione della potenza non è, in genere, significativa.

La periodicità della pulizia dipende dall'intensità del processo di imbrattamento, per questo motivo non sono necessarie tubazioni fisse per il lavaggio, poiché i costi risulterebbero maggiori dei

benefici.

L'azione della pioggia può in alcuni casi ridurre al minimo o eliminare il bisogno di pulizia dei moduli; in altri contribuisce al processo di imbrattamento poiché la polvere secca diventa fangosa.

L'operazione di pulizia consiste nel lavare i moduli fotovoltaici con acqua; si prevede perciò il trasporto in loco di acqua con autobotte e la pulizia dei moduli con appositi dispositivi per la pulitura, come ad esempio mostrato nelle figure che seguono, senza l'aggiunta di detersivi chimici che potrebbero essere dannosi per la superficie del modulo stesso e per lo stesso "suolo".

La pulitura può essere effettuata anche a mano, nel caso in cui i moduli non siano accessibili dal mezzo di pulizia.

Figura 8 Pulizia moduli


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	49 di 63




Figura 8.8 Pulizia moduli

Per quanto riguarda l'ispezione visiva dei moduli, essa ha lo scopo di rilevare eventuali guasti quali rotture di vetro, come mostrato nella figura seguente, o ossidazioni dei circuiti e delle saldature delle celle fotovoltaiche per lo più dovute a umidità nel modulo in seguito a rottura degli strati dell'involucro nelle fasi d'installazione o trasporto.




Figura 8.9 Modulo con superficie compromessa

Per quanto riguarda il controllo dei collegamenti e del cablaggio, si effettua una manutenzione preventiva ogni sei mesi verificando il fissaggio e lo stato dei morsetti dei cavi di collegamento dei moduli e la tenuta stagna della scatola dei morsetti. Qualora si rilevassero problemi di tenuta stagna, occorre provvedere alla sostituzione degli elementi interessati e alla pulizia dei morsetti. E' importante curare la tenuta della scatola dei morsetti, utilizzando eventualmente giunti nuovi o sigillante.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	50 di 63

8.5.10 MANUTENZIONI ACCESSORIE

Periodicamente è necessario, provvedere alla pulizia dei sensori che rilevano l'irraggiamento poiché essendo esposti alle intemperie la loro superficie si può opacizzare per la sporcizia e rilevare un valore di irraggiamento minore del reale.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	51 di 63

9 COLLAUDO E SPECIFICHE PRESTAZIONI DI IMPIANTO

9.1 COLLAUDO

Ad installazione avvenuta, verranno effettuate delle prove di collaudo in accordo alla normativa vigente IEC/EN62446 e, nello specifico, si prevede quanto segue.

Verifica di sicurezza: si esegue la misura di continuità dei conduttori di protezione e delle relative connessioni e la misura della resistenza di isolamento dei conduttori attivi di un modulo o di un intero campo fotovoltaico (IEC/EN62446), senza la necessità di utilizzare un interruttore esterno per porre in cortocircuito i terminali positivo e negativo.

Verifica della funzionalità: è la verifica della funzionalità dei collegamenti e delle stringhe di un campo fotovoltaico (IEC/EN62446) misurando la tensione a vuoto e la corrente di cortocircuito alle condizioni operative e riferite alle condizioni standard ('STC'), fornendo esito immediato inerente alla misura appena effettuata, sia in termini assoluti sia per comparazione con le stringhe precedentemente testate.

Verifica delle prestazioni: si effettua l'analisi delle prestazioni del campo fotovoltaico nelle condizioni di esercizio, fornendo una indicazione della potenza generata e del rendimento del campo stesso secondo quanto indicato dalla normativa di riferimento.

La prova di collaudo di un impianto fotovoltaico rappresenta una delle attività più importanti nel percorso di realizzazione dell'opera, in quanto un'accurata ispezione permette di individuare piccoli difetti che le impegnative condizioni di esercizio farebbero sicuramente ingigantire con il trascorrere del tempo.


Per eseguire prove di collaudo verrà utilizzato uno strumento utile alla realizzazione dei controlli di efficienza in accordo alle prescrizioni della guida CEI 82-25 e per l'esecuzione di test sulle caratteristiche I-V nei moduli/stringhe fotovoltaici. In questo modo è possibile individuare e risolvere problemi legati ad eventuali bassi valori di efficienza degli impianti.

Il collaudo, inoltre, prevederà una verifica di funzionamento continuativo per un periodo tempo limitato (tipicamente 5-10 giorni) al termine del quale si verificheranno le prestazioni dell'impianto.

9.2 VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI

La verifica prestazionale dell'impianto in fase di avvio verrà effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione ('Performance Ratio' o 'PR'), corretto in temperatura).

Il PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	52 di 63

componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli). In analogia a quanto indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PR come segue:

$$PR = \frac{\text{Energia Misurata}}{\text{Energia Teorica}}$$

E nel dettaglio:

$$PR = \left(\frac{\text{Energia Misurata [kWh]} \times 1 \left[\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]}{\text{Irraggiamento Misurato} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] \times \text{Potenza di Picco [kWp]} \right)$$

Energia Misurata, è l'energia generata come misurata al contatore;

Energia Teorica, è l'energia teoricamente generabile in condizioni ideali dall'impianto dato l'Irraggiamento misurato e la potenza di picco installata;

Irraggiamento misurato, è l'irraggiamento effettivamente misurato sul piano dei moduli dai dispositivi di rilevamento dell'irraggiamento installati sull'Impianto. Il parametro verrà essere corretto in base alla reale temperatura misurata sui moduli.


9.3 MISURE DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE E DELLA TEMPERATURA DI LAVORO DEI MODULI

Ai fini della verifica del PR, la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m²) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di riferimento.

La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, si veda la Norma CEI EN 60904-4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini.

La temperatura della cella fotovoltaica T_{cel} sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	53 di 63

misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo;

misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la Norma CEI EN 60904-5;

misura della temperatura ambiente T_{amb} e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la formula: $T_{cel} = T_{amb} + (NOCT - 20) * G_p / 800$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica T_{ce} verrà effettuata con un sensore con incertezza tipo non superiore a 1°C.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	54 di 63

10 RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI.

La legislazione e normativa nazionale cui si è fatto riferimento nel Progetto è la seguente:

10.1 LEGGI E DECRETI

- Direttiva Macchine 2006/42/CE
- “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018” indicate dal DM del 17 gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale il 20 febbraio 2018, in vigore dal 22 marzo 2018, con nota n. 3187 del Consiglio superiore dei Lavori pubblici (Cslpp) del 21 marzo 2018 e relative circolari applicative della norma.


10.2 EUROCODICI

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture;
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo; UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica;
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

10.3 ALTRI DOCUMENTI

Esistono inoltre documenti (e.g. istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, ma a cui i Decreti Ministeriali fanno espressamente riferimento:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".
- Eventuali normative non elencate, se mandatarie per la progettazione del sistema possono essere referenziate. In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:
 - Leggi e regolamenti Italiani;
 - Leggi e regolamenti comunitari (EU);
 - Specifiche di società (ove applicabili);
 - Normative internazionali.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	55 di 63

10.4 LEGISLAZIONE E NORMATIVA NAZIONALE IN AMBITO CIVILE E STRUTTURALE


- Decreto Ministeriale Infrastrutture 17 gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni 2018”;
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione);
- D.M. 15 luglio 2014 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³”.

10.5 LEGISLAZIONE E NORMATIVA NAZIONALE IN AMBITO ELETTRICO

- D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 e s.m.i.; (Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici); CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici);
- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici);
- CEI 82-25 (Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione);
- CEI 0-16 (Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica);
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori.

10.6 SICUREZZA 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 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- 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 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	56 di 63

superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari;

- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori;
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici- Impianti di piccola produzione distribuita;
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.


10.7 PROGETTAZIONE FOTOVOLTAICA

- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels;
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols; CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino; CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	57 di 63

dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento - Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura;
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto;
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici;
- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico;
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari;
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda;
- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) 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 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica –Generalità e guida;
- CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV);
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza;
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV);
- 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 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;
- 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;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	58 di 63


- CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

10.8 PROGETTAZIONE QUADRI ELETTRICI.

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole Generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO);
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.


10.9 RETE ELETTRICA DEL DISTRIBUTORE E ALLACCIAMENTO DEGLI IMPIANTI

- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante;
- CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori;
- CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici;
- CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	59 di 63

10.10 PROGETTAZIONE CAVI, CAVIDOTTI E ACCESSORI

- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV; CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV;
- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- 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;
- CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi; Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche;
- CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
- CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche; Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche; Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	60 di 63

10.11 CONVERSIONE DELLA POTENZA


- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione;
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali;
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori;
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4; Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza.

10.12 SCARICHE ATMOSFERICHE E SOVRATENSIONI

- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione;
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove;
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali;
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio;
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

10.13 DISPOSITIVI DI POTENZA

- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua;
- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza;
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata;
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle


	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	61 di 63

sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua;

- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici;
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici.

10.14 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA

- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC;
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione;
- 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 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione;
- CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase);
- Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione;
- CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso > 16 A e <= 75 A per fase;
- CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera;
- CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche -Immunità per gli ambienti industriali;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	62 di 63


- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche -
- Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera;
- CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali.
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: ELETTRUCUZIONE.

10.15 ENERGIA SOLARE

- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;
- UNI EN ISO 9488 Energia solare – Vocabolario;
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici.

10.16 SISTEMI DI MISURA DELL'ENERGIA ELETTRICA

- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura;
- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2);
- 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 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S);
- 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 - Apparato di misura (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B);
- 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);

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 14,26 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 13,6 MW Comune di Butera (CL)	Rev.	0
	22-00073-IT-BUTERA_PG-R03 DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI	Pag.	63 di 63

- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità - Temperatura e umidità elevate.
-