

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)

RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

22-00073-IT-BUTERA_PI-R01

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	P.Farenti	P.Farenti	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	2 di 23

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	DATI GENERALI DEL PROGETTO.....	4
2	STATO DI FATTO	5
2.1	LOCALIZZAZIONE IMPIANTO	5
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	9
4	DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE.....	11
4.1	DIMENSIONAMENTO LINEE AT	11
4.2	DIMENSIONAMENTO LINEE IN CORRENTE CONTINUA	14
5	STRUTTURA DI SUPPORTO	15
6	MODULI FOTOVOLTAICI	18
7	DISPOSITIVI DI CONVERSIONE.....	19
8	IMPIANTO ELETTRICO E LINEA ELETTRICA	20
9	RECINZIONE DELL'IMPIANTO, VIABILITA', VIDEOSORVEGLIANZA E LUCI ...	23

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	3 di 23

1 PREMESSA

Nel presente documento vengono descritti in maniera tecnica gli impianti e le opere necessarie per poter realizzare l'impianto fotovoltaico installato a terra di potenza nominale pari a 14,26 MWp, da realizzarsi nel comune di Butera (CL), denominato Butera La Placa.

In particolare verranno descritte le seguenti opere ed impianti:

- Dimensionamento linee AT
- Dimensionamento linee in corrente continua
- Strutture di supporto e moduli fotovoltaici
- Dispositivi di conversione

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	4 di 23

1.1 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1 sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 1 – Dati di progetto

ITEM	DESCRIZIONE
Richiedente	TEP Renewables Italia S.r.l.
Luogo di installazione	Comune di Butera – Provincia di Caltanissetta
Denominazione impianto	BUTERA
Dati catastali area di progetto	Foglio 175 Particelle 19, 20, 21, 25, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71, 75, 77, 78, 93, 95, 96, 97, 99, 102, 104, 105
Potenza di picco (MWp)	14,26 MWp
Informazioni generali del sito	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso
Connessione	Futura SE BUTERA 2 @ 36kV
Tipo strutture di sostegno	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Trackers monoassiali
Inclinazione piano dei moduli	Da -55° a + 55°
Azimuth di installazione	0°
Caratterizzazione urbanistico vincolistica	Le aree soggette a vincolo verranno escluse dal layout
Cabine PS	4
Posizione cabina elettrica di connessione e distribuzione	Interna al campo fotovoltaico
Storage	Non previsto
Rete di collegamento	Alta Tensione – 36 kV
Coordinate	37.193565° N 14.223532° 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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	5 di 23

2 STATO DI FATTO

2.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Butera (CL) a 3,3 km ad est rispetto al centro del paese e distante circa 12 km dalla costa.

Per quanto riguarda l'accessibilità, l'area in cui è prevista l'installazione dell'impianto fotovoltaico è a 3,9 km dalla SP8 e a 3,23 Km dalla SS190. L'area in oggetto risulta essere adatta allo scopo avendo una buona esposizione ed essendo facilmente raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

L'altitudine media del sito è di 350 metri s.l.m.



Figura 1 Localizzazione dell'area di intervento – aree di impianto

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	6 di 23

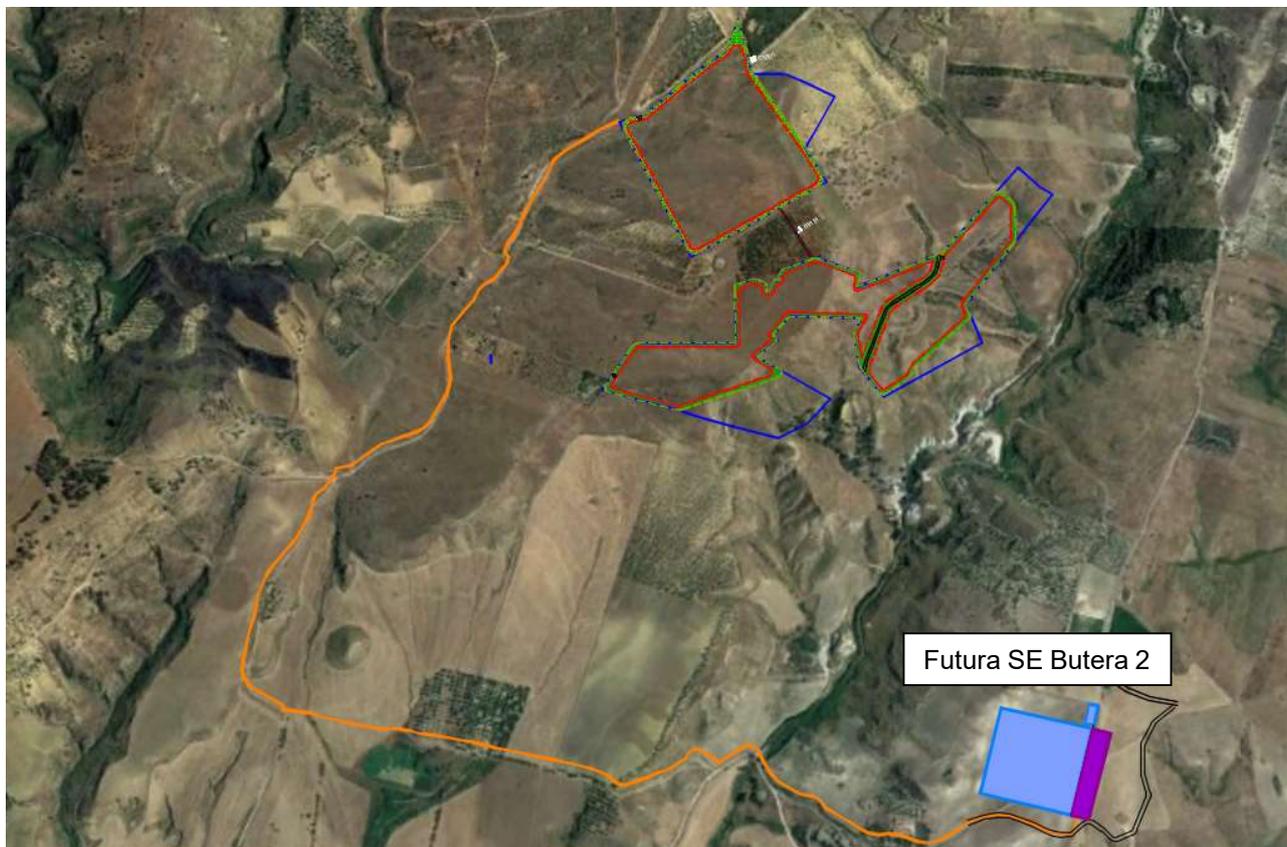


Figura 2 Localizzazione dell'area di intervento – impianto e cavidotto

Il cavidotto di connessione ha una lunghezza di circa 4 km e si sviluppa in modalità interrata al di sotto di strade esistenti; parte dal lotto di progetto più a nord ed arriva alla nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/150/36 kV della RTN “Butera 2”.

Dal punto di vista catastale, i terreni sono individuabili nel Catasto terreni del Comune di Butera al Foglio 175 Particelle 19, 20, 21, 25, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 71, 75, 77, 78, 93, 95, 96, 97, 99, 102, 104, 105, come si evince nella Figura seguente.

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	7 di 23

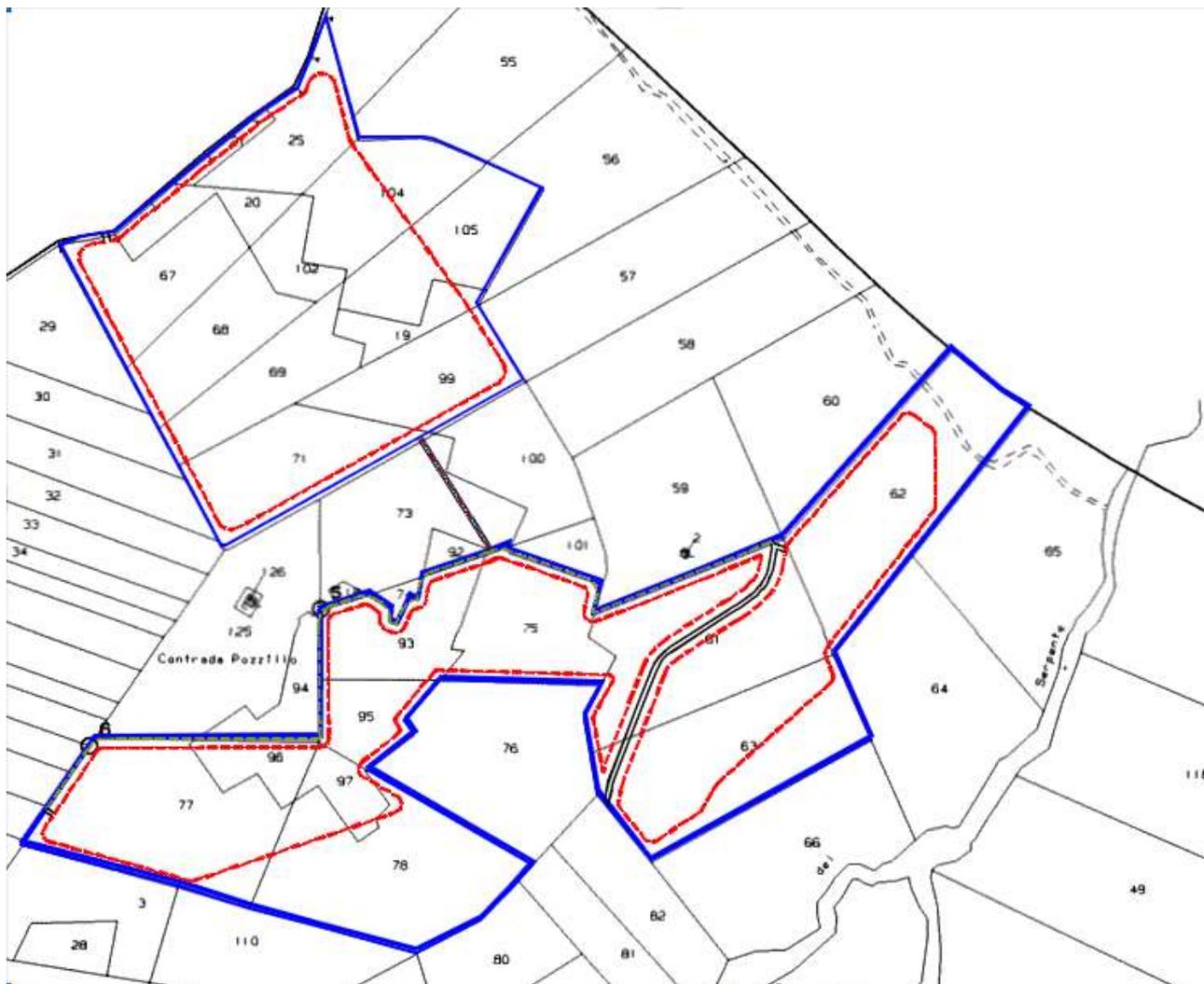


Figura 3 Mappa catastale area contrattualizzata di progetto

Il percorso del cavidotto parte dal Foglio 175 del Comune di Butera, attraversa i Fogli 174, 200, 203 fino ad arrivare nuovamente al Foglio 175, particella 27, ove si prevede la realizzazione della nuova SE.

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	8 di 23

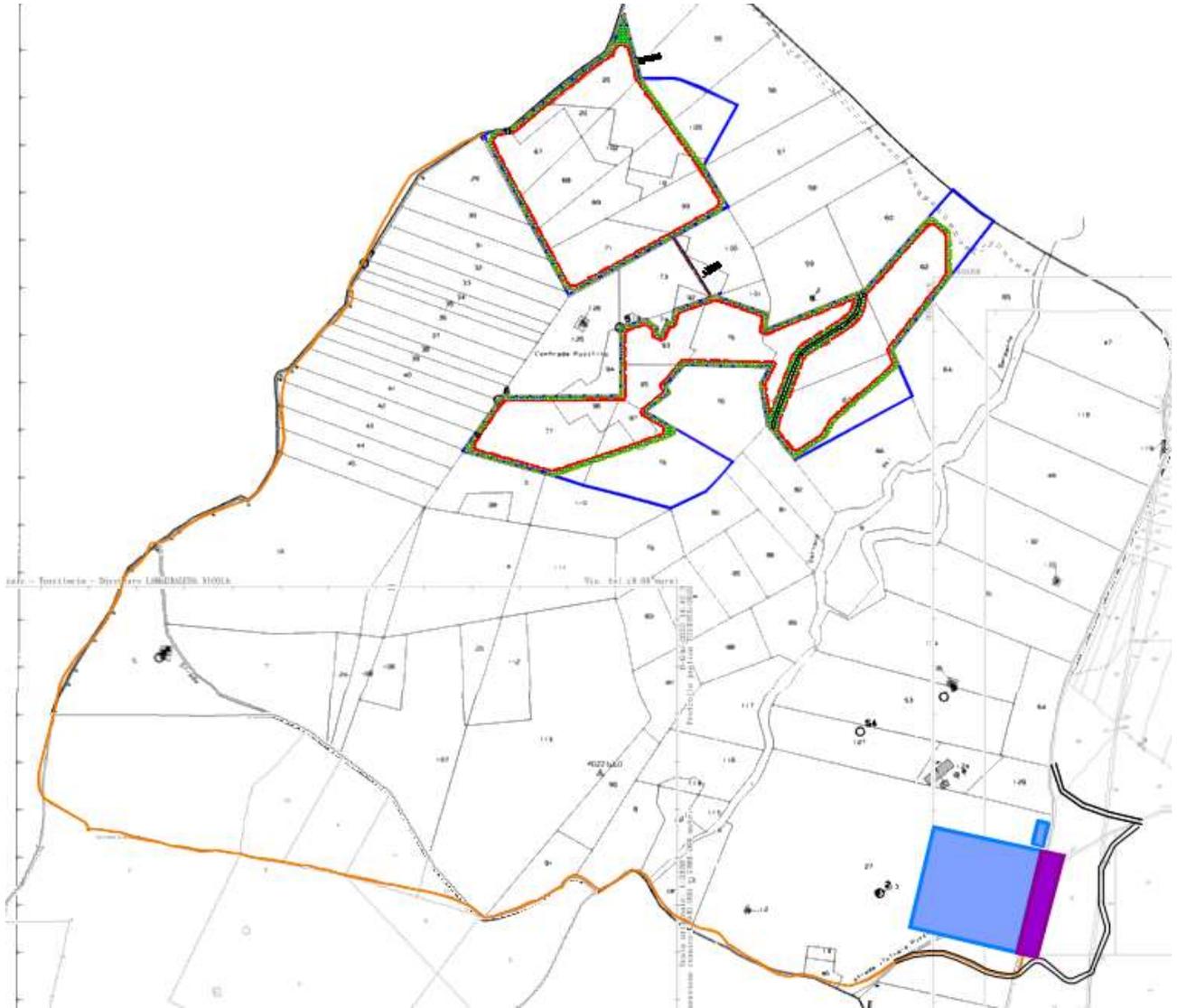


Figura 4 Mappa catastale area contrattualizzata di progetto e cavidotto

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	9 di 23

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Il progetto presentato riguarda, come detto in precedenza, la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra della potenza di picco di 14,26 Megawatt (MW) e denominato "Butera La Placa", da realizzarsi in area agricola ad est del comune di Butera, in provincia di Caltanissetta, connesso alla RTN tramite cavidotto interrato a 36 kV alla vicina Stazione Terna (SE) 220/150/36 kV di nuova realizzazione "Butera 2".

I componenti principali dell'impianto sono i seguenti:

- moduli fotovoltaici a tecnologia bifacciale
- strutture di supporto ad inseguitore monoassiale nord-sud
- quadri di campo
- power station (Inverter con Trasformatore BT-MT)
- cabine di parallelo/smistamento MT

I moduli fotovoltaici impiegati per la realizzazione dell'impianto sono della JA Solar ed hanno una potenza di picco pari a 605W. Sono moduli con tecnologia bifacciale ovvero la superficie captante è presente anche nella parte posteriore per consentire così di captare la radiazione solare riflessa dal terreno.

I moduli fotovoltaici sono ancorati su strutture rotanti lungo l'asse nord-sud cosiddette ad inseguimento monoassiale, consentendo di aumentare notevolmente l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Tali strutture di supporto vengono ancorate al terreno tramite l'infissione di pali mediante sistema a battipalo escludendo così l'uso di conglomerati cementizi.

L'impianto è suddiviso in 4 sottocampi, di cui si espongono di seguito le caratteristiche.

Dettagli sottocampo #1

Il sottocampo #1 è costituito da 5880 moduli da 605 Wp suddivisi in 245 stringhe da 24 moduli cad. installati su altrettanti inseguitori monoassiali.

E' previsto n° 1 inverter al quale sono sottese le 245 stringhe raccolte tramite 10 string box.

Gli inverter sono del tipo centralizzato della Sungrow modello SG 3400-HV-20, sono montati su container all'interno del quale è installato un trasformatore elevatore che porta la tensione di uscita a 36 kV. Sono installati anche dispositivi di manovra e sezionamento ed il collegamento degli inverter avviene ad anello.

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	10 di 23

L'anello di collegamento degli inverter avviene all'interno della Cabina MT dalla quale parte anche la dorsale principale per il collegamento dei due lotti di impianto alla sottostazione Terna.

Dettagli sottocampo #2

Il sottocampo #2 è costituito da 5880 moduli da 605 Wp suddivisi in 245 stringhe da 24 moduli cad. installati su altrettanti inseguitori monoassiali.

E' previsto n° 1 inverter al quale sono sottese le 245 stringhe raccolte tramite 9 string box.

Gli inverter sono del tipo centralizzato della Sungrow modello SG 3400-HV-20, sono montati su container all'interno del quale è installato un trasformatore elevatore che porta la tensione di uscita a 36 kV. Sono installati anche dispositivi di manovra e sezionamento ed il collegamento degli inverter avviene ad anello.

Dettagli sottocampo #3

Il sottocampo #3 è costituito da 5880 moduli da 605 Wp suddivisi in 245 stringhe da 24 moduli cad. installati su altrettanti inseguitori monoassiali.

E' previsto n° 1 inverter al quale sono sottese le 245 stringhe raccolte tramite 9 string box.

Gli inverter sono del tipo centralizzato della Sungrow modello SG 3400-HV-20, sono montati su container all'interno del quale è installato un trasformatore elevatore che porta la tensione di uscita a 36 kV. Sono installati anche dispositivi di manovra e sezionamento ed il collegamento degli inverter avviene ad anello.

Dettagli sottocampo #4

Il sottocampo #4 è costituito da 5928 moduli da 605 Wp suddivisi in 24 stringhe da 24 moduli cad. installati su altrettanti inseguitori monoassiali.

E' previsto n° 1 inverter al quale sono sottese le 247 stringhe raccolte tramite 12 string box.

Gli inverter sono del tipo centralizzato della Sungrow modello SG 3400-HV-20, sono montati su container all'interno del quale è installato un trasformatore elevatore che porta la tensione di uscita a 36 kV. Sono installati anche dispositivi di manovra e sezionamento ed il collegamento degli inverter avviene ad anello.

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	11 di 23

4 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE

4.1 DIMENSIONAMENTO LINEE AT

In riferimento ai cavidotti in AT dell'impianto in oggetto, ci troviamo a dover dimensionare nell'ordine, le seguenti tratte:

Tratta 1 - Lotto A verso stazione SE Terna di 4 km tensione di esercizio 36kV

Tratta 2 – Anello di collegamento inverter

I dati relativi ai cavi utilizzati per il collegamento dei campi fotovoltaici tra di loro e verso la stazione Terna sono riportati nella tabella seguente:



Conduttore rigido di rame rosso ricotto. Classe 2.	Rigid class 2 red copper conductor.
Semiconduttore interno elastomerico estruso	Inner semi-conducting layer
Isolamento in HEPR di qualità G16	Elastomeric mixture insulation (G16 quality).
Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo	Cold-peelable extruded elastomeric external semiconductor
Schermo costituito a fili di rame rosso	Red copper wire shield.
Guaina in miscela termoplastica tipo R12 per cavi MT	Sheath of PVC R12 type. For MT

<i>Tensione nominale U₀</i>	26 kV	<i>Nominal voltage U₀</i>
<i>Tensione nominale U</i>	45 kV	<i>Nominal voltage U</i>
<i>Tensione massima U_m</i>	52 kV	<i>Maximun voltage U_m</i>
<i>Temperatura massima di esercizio</i>	+105°C	<i>Maximun operating temperature</i>
<i>Temperatura massima di corto circuito</i>	+300°C	<i>Maximun short circuit temperature</i>
<i>Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)</i>	-15°C	<i>Min. operating temperature (without mechanical shocks)</i>
<i>Temperatura minima di installazione e maneggio</i>	0°C	<i>Minimum installation and use temperature</i>

Nelle tabelle seguenti vengono riportate le caratteristiche elettriche e le caratteristiche tecniche con le relative portate:



**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_PI-R01
RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI**

Pag. 12 di 23

Numero conduttori	Sezione nominale	Diametro indicativo conduttore	Diametro indicativo isolante	Diametro indicativo esterno	Peso indicativo del cavo	Raggio minimo curvatura
Conductor Number	Nominal Section	Approx conductor diameter	Approx insulation diameter	Approx external production diameter	Approx cable weight	Minimum radius bending
(N°)	(mmq)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
Unipolare / Single core						
1x	50	8.1	30.2	40.0	1800	480
1x	70	9.9	33.3	43.0	1990	550
1x	95	11.5	34.9	44.0	2300	580
1x	120	12.9	36.5	45.6	2630	585
1x	150	14.2	36.85	46.0	2790	590
1x	185	15.9	38.85	47.0	3200	610
1x	240	18.3	40.95	49.5	3820	650
1x	300	20.7	43.4	53.0	4640	690
1x	400	23.5	46.2	56.0	5430	730
1x	500	26.5	49.3	59.0	6600	770
1x	630	31.2	53.3	64.0	8200	850

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Capacità a 50 Hz	Resistenza apparente a 105°C e 50 Hz		Reattanza di fase		Portata di corrente			
			A trifoglio	In piano	A trifoglio	In piano	In aria a trifoglio	In aria in Piano	Interrato a trifoglio	Interrato in piano
Formation	Electric resistance at 20°C	Capacities 50 Hz	Apparent resistance at 105°C and 50 Hz		Phase Reactance		Current carrying capacities			
			Trefoil formation	Flat	Trefoil formation	Flat	Trefoil formation in air	Flat in air	Trefoil formation in ground	Flat in ground
(N°xmmq)	(Ohm/km)	(microF/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(Ohm/km)	(A)	(A)	(A)	(A)
Unipolare / Single core										
1x50	0.387	0.15	0.494	0.494	0.15	0.20	225	250	205	212
1x70	0.268	0.15	0.342	0.342	0.15	0.21	280	315	255	260
1x95	0.193	0.16	0.246	0.246	0.14	0.20	340	380	300	310
1x120	0.153	0.18	0.196	0.196	0.14	0.20	395	440	355	365
1x150	0.124	0.20	0.159	0.158	0.13	0.19	445	495	385	395
1x185	0.0991	0.21	0.128	0.127	0.13	0.19	510	570	440	450
1x240	0.0754	0.23	0.0985	0.0972	0.12	0.18	600	665	510	520
1x300	0.0601	0.26	0.0797	0.0779	0.12	0.18	695	760	570	580
1x400	0.0470	0.28	0.0638	0.0616	0.11	0.17	800	875	650	655
1x500	0.0366	0.31	0.0517	0.0489	0.11	0.17	930	1010	735	740
1x630	0.0283	0.34	0.0425	0.0389	0.10	0.16	1070	1180	835	845

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	13 di 23

Il metodo di calcolo da impiegare per il dimensionamento della sezione è quello della caduta di tensione. Abbiamo quindi di seguito le formule relative al calcolo della sezione e della verifica della caduta di tensione che stabiliamo debba essere inferiore al 2%:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

Alternata trifase:

$$\Delta U = \sqrt{3} * I * (R * \cos \phi + X * \sin \phi) * L$$

ΔU = Caduta tensione (V)
 I = Corrente (A)
 R = Resistenza (Ω / km)
 X = Reattanza (Ω / km)
 L = Lunghezza (km)
 ϕ = Sfasamento tra tensione e corrente

Calcolo corrente di impiego

Calcolo caduta di tensione

Criterio di calcolo

Tenendo conto delle lunghezze delle linee, delle correnti di impiego e dei criteri di calcolo, possiamo riassumere le varie sezioni scelte:

$I_b < I_z$

$\Delta U < \Delta U_{max}$

I_b = Corrente d'impiego (A)
 I_z = Max portata cavo (A)
 ΔU = Caduta tensione (V)
 ΔU_{max} = Max caduta tensione (V)

DIMENSIONAMENTO LINEE AT				
Tratta	Lunghezza (km)	Tensione di esercizio (kV)	Corrente di impiego (A)	Sezione (mmq)
Lotto A verso stazione SE Terna di 4 km tensione di esercizio 36kV	4	36	440	3 x (1x185)
Anello di collegamento inverter	1,3	36	440	3 x (1x185)

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	14 di 23

4.2 DIMENSIONAMENTO LINEE IN CORRENTE CONTINUA

L'insieme di stringhe presenti sull'impianto vengono raccolte all'interno di appositi string-box i quali oltre a collegare in parallelo tutte le stringhe sottese, provvedono a monitorare il corretto funzionamento.

Pertanto ai fini del dimensionamento dei cavi abbiamo le seguenti tratte:

- Cavi di collegamento stringhe verso string-box
- Cavi di collegamento string-box verso Power Station

I criteri per il dimensionamento delle linee in corrente continua ricalcano gli stessi criteri impiegati per il dimensionamento delle linee in corrente alternata.

$$I=P/V$$

Continua: $\Delta U = 2 * I * R * L$	$I_b < I_z$
$\Delta U =$ Caduta tensione (V) $I =$ Corrente (A) $R =$ Resistenza (Ω / km) $X =$ Reattanza (Ω / km) $L =$ Lunghezza (km) $\varphi =$ Sfasamento tra tensione e corrente	$\Delta U < \Delta U_{max}$
	$I_b =$ Corrente d'impiego (A) $I_z =$ Max portata cavo (A) $\Delta U =$ Caduta tensione (V) $\Delta U_{max} =$ Max caduta tensione (V)

Calcolo corrente di impiego

Calcolo caduta di tensione

Criterio di calcolo

Tenendo conto delle lunghezze delle linee, delle correnti di impiego e dei criteri di calcolo precedentemente menzionati, possiamo, nella tabella di seguito riportata, riassumere le sezioni scelte:

DIMENSIONAMENTO LINEE CC				
Tratta	Lunghezza (m)	Tensione di esercizio (V)	Corrente di impiego (A)	Sezione (mmq)
Stringhe verso string box	varie	1118	9,3	2 x (1x6)
String box verso power station	varie	1118	364	2 x (1x150)

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	15 di 23

5 STRUTTURA DI SUPPORTO

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno ad inseguimento del tipo monoassiale, ad infissione nel terreno con macchina operatrice battipalo; sono costituite da tubolari metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati, che vengono posizionati ad un'altezza di circa 2,7-3 m e posizionati orizzontalmente seguendo la giacitura del terreno. La struttura a reticolo viene appoggiata a pilastri di forma rettangolare di medesima sezione ed infissi nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo e comunque solitamente non superiori a 3,0 m. Le fondazioni sono costituite da supporti in acciaio a sezione trapezoidale aperta collocati nel terreno mediante infissione diretta, alla cui sommità verranno collegati tramite bullonatura le strutture del "tracker" di sostegno dei pannelli.



Figura 5.1 Esempio di installazione tracker

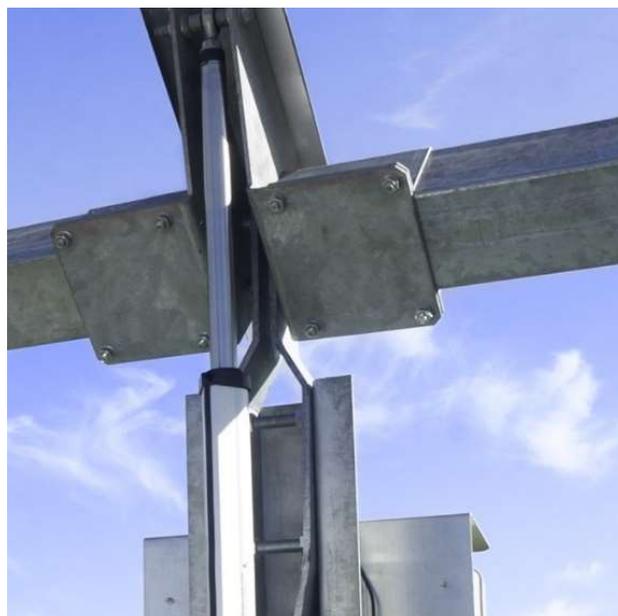


Figura 5.2 Particolari tracker

Elettricamente le strutture sono collegate alla terra di impianto per assicurare la protezione contro le sovratensioni indotte da fenomeni atmosferici.

Il portale tipico della struttura progettata è costituito dalla stringa di 24 moduli.

L'algoritmo di backtracking che comanda i motori elettrici consente ai moduli fotovoltaici di seguire automaticamente il movimento del sole durante tutto il giorno, arrivando a catturare il 25 % in più di luce solare rispetto al sistema ad inclinazione fissa previsto dal progetto originario.

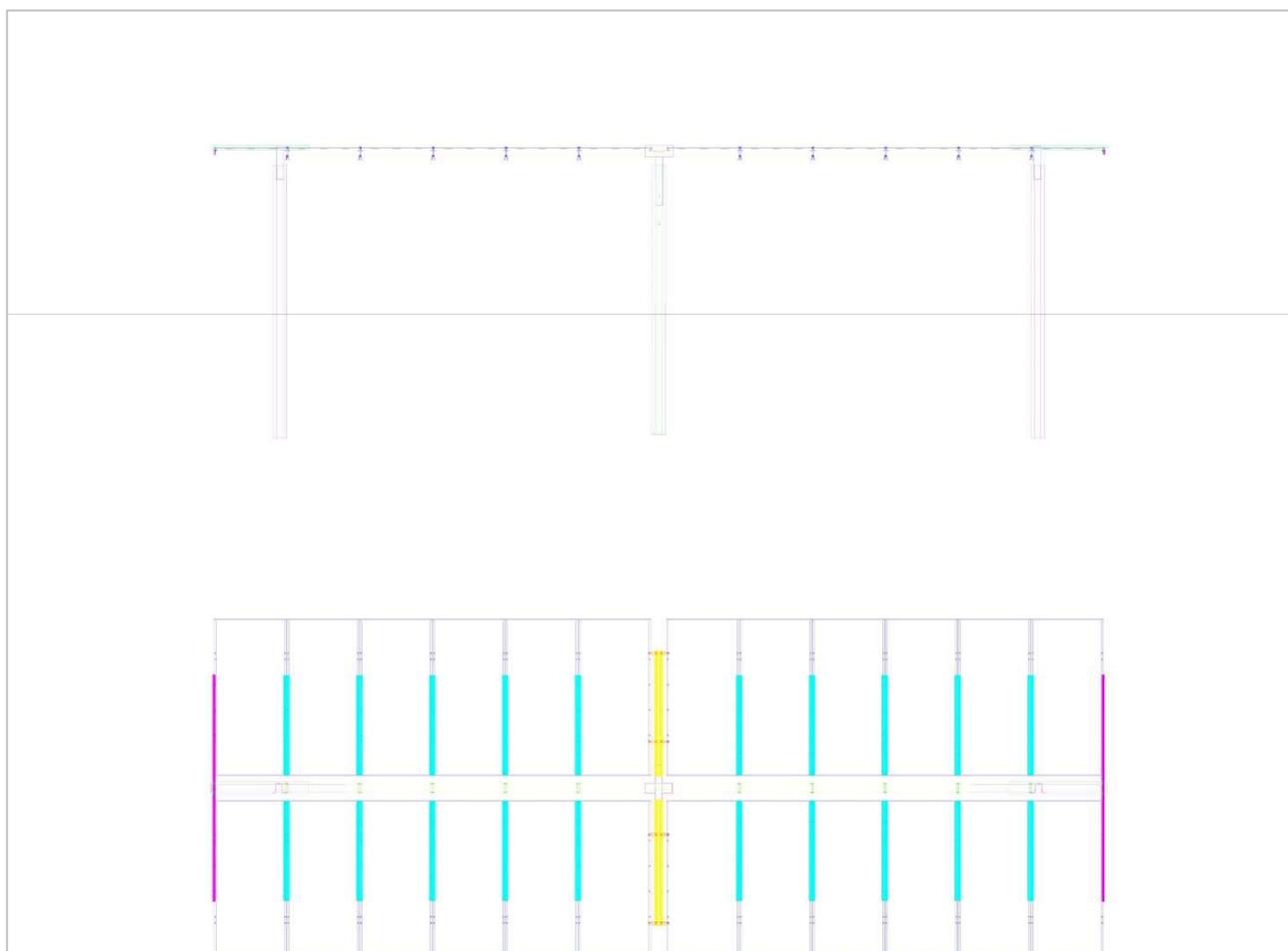
I dati relativi al posizionamento dei moduli sono:

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	16 di 23

- Moduli fotovoltaici disposti in verticale in configurazione bifilare
- Distanza tra le file di stringhe: circa 5,0 mt

L'altezza dei supporti è stata fissata in modo tale che l'altezza massima del pannello in esercizio sia circa 4,8 m (in corrispondenza della massima inclinazione del pannello). Tale scelta è motivata dalla necessità di evitare perdite di produzione dovute allo sporcamento dei pannelli (rideposizione di polveri sollevate dal suolo) e all'assorbimento della luce solare da parte delle nebbie al suolo durante la stagione fredda.

Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto.



	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	17 di 23

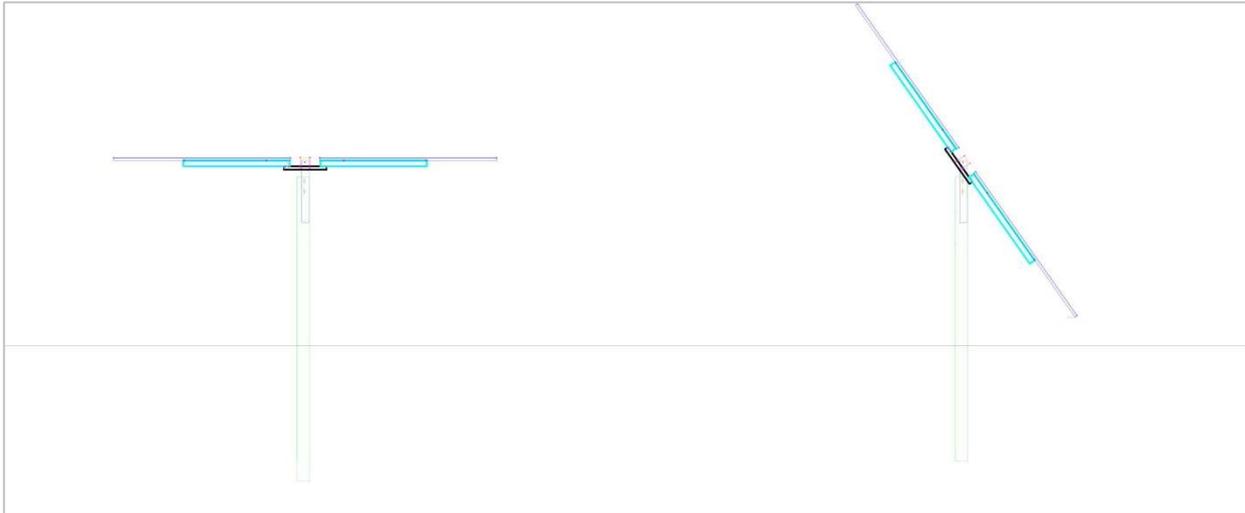


Figura 5.3 Particolari strutture

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	18 di 23

6 MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici in linea generale sono gli elementi che convertono la radiazione solare in energia elettrica costituiti principalmente da celle in silicio cristallino (mono- o poli-) di varie forme dimensioni e potenze. Essi sono dotati di un vetro di protezione che li renderà resistenti agli agenti atmosferici, collegati fra loro mediante connettori ad innesto rapido su scatola di giunzione stagna.

Il modello impiegato nella realizzazione del presente progetto sono in silicio monocristallino e con tecnologia "bifacciale". Il modulo fotovoltaico scelto per la realizzazione dell'impianto BUTERA LA PLACA è realizzato da JA Solar, in silicio monocristallino, della serie JAM 78D30 605 MB ed ha una potenza di picco di 605 Wp.

La tecnologia bifacciale, consente di utilizzare sia la luce incidente sul lato anteriore che sul lato posteriore del modulo, massimizzando la potenza in uscita del modulo. Il retro del modulo bifacciale infatti viene illuminato dalla luce riflessa dall'ambiente, consentendo al modulo di produrre in media il 25% di elettricità in più rispetto a un pannello convenzionale con lo stesso numero di celle, se si tratta di un impianto fisso, e il 50% in più con impianti ad inseguimento solare.

I pannelli saranno montati su strutture a inseguimento monoassiale (tracker), in configurazione bifilare; ogni tracker alloggerà 2 filari da 12 moduli ognuno (24 moduli per tracker). I pannelli fotovoltaici hanno dimensioni 2.471 x 1.134 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, per un peso totale di 33,4 kg ciascuno.

Di seguito si espongono le caratteristiche *generiche* dei 4 sottocampi:

SOTTOCAMPO "SOTTOCAMPO #X"

NUMERO DI MODULI FV	IN SERIE 24 MODULI	IN PARALLELO 1046 STRINGHE
NUMERO TOTALE DI MODULI FV	N. DI MODULI 25104	POTENZA NOM. UNIT. 605 WP
POTENZA GLOBALE CAMPO	NOMINALE (STC) 15188 KWP	IN COND. DI FUNZ. 14840 KWP (50°C)
CARATT. DI FUNZ. CAMPO FV (50°C)	U MPP 985 V	I MPP 15059 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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	19 di 23

7 DISPOSITIVI DI CONVERSIONE

I dispositivi di conversione (inverter e trasformatori BT/MT), trasformano la corrente continua, fornita dai pannelli, in corrente alternata

Come visto l'impianto in oggetto è diviso in 4 sottoinsiemi (sottocampi) di circa 3,4 MW di potenza ciascuno. Ogni sottoinsieme è collegato e gestito da una Stazione di Potenza al cui interno è presente un inverter, un trasformatore di media e una cabina di media.

Il dispositivo di conversione scelto per questo impianto è un SUNGROW SG 3400-HV-20.

I 4 dispositivi sono dislocati in maniera baricentrica rispetto ai propri sottoinsiemi (per maggiori dettagli riguardo la disposizione all'interno dell'area, vedasi il le relative tavole di progetto) e sono forniti pre-assemblati in un container di circa 6 metri di lunghezza, e rappresentano la soluzione migliore sia dal punto di vista della facilità di trasporto sia dal punto di vista della velocità di assemblaggio e della messa in servizio. La particolarità della posa, consistente semplicemente nella posa a terra su dei piedini in metallo della struttura, che quindi risulta in sopraelevazione rispetto al piano di terra, riduce inoltre il relativo impatto sul territorio annullando quelle che sono le opere provvisorie di sostegno.



Figura 7.1 Cabina power station

Le stazioni di media sono collegate ad Anello ad una Cabina di parallelo MT conforme alle specifiche Enel, la cui struttura è di tipo monolitico, composta da un unico vano per

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	20 di 23

l'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche dell'Ente distributore. Lo spessore, per questa tipologia di cabina, è di cm 9 per le pareti, cm 10 per il pavimento e cm 8 per il solaio di copertura. Il manufatto è corredato di una vasca di fondazione prefabbricata anch'essa di tipo monolitico, utilizzata per il passaggio dei cavi elettrici in entrata e di uscita, anch'essa conforme alle specifiche Enel.

8 IMPIANTO ELETTRICO E LINEA ELETTRICA

Di seguito si riassumono le caratteristiche elettriche dell'impianto.

In generale, i tracciati per le linee elettriche in DC e AC saranno realizzati con idonee canalizzazioni interrato impiegando del tubo in PVC corrugato e saranno interconnesse tra loro con eventuali pozzetti ispezionabili. Quelle aeree saranno rappresentate esclusivamente da quelle in CC più prossime ai pannelli e saranno ancorate alla struttura di supporto.

Per la particolare conformazione della Power Station, la tensione in uscita risulterà già in Media, pertanto cavi in AC in bassa tensione non saranno presenti.

Quindi in ingresso alle PS arriveranno cavi in CC e in uscita cavi in AT.

Le linee in AT sono da realizzarsi lungo la viabilità di strade interne o nei terreni. La partenza delle linee, è prevista su cabine a 36 kV, ubicati in prossimità dei gruppi inverter dell'impianto FV, per confluire alla cabina di parallelo.

Nella figura seguente viene rappresentato lo schema unifilare di impianto con tutti i suoi componenti principali. Da essa è possibile individuare il collegamento ad anello delle sottostazioni alla cabina di parallelo e il quadro per i servizi ausiliari.

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag. 21 di 23

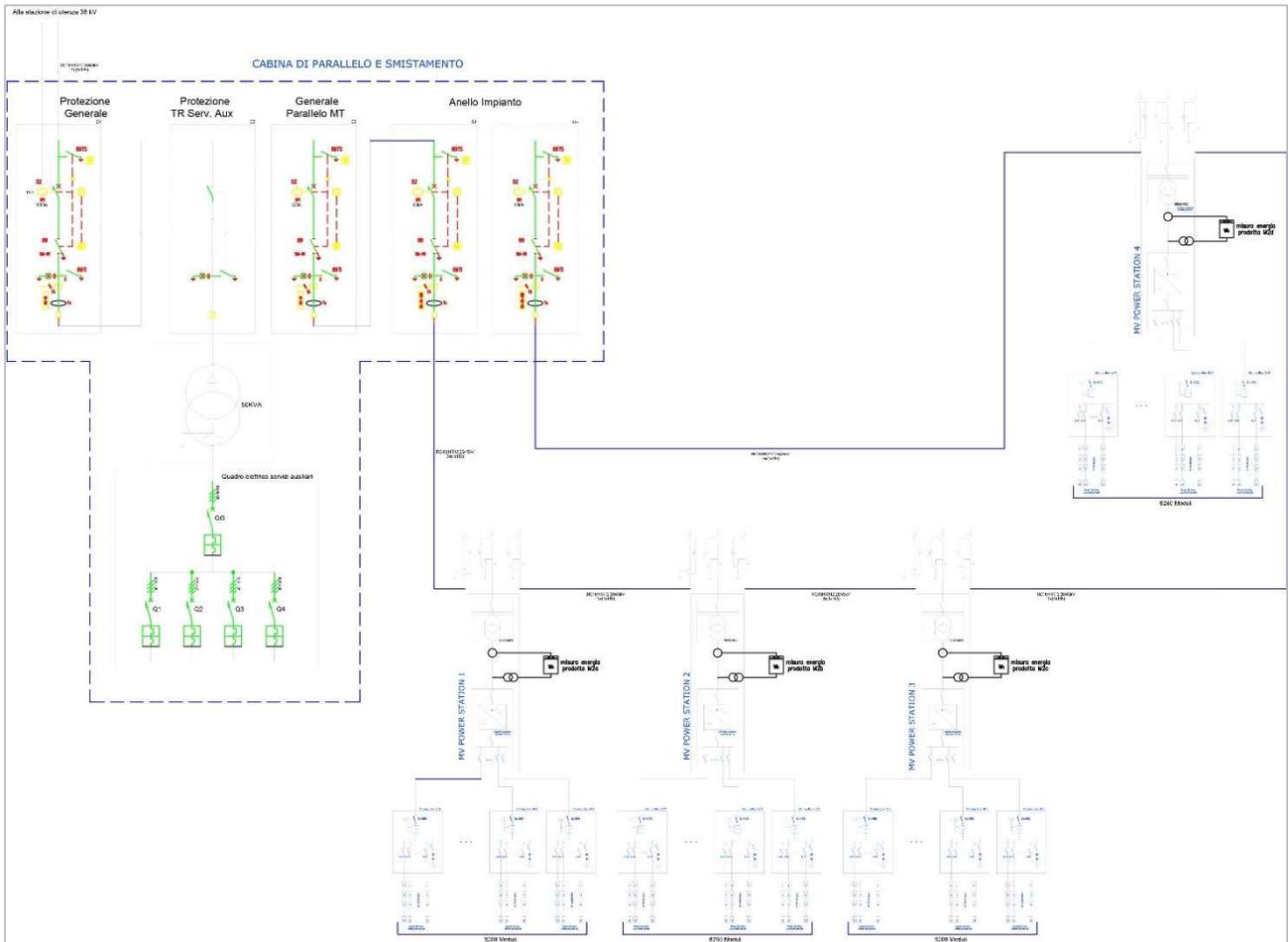


Figura 8.1 Schema elettrico unifilare

Il progetto prevede per l'impianto dei dispositivi di sicurezza e di terra, come di seguito riassunti:

- Protezione da Corto Circuiti sul lato c.c. dell'impianto: Gli string Box sono provvisti di interruttore magnetotermico. Pertanto la protezione dai CC dell'impianto è assicurata da tali dispositivi.
- Protezione da Contatti Accidentali lato c.c.: Per prevenire il contatto accidentale con una tensione superiore ai 400 V c.c., che è la tensione tipica delle stringhe, gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rilevazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.
- Protezione contro Scariche Atmosferiche lato c.c.: Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo stringhe sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi di uscita. In caso di sovratensioni i varistori collegano una o entrambe le polarità

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	22 di 23

dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento gli inverter e l'emissione di una segnalazione di allarme.

- Protezione sul lato c.a. dell'impianto: L'interruttore MT in SF6, presente in cabina di parallelo, è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.
- Prevenzione funzionamento in isola: In accordo a quanto prescritto dalla normativa italiana sarà previsto, incorporato nell'inverter, un dispositivo per prevenire il funzionamento in isola dell'impianto. Tale funzione è implementata anche nel Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI).
- Impianto di Terra: L'impianto di terra che verrà realizzato all'interno della centrale fotovoltaica, per ragioni di equipotenzialità, sarà unico sia per la bassa che per la media tensione. L'impianto di terra sarà progettato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:
 - Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
 - Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
 - Evitare danni a elementi elettrici ed ai beni;
 - Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

	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_PI-R01 RELAZIONE CALCOLO PRELIMINARE IMPIANTI	Pag.	23 di 23

9 RECINZIONE DELL'IMPIANTO, VIABILITA', VIDEOSORVEGLIANZA E LUCI

L'impianto sarà provvisto di un sistema viario sia interno che perimetrale, di accessi carrabili, di una recinzione perimetrale e di un sistema di illuminazione e videosorveglianza (per maggiori dettagli si vedano le tavole specifiche di progetto e la relazione degli impianti elettrici).

Tutto il perimetro caratterizzante i lotti di terreno su cui verrà realizzato l'impianto sarà delimitato da una recinzione metallica di altezza pari a 2 m ad un interasse di circa 2,5 m e sostenuta da montanti metallici infissi direttamente a suolo fino ad una profondità di circa 60 cm. Per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia saranno realizzati dei passaggi di dimensioni 20 x 100 cm ogni 100 m di recinzione.

Gli accessi carrabili saranno costituiti da cancelli ad un'anta scorrevole, realizzati in struttura metallica e montati su colonne in acciaio fissati al suolo con plinti di fondazione in cls armato collegati da cordolo. Il numero di accessi sarà tale da garantire sufficientemente il transito sia pedonale che veicolare all'interno dei campi.

La viabilità perimetrale e quella interna sarà larga 5 m, entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria). La viabilità di accesso esterno alla sottostazione utente avrà le stesse caratteristiche di quella perimetrale e interna dell'impianto.

Al fine di regolamentare e/o impedire l'accesso all'interno dell'impianto ai non addetti, sia per motivi di sicurezza (presenza di estranei in aree soggette a rischio incidenti), sia per garantire la difesa da atti di vandalismo o furti, sarà predisposto un adeguato sistema antintrusione con impianto di videosorveglianza dal controllo remoto. In generale, entrambi i sistemi saranno montati su pali in acciaio zincato fissati al suolo con piantoni sempre in acciaio con flangia. I pali avranno una altezza di circa 3 m, saranno dislocati a distanza sufficiente a garantire la visibilità lungo tutto il perimetro della recinzione e su di essi saranno montati i corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza. I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale già previsto per il passaggio dei cavidotti dell'impianto fotovoltaico.

L'impianto FV è dotato di un sistema di illuminazione perimetrale normalmente spenta ed in grado di attivarsi su comando locale o su input di sorveglianza. Si utilizzeranno a tal scopo lampade a LED a basso assorbimento di energia.