



CITTA' DI CASTELLUCCIO DEI SAURI

prov. di Foggia
REGIONE PUGLIA

Impianto Agrivoltaico "Tamariceto" della potenza di 54,473 MW in DC

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



URBA - I 130117 S.R.L

Via G. Giulini,2
20123 Milano (MI)
email PEC: urba130117@legalmail.it

PROGETTAZIONE:



TÈKNE srl
Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA
Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915
www.gruppotekne.it e-mail: contatti@gruppotekne.it



PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso
(Direttore Tecnico)

LEGALE RAPPRESENTANTE:

Dott. Renato Mansi



TEKNE srl
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
IL PRESIDENTE
Dott. RENATO MANSI

PD

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE SPECIALISTICA E CALCOLI IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Tavola: **RE05**

Filename:
TKA695-RE05-Relazione specialistica e calcoli impianto
fotovoltaico-R0.doc

Data 1°emissione:

Febbraio 2024

Redatto:

G. PISANI

Verificato:

G.PERTUSO

Approvato:

R.PERTUSO

Scala:

Protocollo Tekne:

n° revisione	1			
	2			
	3			
	4			


TKA695

INDICE


1. <u>PREMESSA</u>	1
2. <u>SCOPO</u>	1
3. <u>UBICAZIONE DELL'IMPIANTO</u>	1
4. <u>DATI CLIMATICI</u>	3
5. <u>DESCRIZIONE TECNICA</u>	4
5.1 CRITERI DI SCELTA	4
5.2 DESCRIZIONE GENERALE	4
5.2.1 SOTTOCAMPO	9
6. <u>DESCRIZIONE DEI COMPONENTI</u>	11
6.1 CAMPO FOTOVOLTAICO	11
6.1.1 MODULI FOTOVOLTAICI	11
6.1.2 SISTEMA DI TRACKING	12
6.1.3 INVERTER	13
6.1.4 QUADRO AC	16
6.1.5 TRASFORMATORE AT/BT	16
6.1.6 CABINA AT DI CAMPO	17
6.2 CABINE DI RACCOLTA AT	17
6.2.1 CABINA DI RACCOLTA AT (PDL1)	17
6.2.1.1 QUADRO AT	17
6.2.1.2 TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI AT/BT	18
6.2.1.3 QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN BASSA TENSIONE (QSA)	18
6.2.1.4 QUADRI MISURE FISCALI (QMF E QMG)	19
6.2.1.5 POWER PLANT CONTROLLER (PPC)	19
6.2.2 CABINA DI RACCOLTA (PDL2)	19
6.2.2.1 QUADRO AT	19
6.2.2.2 TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI AT/BT	20
6.2.2.3 QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN BASSA TENSIONE (QSA)	21
6.2.2.4 QUADRI MISURE FISCALI (QMF E QMG)	21
6.2.2.5 POWER PLANT CONTROLLER (PPC)	21
6.2.3 CABINA DI RACCOLTA (PDL5)	21
6.2.3.1 QUADRO AT	22
6.2.3.2 TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI AT/BT	22
6.2.3.3 QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN BASSA TENSIONE (QSA)	23
6.2.3.4 QUADRI MISURE FISCALI (QMF E QMG)	23
6.2.3.5 POWER PLANT CONTROLLER (PPC)	23
6.2.4 CABINA DI RACCOLTA (PDL3)	23

PD PROGETTO DEFINITIVO	DATA		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	Protocollo TEKNE
	R0	<i>Febbraio 2024</i>	<i>G. PISANI</i>	<i>R. PERTUSO</i>	<i>R. PERTUSO</i>	TKA695
						Filename:
						TKA695-PD-RE05-R0

6.2.4.1	QUADRO AT	24
6.2.4.2	TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI AT/BT	24
6.2.4.3	QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN BASSA TENSIONE (QSA)	25
6.2.4.4	QUADRI MISURE FISCALI (QMF E QMG)	25
6.2.4.5	POWER PLANT CONTROLLER (PPC)	25
6.2.5	CABINA DI RACCOLTA GENERALE (PDL4)	26
6.2.5.1	QUADRO AT	26
6.2.5.2	TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI AT/BT	27
6.2.5.3	QUADRO SERVIZI AUSILIARI IN BASSA TENSIONE (QSA)	27
6.2.5.4	QUADRI MISURE FISCALI (QMF E QMG)	27
6.2.5.5	POWER PLANT CONTROLLER (PPC)	28
6.3	SISTEMA DI STORAGE	28
6.3.1	SISTEMA A BATTERIE	29
6.3.1	CONVERTITORE DI POTENZA	32
6.3.2	CONTAINER	33
6.3.1	SISTEMA BESS DI PROGETTO	33
6.4	COLLEGAMENTI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE	39
6.4.1	DATI NOMINALI DI IMPIANTO	39
6.4.2	CARATTERISTICHE DEL CAVO DI BASSA TENSIONE	39
6.4.3	VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE C.C.	40
6.4.4	PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE	40
6.4.5	PROTEZIONE CONTRO IL CORTO CIRCUITO	41
6.4.6	CADUTE DI TENSIONE	41
6.4.7	POSA DEI CAVI IN TUBI	41
6.5	COLLEGAMENTI ELETTRICI IN ALTA TENSIONE E RELATIVI CALCOLI	42
6.5.1	DATI NOMINALI DI IMPIANTO	42
6.5.2	CARATTERISTICHE DEL CAVO DI ALTA TENSIONE	42
6.5.3	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI ALTA TENSIONE	43
6.5.4	VALORI MASSIMI AMMISSIBILI DELLA CADUTA DI TENSIONE	43
6.5.5	TIPI DI INSTALLAZIONE	43
6.5.6	CALCOLO DELLA PORTATA EFFETTIVA	44
6.5.7	DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE	45
6.6	RETE DI TERRA	53
6.6.1	DESCRIZIONE DELLA RETE DI TERRA	54
6.6.2	COLLEGAMENTI DI TERRA	54
7.	SISTEMA ANTI-INTRUSIONE E DI VIDEOSORVEGLIANZA	55
8.	MISURE DI PROTEZIONE	59
8.1	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	59
8.2	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	59
8.3	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI DELLE SCARICHE ATMOSFERICHE	60
9.	MONTAGGIO COMPONENTI	60

	DATA		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	Protocollo TEKNE
	R0	<i>Febbraio 2024</i>	<i>G. PISANI</i>	<i>R. PERTUSO</i>	<i>R. PERTUSO</i>	TKA695
						Filename:
						TKA695-PD-RE05-R0

10. COLLAUDI E MESSA IN SERVIZIO	61
10.1 PROVE DI TIPO	61
10.2 PROVE DI ACCETTAZIONE IN FABBRICA	61
10.3 VERIFICHE IN CANTIERE	61
10.4 PROVE DI ACCETTAZIONE IN SITO	61
11. VALUTAZIONE ENERGETICA	63
12. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	64

	DATA		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	Protocollo TEKNE
	R0	Febbraio 2024	G. PISANI	R. PERTUSO	R. PERTUSO	TKA695
						Filename:
						TKA695-PD-RE05-R0

1. Premessa

La società **URBA-I 130117 S.R.L.** ha disposto di procedere alla progettazione delle opere necessarie per la realizzazione di un **impianto agrivoltaico**, denominato “**Tamariceto**” in località “Posta Tamariceto”, da **54,473 MWp (DC)** e **49,250 MW (AC)** nel **Comune di Castelluccio dei Sauri (FG)** e ricadente nel Catasto Terreni al Foglio 17 p.lle 253, 32, 42, 43, 48, 103, 14, 49, 159, 100, 233, 357, 31, 39, 50, 362, 364, 358, 315, 353, al Foglio 18 p.lle 176, 289, 321, 322, 323 e al Foglio 19 p.lle 15, 157, 85, 118, 119, 106, 158, 159, 132, 12, 51, 113, 114, 115, 109, 110.

L'impianto agrovoltaico è associato ad un **sistema di accumulo** della potenza di 31,5 MW della tipologia **BESS (Battery Energy Storage System)** che a seconda delle esigenze, lavorerà in modo indipendente e/o in modo sinergico all'impianto agroPV; la capacità delle batterie per garantire il funzionamento pari a 4 h risulta essere di 126 MWh. L'area su cui verranno ubicati i container contenenti le batterie è ubicata lungo il percorso del cavidotto dell'impianto agrovoltaico su un terreno ricadente nel Catasto Terreni al Foglio 13 p.lle 239, 296 del Comune di Castelluccio dei Sauri (FG). L'energia prodotta dall'impianto sarà ceduta alla rete elettrica di distribuzione in AT, in base alle condizioni definite dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) e le prescrizioni redatte dalla società TERNA S.p.a.

2. Scopo

Scopo del presente documento è la relazione tecnica del progetto definitivo di un impianto agrivoltaico, denominato “**TAMARICETO**”, nel comune di Castelluccio dei Sauri (FG), in conformità a quanto indicato nella Norma CEI 0-2 (2002-09) e dall'art. 93 comma 4 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163.

3. Ubicazione dell'impianto

Il progetto in esame occupa una superficie complessiva di circa 113 ettari ed è ubicato nel territorio comunale di Castelluccio dei Sauri (FG), a circa 4 km a sud dal centro abitato e a circa 7,5 km a nord-ovest dal centro abitato di Ascoli Satriano. È raggiungibile percorrendo strade provinciali (SP106 Giardinetto-Palazzo d'Ascoli, SP107) e comunali.

Il sito si trova ad un'altitudine media di m 200 s.l.m. e si suddivide in 6 lotti adiacenti tra loro.

Le coordinate geografiche di riferimento per il campo agrivoltaico, nel sistema WGS84 sono:

- Latitudine: 41°16'17.71" N
- Longitudine: 15°30'18.52" E

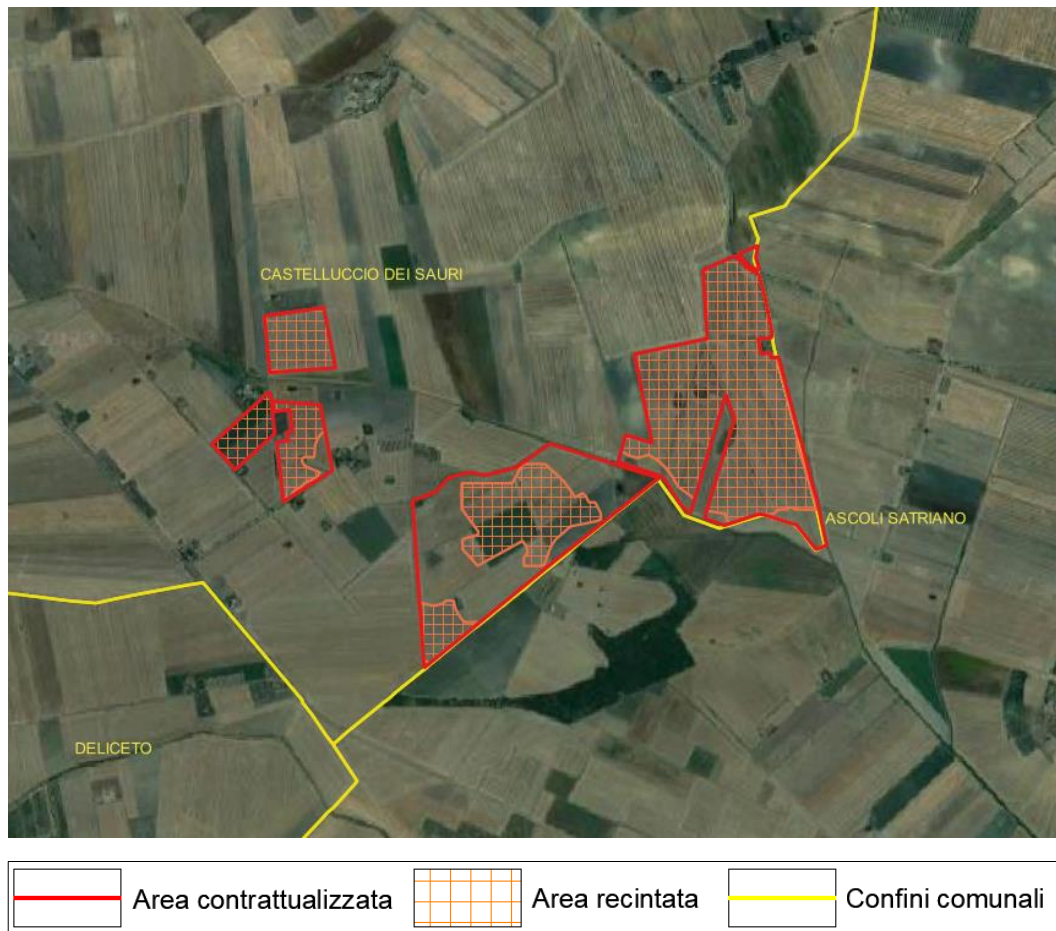


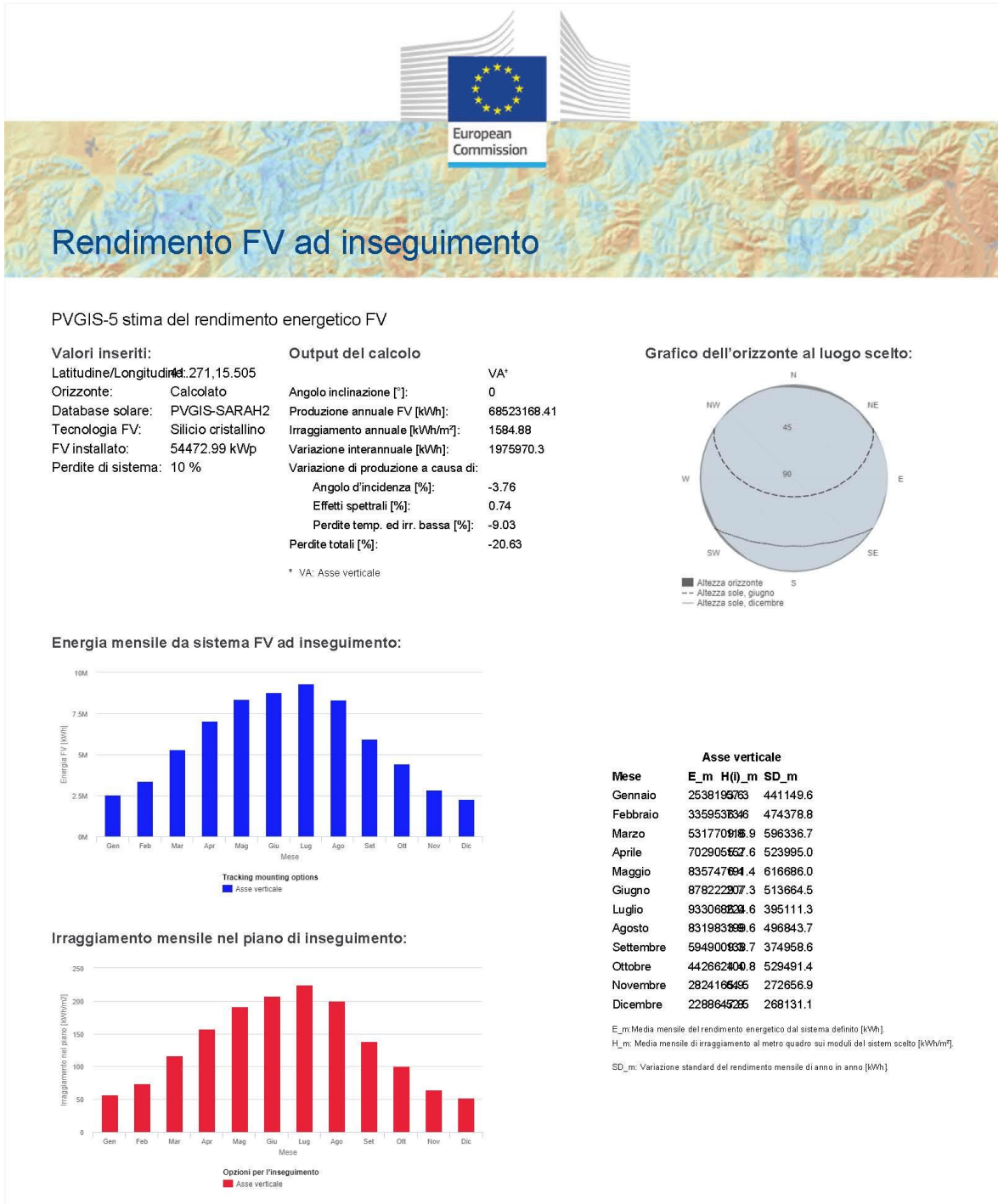
Figura 1 - Inquadramento territoriale



Figura 2 – Viabilità di accesso all'impianto "Tamariceto"

4. Dati Climatici

L'analisi dei dati climatici sul sito di Castelluccio dei Sauri (FG) sono stati condotti attraverso l'utilizzo del software PVGIS, il quale ha restituito i valori relativi all'irraggiamento solare nella zona di interesse.



La producibilità annuale FV tracker risulta essere pari a: **68.523.168,41 kWh**.

L'irraggiamento annuale nel piano risulta essere pari a: **1.584,88 kWh/mq**.

5. Descrizione tecnica

5.1 Criteri di scelta

Al fine di massimizzare la produzione di energia annuale, compatibilmente con le aree a disposizione, si è adottato come criterio di scelta prioritario quello di suddividere l'impianto in 26 sottocampi con potenze variabili e di trasformare l'energia elettrica da bassa tensione a alta tensione in ogni singolo trasformatore previsto per ogni sottocampo.

La conversione da corrente continua in corrente alternata è effettuata, invece, mediante un numero variabile di inverter trifase di stringa per ogni sottocampo. Ciascun inverter sarà collegato ad un quadro AC e quindi poi al singolo trasformatore del sottocampo.

5.2 Descrizione generale

Le parti che compongono il sistema fotovoltaico sono:

- generatore fotovoltaico
- strutture di sostegno ed ancoraggio (tracker)
- cavi, cavidotti,
- inverter di stringa cc/ca
- quadro AC
- trasformatori AT/bt
- cabine di raccolta AT
- trasformatori AT/mt

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da un totale di 3463 stringhe fotovoltaiche singolarmente sezionabili formate da 26 moduli in serie e quindi complessivamente sarà composto da 90.038 moduli fotovoltaici con potenza unitaria di 605Wp. La potenza totale installata sarà di 54.473 kWp.

Da un punto di vista elettrico il sistema fotovoltaico è stato suddiviso in 26 campi indipendenti.

I sottocampi sono costituiti ciascuno da un numero variabile di inverter di stringa (di seguito specificato in dettaglio per ogni sottocampo) composti da stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo.

Gli inverter avranno una potenza nominale di 125kW con uscita a 800Vac.

Le uscite degli inverter vengono quindi portate ad un quadro AC, facente parte della stazione di trasformazione, che risulterà collegato, mediante opportune protezioni, al rispettivo trasformatore AT/bt 0.8/36kV di potenza variabile pari da 1.600kVA a 2.000kVA.

All'interno del campo sono state previste 4 cabine di raccolta collegate ad 1 cabina di raccolta generale e 6 Cabine locali tecnici per servizi ausiliari collocate in punti significativi all'interno delle aree di impianto.

La rete di cavi interna ai campi prevede 3 Feeder e 4 Ring le quali saranno costituiti da un numero variabile di sottocampi così come descritto qui di seguito:

- Feeder 1: TR1-TR2
- Feeder 2: TR3
- Feeder 3: TR4-TR5
- Ring 1: TR6-TR7-TR8-TR9-TR10-TR26
- Ring 2: TR14-TR15-TR20-TR21
- Ring 3: TR11-TR12-TR16-TR17
- Ring 4: TR13-TR18-TR19-TR22-TR23-TR24-TR25

Le Cabine di raccolta sono invece collegate tra di loro attraverso 4 cavi:

- EXT 1: PDL1-PDL2
- EXT 2: PDL2-PDL5
- EXT 3: PDL5-PDL3
- EXT 4: PDL3-PDL4

Dalla Cabina di raccolta generale (PDL4) partirà la linea in AT a 36kV (EXT) che si conetterà direttamente alla stazione elettrica Terna di futura realizzazione.

Si è inoltre scelto di utilizzare un sistema a orientamento variabile, che consente all'impianto di seguire il sole durante il periodo di rotazione della terra, da est a ovest, ovvero un sistema ad inseguimento sull'asse fisso nord-sud orizzontale rispetto al terreno con i moduli che cambieranno orientamento durante il giorno passando da Est a Ovest con un tilt pari a +/- 55° sull'orizzontale.

Questo tipo di tecnologia è detta ad "Asse Polare", ovvero gli inseguitori ad asse polare si muovono su un unico asse. Tale asse è simile a quello attorno al quale il sole disegna la propria traiettoria nel cielo. L'asse è simile ma non uguale a causa delle variazioni dell'altezza della traiettoria del sole rispetto al suolo nelle varie stagioni. Questo sistema di rotazione del pannello attorno ad un solo asse riesce quindi a tenere il pannello circa perpendicolare al sole durante tutto l'arco della giornata (sempre trascurando le oscillazioni estate-inverno della traiettoria del sole) e dà la massima efficienza che si possa ottenere con un solo asse di rotazione.

Di seguito il dettaglio di ogni campo:

Campo TR13

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	100
N° Moduli fotovoltaici	100x26=2600
Potenza complessiva DC	2600x605Wp=1573 kWp
N° Inverter di stringa	12
Potenza tot. Inverter	12x125 kVA=1500 kVA
Potenza Trasformatori	1x1600Kva

Campo TR11

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	101
N° Moduli fotovoltaici	101x26=2626
Potenza complessiva DC	2626x605Wp=1588,73 kWp
N° Inverter di stringa	12
Potenza tot. Inverter	12x125 kVA=1500 kVA
Potenza Trasformatori	1x1600Kva

Campo TR12

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	103
N° Moduli fotovoltaici	103x26=2678
Potenza complessiva DC	2678x605Wp=1620,190 kWp
N° Inverter di stringa	12
Potenza tot. Inverter	12x125 kVA=1500 kVA
Potenza Trasformatori	1x1600Kva

Campo TR4

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	104
N° Moduli fotovoltaici	104x26=2704
Potenza complessiva DC	2704x605Wp=1635,92 kWp
N° Inverter di stringa	12
Potenza tot. Inverter	12x125 kVA=1500 kVA
Potenza Trasformatori	1x1600Kva

Campo TR5

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	108
N° Moduli fotovoltaici	108x26=2808
Potenza complessiva DC	2808x605Wp=1698,84 kWp
N° Inverter di stringa	12
Potenza tot. Inverter	12x125 kVA=1500 kVA
Potenza Trasformatori	1x1600Kva

Campo TR3-TR26

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	124
N° Moduli fotovoltaici	124x26=3224
Potenza complessiva DC	3224x605Wp=1950,52 kWp
N° Inverter di stringa	15
Potenza tot. Inverter	15x125 kVA=1875 kVA
Potenza Trasformatori	1x2000Kva

Campo TR6-TR8-TR10

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	130
N° Moduli fotovoltaici	130x26=3380
Potenza complessiva DC	3380x605Wp=2044,90 kWp
N° Inverter di stringa	16
Potenza tot. Inverter	16x125 kVA=2000 kVA
Potenza Trasformatori	1x2000Kva

Campo TR7-TR9

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	131
N° Moduli fotovoltaici	131x26=3406
Potenza complessiva DC	3406x605Wp=2060,63 kWp
N° Inverter di stringa	16
Potenza tot. Inverter	16x125 kVA=2000 kVA
Potenza Trasformatori	1x2000Kva

Campo TR1

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	143
N° Moduli fotovoltaici	143x26=3718
Potenza complessiva DC	3718x605Wp=2249,39 kWp
N° Inverter di stringa	16
Potenza tot. Inverter	16x125 kVA=2000 kVA
Potenza Trasformatori	1x2000Kva

Campo TR2

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	144
N° Moduli fotovoltaici	144x26=3744
Potenza complessiva DC	3744x605Wp=2265,12 kWp
N° Inverter di stringa	16
Potenza tot. Inverter	16x125 kVA=2000 kVA
Potenza Trasformatori	1x2000Kva

Campo TR18-TR21-TR23-TR24

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	146
N° Moduli fotovoltaici	146x26=3796
Potenza complessiva DC	3796x605Wp=2296,58 kWp
N° Inverter di stringa	16
Potenza tot. Inverter	16x125 kVA=2000 kVA
Potenza Trasformatori	1x2000Kva

Campo TR14-TR15-TR16-TR17-TR19-TR20-TR22-TR25

Potenza unitaria modulo	605 Wp
N° Stringhe	147
N° Moduli fotovoltaici	147x26=3822
Potenza complessiva DC	3822x605Wp=2312,31 kWp
N° Inverter di stringa	16
Potenza tot. Inverter	16x125 kVA=2000 kVA
Potenza Trasformatori	1x2000Kva

5.2.1 Sottocampo

Le caratteristiche tecniche di ciascuna tipologia di sottocampo sono riportate sinteticamente nella tabella seguente.

Parallelo di 10 stringhe

DC ¹	Potenza nominale, Pn:	157,30 kWp ¹
	Numero di stringhe in parallelo	10
	Numero di moduli totali	260
	Numero ingressi inverter	6x2
	Dimensioni in pianta (indicative):	706,5 m ²
Moduli fotovoltaici ¹	Tipo:	LONGi Hi-MO7-605W
	Potenza di picco nominale Pm:	605W
	Tensione alla potenza massima Vm:	43,5 Vdc
	Corrente alla potenza massima Im:	13,91 A
	Tensione a circuito aperto Voc:	51,31 V
	Corrente di corto circuito Isc:	14,7 A

Parallelo di 9 stringhe

DC ¹	Potenza nominale, Pn:	141,57 kWp ¹
	Numero di stringhe in parallelo	9
	Numero di moduli totali	234
	Numero ingressi inverter	6x2
	Dimensioni in pianta (indicative):	635,85 m ²
Moduli fotovoltaici ¹	Tipo:	LONGi Hi-MO7-605W
	Potenza di picco nominale Pm:	605W
	Tensione alla potenza massima Vm:	43,5 Vdc
	Corrente alla potenza massima Im:	13,91 A
	Tensione a circuito aperto Voc:	51,31 V
	Corrente di corto circuito Isc:	14,7 A

Parallelo di 8 stringhe

DC ¹	Potenza nominale, Pn:	125,84 kWp ¹
	Numero di stringhe in parallelo	8
	Numero di moduli totali	208
	Numero ingressi inverter	6x2
	Dimensioni in pianta (indicative):	565,2 m ²
Moduli fotovoltaici ¹	Tipo:	LONGi Hi-MO7-605W
	Potenza di picco nominale Pm:	605W
	Tensione alla potenza massima Vm:	43,5 Vdc
	Corrente alla potenza massima Im:	13,91 A
	Tensione a circuito aperto Voc:	51,31 V
	Corrente di corto circuito Isc:	14,7 A

Tipologia inverter utilizzate nei campi

Inverter	Numero:	394
	Tipo:	SUNGROW SG125HX
	Range operativo di tensione:	0 ÷ 1500 Vcc
	Range di tensione in MPPT:	500 ÷ 1500 Vcc
	Potenza nominale lato corrente alternata:	125kVA @ 40°C
	Tensione nominale:	680-880 V trifase a 50 Hz
	Fattore di potenza:	1

6. Descrizione dei componenti

6.1 Campo Fotovoltaico

Il campo fotovoltaico nel suo complesso sarà costituito dai seguenti elementi:

- 90.038 Moduli Fotovoltaici;
- 3.463 Stringhe Fotovoltaiche;
- 394 Inverter di Stringa;
- 26 Cabine di campo con trasformatore;
- 6 Cabine locali tecnici per servizi ausiliari;
- 5 Cabina di raccolta;
- Feeder 1 a 36 kV = 530 m;
- Feeder 2 a 36 kV = 160 m;
- Feeder 3 a 36 kV = 510 m;
- Ring 1 a 36 kV = 1.680 m;
- Ring 2 a 36 kV = 910 m;
- Ring 3 a 36 kV = 1.180 m;
- Ring 4 a 36 kV = 1.950 m;
- Cavidotto di collegamento EXT 1 a 36 kV = 2.400 m;
- Cavidotto di collegamento EXT 2 a 36 kV = 815 m;
- Cavidotto di collegamento EXT 3 a 36 kV = 350 m;
- Cavidotto di collegamento EXT 4 a 36 kV = 790 m;
- Cavidotto di Connessione EXT a 36 kV = 5.705 m;

6.1.1 Moduli fotovoltaici

Il modulo LONGi Hi-MO7 LR7-72HGD-605 o simile è composto da celle solari rettangolari realizzate con silicio monocristallino ed è di tipo bifacciale.

Il modulo è costituito da 144 celle solari, questa nuova tecnologia migliora l'efficienza dei moduli, offre un migliore aspetto estetico rendendo il modulo perfetto per qualsiasi tipo di installazione.

La protezione frontale è costituita da un vetro a tecnologia avanzata costituito da una trama superficiale che consente di ottenere performance eccellenti anche in caso di condizioni di poca luminosità. Le caratteristiche meccaniche del vetro sono: doppio vetro 2.0+2.0 mm semi-temperato.

La cornice di supporto è realizzata con un profilo in alluminio anodizzato.

Le scatole di connessione, sulla parte posteriore del 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.

Potenza di picco nominale Pm:	605.0 W
Tensione alla potenza massima Vm:	43,50 V
Corrente alla potenza massima Im:	13,91 A
Tensione a circuito aperto Voc:	51,31 V
Corrente di corto circuito Isc:	14,70 A
Efficienza massima:	22,4 %
Dimensioni:	2382x1134 mm
Spessore:	30 mm
Peso:	32,5 kg
Tipo di celle:	Silicio monocristallino
Numero di celle:	144
Classe di isolamento:	II
Tensione massima di sistema:	1500 V
Coefficienti di Temperatura:	α_{Pm} : - 0,280% / °C α_{Isc} : + 0,045% / °C α_{Voc} : - 0,230% / °C

Tutte le caratteristiche sono rilevate a Standard Test Conditions (STC): radiazione solare 1000 W/m², spettro solare AM 1.5, temperatura 25°C (EN 60904-3)

6.1.2 Sistema di tracking

Come descritto precedentemente, il generatore fotovoltaico non è di tipo ad orientamento fisso, ma prevede un sistema inseguitore.

Esso consiste in un azionatore di tipo a pistone idraulico, resistente a polvere e umidità, che permette di inclinare la serie formata da 26 moduli fotovoltaici di +/-55° sull'asse orizzontale.

Il circuito di azionamento prevede un attuatore lineare di tipo IP65, resistente quindi a polvere e pioggia, alimentato a 230V@50Hz con un consumo annuo di circa 27 kWh/anno per singolo tracker.

La regolazione dell'inclinazione è di tipo automatico real-time attraverso un controller connesso via ModBus con una connessione di tipo RS485, oppure di tipo wireless.

Il controller, inoltre, comprende un anemometro e un GPS: attraverso le rilevazioni di questi dispositivi, esso, applicando un algoritmo di tracking dell'irraggiamento solare, permette di sistemare istantaneamente l'orientamento del generatore fotovoltaico.

Il controller, inoltre, permette di interagire attraverso un sistema web-browsing attraverso cui l'amministratore del sistema, o qualsiasi operatore, può regolare l'inclinazione a proprio piacimento a fini manutentivi, ispettivi etc.

6.1.3 Inverter

Ciascuna stringa è collegata ad un ingresso dell'apparato di conversione dell'energia elettrica, da corrente continua a corrente alternata, costituito da inverter di tipo SUNGROW SG125HX, con le caratteristiche di seguito riportate. La sezione di ingresso dell'inverter è in grado di inseguire il punto di massima potenza del generatore fotovoltaico (funzione MPPT).

SG125HX

Lato corrente continua

Range operativo di tensione:	0 ÷ 1500 Vcc
Range di tensione in MPPT:	860 ÷ 1300 Vcc

Lato corrente alternata

Potenza nominale:	125 W
Tensione nominale:	800 V
Frequenza nominale:	50 Hz
Fattore di potenza:	1

Sistema

Rendimento massimo:	99.00%
Temperatura ambiente di funzionamento:	- 30 ÷ 60°C
Sistema di raffreddamento:	Smart air cooling
Grado di protezione:	IP66
Umidità ambiente di funzionamento:	0% ÷ 100%
Metodo di raffreddamento:	Controllo della temperatura tramite raffreddamento forzato ad aria
Conformità:	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, EN 50549-2, P.O.12.2, G99, VDE 0126-1-1/A1:VFR2019
Comunicazioni:	RS485, PLC
Dimensioni:	0,916 x 0,690 x 0,340 m (LxPxH)

SG125HX

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System

NEW



HIGH YIELD

- 6 MPPTs with max. efficiency 99%
- Compatible with bifacial module
- Built-in anti-PID and PID recovery function

SMART O&M

- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Smart IV curve diagnosis *
- Fuse free design with smart string current monitoring

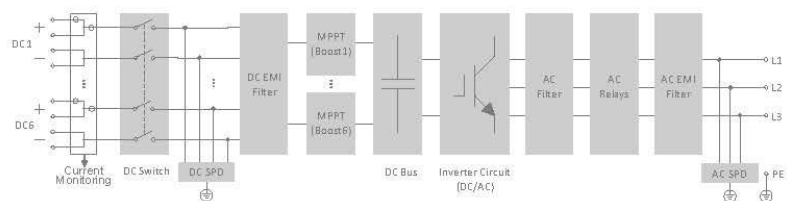
SAVED INVESTMENT

- Compatible with Al and Cu AC cables
- DC 2 in 1 connection enabled
- Power line communication (PLC)
- Q at night function

PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 protection
- DC type II SPD and AC type I + II SPD
- Compliant with global safety and grid code

CIRCUIT DIAGRAM



Type designation	SG125HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Start-up input voltage	500 V / 550 V
Nominal PV input voltage	1160 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	6
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current per MPPT	30 A
Max. DC short-circuit current per MPPT	50 A
Output (AC)	
AC output power	125kVA @ 40 °C / 113.6kVA @ 50 °C
Max. AC output current	90.2 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	680 – 880 V
Nominal grid f frequency / Grid f frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
Harmonic (THD)	< 3 % (at nominal power)
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	99.0 % / 98.7 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
DC switch	Yes
AC switch	No
PV String current monitoring	Yes
Q at night	Yes
PID protection	Anti-PID and PID recovery
Surge protection	DC Type II / AC Type I + II
Arc fault circuit interrupter (AFCI)	Optional
General Data	
Dimensions (W*H*D)	916*690*340 mm
Weight	75 kg
Isolation method	Transformerless
Degree of protection	IP66
Power consumption at night	< 7 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	5000 m (> 4000 m derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	H4 PLUS (Max. 6 mm ² , optional 10 mm ²)
AC connection type	Support OT/DT terminal (Max. 120 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, EN 50549-2, P.O.12.2, G99, VDE 0126-1-1/A1:VFR2019
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

*: Only compatible with Sungrow Logger, EyeM4 and iSolarCloud

6.1.4 Quadro AC

Il quadro AC è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata, preposto a raccogliere il collegamento in parallelo degli inverter di stringa di un singolo sottocampo.

Il quadro è integrato nella stazione di trasformazione. Essa prevede infatti una sezione di BT costituita da due quadri da 18 ingressi ciascuno per il collegamento degli inverter di stringa al rispettivo trasformatore di sottocampo. Perciò ogni quadro avrà a disposizione:

- 18 interruttori per il collegamento agli inverter,
- 1 interruttore generale,
- barra di terra compresa di scaricatore;

6.1.5 Trasformatore AT/bt

La trasformazione AT/bt avviene attraverso dei trasformatori, in resina, della potenza di 1600 kVA e 2000 kVA collocati all'interno di cabine prefabbricate e posizionate all'interno di ciascun sottocampo.

Le caratteristiche costruttive dei trasformatori sono le seguenti:

Item	Parameter
Applicable Standard	IEC 60076, EN 50588-1
Type/Design code	Dry type - Cast Resin
Cooling Type	AN/AF
Rated Power	1600-2500-3,150 kVA@40° C
Output Voltage	36 kV
MV Insulation Level	LI 200 / AC 85 kV
Tappings	± 2 x 2.5%
Low Voltage	0.8 kV
Low voltage insulation level	LI-/AC10 kV
Rated frequency / No. of phases	50 Hz / 3
Impedance	7% (0 ~+ 10%)@3,150 kVA
Vectoring Group	Dy11

6.1.6 Cabina AT di campo

A valle di ciascun trasformatore sono previsti:

- un interruttore AT a 36kV – 16kA;
- due sezionatori AT a 36 kV per la gestione della apertura dell'anello con le relative protezioni.

Il Quadro AT sarà composto in lamiera zincata ed elettrozincata/verniciata con grado di protezione IP2XC, con unità modulari e compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6 o a vuoto.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di isolamento 45 kV;
- Tenuta al c.to c.to: 16 kA per 1 sec;
- Corrente nominale 400 A

6.2 Cabine di Raccolta AT

Data l'estensione dell'impianto e la particolare suddivisione in molteplici lotti si è convenuto per la collocazione di più cabine di raccolta, nello specifico 4 (PDL1-PDL2-PDL5-PDL3), più una cabina di raccolta generale (PDL4) da cui parte il cavidotto di connessione a 36 kV verso la stazione elettrica Terna di futura realizzazione.

6.2.1 Cabina di Raccolta AT (PDL1)

Nella cabina di raccolta (PDL1) verranno fatte convogliare tre linee feeder e uscirà il cavo di collegamento a 36 kV denominato EXT1 verso la cabina di raccolta (PDL2). Il feeder 1 raggruppa le cabine di campo TR1-TR2, il feeder 2 collega la cabina TR3, mentre il feeder 3 raggruppa le cabine TR4 e TR5. All'interno della cabina (PDL1) è installato un Quadro AT ed un Quadro BT per la gestione dei servizi ausiliari.

6.2.1.1 Quadro AT

Il Quadro è costituito da:

- n° 1 Scomparto AT prefabbricato con arrivo linea dal basso completo di sezionatori tripolari da 630 A - 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparto AT prefabbricato per collegamento risalita sbarre destra/sinistra 630 A – 45 kV 16KA;

- n° 3 Scomparti A.T. prefabbricati per il collegamento delle cabine di campo completi di sezionatori tripolari da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 2 Scomparti M.T. prefabbricato per contenimento TV per misure;
- n° 1 Scomparti B.T. prefabbricato dedicato ai servizi ausiliari;

Il Quadro AT è in lamiera zincata ed elettrozincata/verniciata con grado di protezione IP2XC, composto da unità modulari e compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di isolamento 45 kV;
- Tenuta al corto circuito: 16 kA per 1 sec;
- Corrente nominale 630 A.

6.2.1.2 Trasformatore Servizi Ausiliari AT/bt

È previsto un trasformatore AT/bt, in esecuzione a giorno montato in box, completo di nucleo a colonna con giunti intercalati, lamierini a cristalli in carlyte, avvolgimenti in rame elettrolitico isolati con doppio smalto o carta di pura cellulosa, commutatore di tensione a 4 posizioni, dispositivi di protezione (termometro a due contatti e centralina di temperatura collegata con le termosonde inserite nei rispettivi avvolgimenti) ed isolatori a spina.

Caratteristiche tecniche:

- potenza nominale: 100 kVA;
- tensione primaria: $36 \pm 2 \times 2.5\%$ kV;
- tensione secondaria: 400 V
- gruppo vettoriale: Dyn11;
- tensione di corto circuito: 4%;
- accessori di montaggio.

6.2.1.3 Quadro Servizi Ausiliari in bassa tensione (QSA)

Per la protezione dei circuiti ausiliari è presente un Quadro Servizi Ausiliari. Il QSA è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata in BT, preposto ad alimentare i servizi ausiliari della cabina di Consegna ed eventualmente alimentare, in emergenza, i servizi di una cabina di trasformazione. Il Quadro di parallelo in corrente alternata in bassa tensione (tipo Power Center) è realizzato in carpenteria metallica da pavimento dotato di un sistema di pannelli frontali forati e fissati mediante

viti, adatti a fornire un fronte quadro funzionale per ogni tipo di apparecchio. In esecuzione, esso ha le seguenti caratteristiche elettriche principali:

Armadio componibile a pavimento in lamiera di acciaio verniciata completo di struttura in metallo, pannelli laterali, pannelli frontali, piastre di fondo, anelli di sollevamento, porta con vetro trasparente, serratura di chiusura, sistema sbarre da 250A, barratura di terra, canalette ed accessori di montaggio. Dimensioni indicative (LxPxH) 1000x600x2250mm - IP30/IP20 interno. Corrente di c.to-c.to = 10 kA 1 sec.

6.2.1.4 Quadri Misure Fiscali (QMF e QMG)

I QMF e QMG sono costituiti da contatori bidirezionali di energia attiva/reattiva, comprensivi di dispositivo per la trasmissione remota dei dati acquisiti.

6.2.1.5 Power Plant Controller (PPC)

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti di produzione così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e dal suo gestore.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che, sarà, di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

6.2.2 Cabina di Raccolta (PDL2)

Nella cabina di raccolta (PDL2) verranno fatte convogliare una linea ring, il cavo di collegamento proveniente dalla PDL1 e uscirà il cavo di collegamento a 36 kV denominato EXT2 verso la cabina di raccolta (PDL5). Il ring 1 raggruppa le cabine di campo TR6-TR7-TR8-TR9-TR10-TR26). All'interno della cabina (PDL2) è installato un Quadro AT ed un Quadro BT per la gestione dei servizi ausiliari.

6.2.2.1 Quadro AT

Il Quadro è costituito da:

- n° 1 Scomparto AT prefabbricato con arrivo linea dal basso completo di sezionatori tripolari da 630 A - 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;

- n° 1 Scomparto AT prefabbricato per collegamento risalita sbarre destra/sinistra 630 A – 45 kV 16KA;
- n° 2 Scomparti A.T. prefabbricati per il collegamento delle cabine di campo completi di sezionatori tripolari da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparti A.T. prefabbricato per il collegamento della cabina di raccolta PDL1 completo di sezionatore tripolare da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 2 Scomparti M.T. prefabbricato per contenimento TV per misure;
- n° 1 Scomparti B.T. prefabbricato dedicato ai servizi ausiliari;

Il Quadro AT è in lamiera zincata ed elettrozincata/verniciata con grado di protezione IP2XC, composto da unità modulari e compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di isolamento 45 kV;
- Tenuta al corto circuito: 16 kA per 1 sec;
- Corrente nominale 630 A.

6.2.2.2 Trasformatore Servizi Ausiliari AT/bt

È previsto un trasformatore AT/bt, in esecuzione a giorno montato in box, completo di nucleo a colonna con giunti intercalati, lamierini a cristalli in carlyte, avvolgimenti in rame elettrolitico isolati con doppio smalto o carta di pura cellulosa, commutatore di tensione a 4 posizioni, dispositivi di protezione (termometro a due contatti e centralina di temperatura collegata con le termosonde inserite nei rispettivi avvolgimenti) ed isolatori a spina.

Caratteristiche tecniche:

- potenza nominale: 100 kVA;
- tensione primaria: $36 \pm 2 \times 2.5\%$ kV;
- tensione secondaria: 400 V
- gruppo vettoriale: Dyn11;
- tensione di corto circuito: 4%;
- accessori di montaggio.

6.2.2.3 Quadro Servizi Ausiliari in bassa tensione (QSA)

Per la protezione dei circuiti ausiliari è presente un Quadro Servizi Ausiliari. Il QSA è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata in BT, preposto ad alimentare i servizi ausiliari della cabina di Consegna ed eventualmente alimentare, in emergenza, i servizi di una cabina di trasformazione.

Il Quadro di parallelo in corrente alternata in bassa tensione (tipo Power Center) è realizzato in carpenteria metallica da pavimento dotato di un sistema di pannelli frontali forati e fissati mediante viti, adatti a fornire un fronte quadro funzionale per ogni tipo di apparecchio. In esecuzione, esso ha le seguenti caratteristiche elettriche principali:

Armadio componibile a pavimento in lamiera di acciaio verniciata completo di struttura in metallo, pannelli laterali, pannelli frontali, piastre di fondo, anelli di sollevamento, porta con vetro trasparente, serratura di chiusura, sistema sbarre da 250A, barratura di terra, canalette ed accessori di montaggio. Dimensioni indicative (LxPxH) 1000x600x2250mm - IP30/IP20 interno. Corrente di c.to-c.to = 10 kA 1 sec.

6.2.2.4 Quadri Misure Fiscali (QMF e QMG)

I QMF e QMG sono costituiti da contatori bidirezionali di energia attiva/reattiva, comprensivi di dispositivo per la trasmissione remota dei dati acquisiti.

6.2.2.5 Power Plant Controller (PPC)

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti di produzione così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e dal suo gestore.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che, sarà, di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

6.2.3 Cabina di Raccolta (PDL5)

Nella cabina di raccolta (PDL5) verranno fatte convogliare una linea ring, il cavo di collegamento proveniente dalla PDL2 e uscirà il cavo di collegamento a 36 kV denominato EXT3 verso la cabina di raccolta (PDL3). Il ring 2 raggruppa le cabine di campo TR14-TR15-TR20-TR21. All'interno della cabina (PDL5) è installato un Quadro AT ed un Quadro BT per la gestione dei servizi ausiliari.

6.2.3.1 Quadro AT

Il Quadro è costituito da:

- n° 1 Scomparto AT prefabbricato con arrivo linea dal basso completo di sezionatori tripolari da 630 A - 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparto AT prefabbricato per collegamento risalita sbarre destra/sinistra 630 A – 45 kV 16KA;
- n° 2 Scomparti A.T. prefabbricati per il collegamento delle cabine di campo completi di sezionatori tripolari da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparti A.T. prefabbricato per il collegamento della cabina di raccolta PDL2 completo di sezionatore tripolare da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 2 Scomparti M.T. prefabbricato per contenimento TV per misure;
- n° 1 Scomparti B.T. prefabbricato dedicato ai servizi ausiliari;

Il Quadro AT è in lamiera zincata ed elettrozincata/verniciata con grado di protezione IP2XC, composto da unità modulari e compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di isolamento 45 kV;
- Tenuta al corto circuito: 16 kA per 1 sec;
- Corrente nominale 630 A.

6.2.3.2 Trasformatore Servizi Ausiliari AT/bt

È previsto un trasformatore AT/bt, in esecuzione a giorno montato in box, completo di nucleo a colonna con giunti intercalati, lamierini a cristalli in carlyte, avvolgimenti in rame elettrolitico isolati con doppio smalto o carta di pura cellulosa, commutatore di tensione a 4 posizioni, dispositivi di protezione (termometro a due contatti e centralina di temperatura collegata con le termosonde inserite nei rispettivi avvolgimenti) ed isolatori a spina.

Caratteristiche tecniche:

- potenza nominale: 100 kVA;
- tensione primaria: $36 \pm 2 \times 2.5\%$ kV;
- tensione secondaria: 400 V

- gruppo vettoriale: Dyn11;
- tensione di corto circuito: 4%;
- accessori di montaggio.

6.2.3.3 Quadro Servizi Ausiliari in bassa tensione (QSA)

Per la protezione dei circuiti ausiliari è presente un Quadro Servizi Ausiliari. Il QSA è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata in BT, preposto ad alimentare i servizi ausiliari della cabina di Consegna ed eventualmente alimentare, in emergenza, i servizi di una cabina di trasformazione.

Il Quadro di parallelo in corrente alternata in bassa tensione (tipo Power Center) è realizzato in carpenteria metallica da pavimento dotato di un sistema di pannelli frontali forati e fissati mediante viti, adatti a fornire un fronte quadro funzionale per ogni tipo di apparecchio. In esecuzione, esso ha le seguenti caratteristiche elettriche principali:

Armadio componibile a pavimento in lamiera di acciaio verniciata completo di struttura in metallo, pannelli laterali, pannelli frontali, piastre di fondo, anelli di sollevamento, porta con vetro trasparente, serratura di chiusura, sistema sbarre da 250A, barratura di terra, canalette ed accessori di montaggio. Dimensioni indicative (LxPxH) 1000x600x2250mm - IP30/IP20 interno. Corrente di c.to-c.to = 10 kA 1 sec.

6.2.3.4 Quadri Misure Fiscali (QMF e QMG)

I QMF e QMG sono costituiti da contatori bidirezionali di energia attiva/reattiva, comprensivi di dispositivo per la trasmissione remota dei dati acquisiti.

6.2.3.5 Power Plant Controller (PPC)

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti di produzione così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e dal suo gestore.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che, sarà, di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

6.2.4 Cabina di Raccolta (PDL3)

Nella cabina di raccolta (PDL3) verranno fatte convogliare una linea ring, il cavo di collegamento proveniente dalla PDL5 e uscirà il cavo di collegamento a 36 kV denominato EXT4 verso la cabina

di raccolta (PDL4). Il ring 3 raggruppa le cabine di campo TR11-TR12-TR16-TR17. All'interno della cabina (PDL3) è installato un Quadro AT ed un Quadro BT per la gestione dei servizi ausiliari.

6.2.4.1 Quadro AT

Il Quadro è costituito da:

- n° 1 Scomparto AT prefabbricato con arrivo linea dal basso completo di sezionatori tripolari da 630 A - 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparto AT prefabbricato per collegamento risalita sbarre destra/sinistra 630 A – 45 kV 16KA;
- n° 2 Scomparti A.T. prefabbricati per il collegamento delle cabine di campo completi di sezionatori tripolari da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparti A.T. prefabbricato per il collegamento della cabina di raccolta PDL5 completo di sezionatore tripolare da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 2 Scomparti M.T. prefabbricato per contenimento TV per misure;
- n° 1 Scomparti B.T. prefabbricato dedicato ai servizi ausiliari;

Il Quadro AT è in lamiera zincata ed elettrozincata/verniciata con grado di protezione IP2XC, composto da unità modulari e compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di isolamento 45 kV;
- Tenuta al corto circuito: 16 kA per 1 sec;
- Corrente nominale 630 A.

6.2.4.2 Trasformatore Servizi Ausiliari AT/bt

È previsto un trasformatore AT/bt, in esecuzione a giorno montato in box, completo di nucleo a colonna con giunti intercalati, lamierini a cristalli in carlyte, avvolgimenti in rame elettrolitico isolati con doppio smalto o carta di pura cellulosa, commutatore di tensione a 4 posizioni, dispositivi di protezione (termometro a due contatti e centralina di temperatura collegata con le termosonde inserite nei rispettivi avvolgimenti) ed isolatori a spina.

Caratteristiche tecniche:

- potenza nominale: 100 kVA;
- tensione primaria: $36 \pm 2 \times 2.5\%$ kV;
- tensione secondaria: 400 V
- gruppo vettoriale: Dyn11;
- tensione di corto circuito: 4%;
- accessori di montaggio.

6.2.4.3 Quadro Servizi Ausiliari in bassa tensione (QSA)

Per la protezione dei circuiti ausiliari è presente un Quadro Servizi Ausiliari. Il QSA è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata in BT, preposto ad alimentare i servizi ausiliari della cabina di Consegna ed eventualmente alimentare, in emergenza, i servizi di una cabina di trasformazione.

Il Quadro di parallelo in corrente alternata in bassa tensione (tipo Power Center) è realizzato in carpenteria metallica da pavimento dotato di un sistema di pannelli frontali forati e fissati mediante viti, adatti a fornire un fronte quadro funzionale per ogni tipo di apparecchio. In esecuzione, esso ha le seguenti caratteristiche elettriche principali:

Armadio componibile a pavimento in lamiera di acciaio verniciata completo di struttura in metallo, pannelli laterali, pannelli frontali, piastre di fondo, anelli di sollevamento, porta con vetro trasparente, serratura di chiusura, sistema sbarre da 250A, barratura di terra, canalette ed accessori di montaggio. Dimensioni indicative (LxPxH) 1000x600x2250mm - IP30/IP20 interno. Corrente di c.to-c.to = 10 kA 1 sec.

6.2.4.4 Quadri Misure Fiscali (QMF e QMG)

I QMF e QMG sono costituiti da contatori bidirezionali di energia attiva/reattiva, comprensivi di dispositivo per la trasmissione remota dei dati acquisiti.

6.2.4.5 Power Plant Controller (PPC)

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti di produzione così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e dal suo gestore.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che, sarà, di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

6.2.5 Cabina di Raccolta Generale (PDL4)

Nella cabina di raccolta generale (PDL4) verranno fatte convogliare una linea ring, il cavo di collegamento proveniente dalla PDL3 e uscirà il cavo di connessione a 36 kV denominato EXT verso la Stazione elettrica Terna di futura realizzazione. Il ring 4 raggruppa le cabine di campo TR13-TR18-TR19-TR22-TR23-TR24-TR25. All'interno della cabina (PDL4) è installato un Quadro AT ed un Quadro BT per la gestione dei servizi ausiliari.

6.2.5.1 Quadro AT

Il Quadro è costituito da:

- n° 1 Scomparto AT prefabbricato con arrivo linea dal basso completo di sezionatori tripolari da 630 A - 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparto AT prefabbricato per collegamento risalita sbarre destra/sinistra 630 A – 45 kV 16KA;
- n° 2 Scomparti A.T. prefabbricati per il collegamento delle cabine di campo completi di sezionatori tripolari da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparti A.T. prefabbricato per il collegamento della cabina di raccolta PDL3 completo di sezionatore tripolare da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 2 Scomparti M.T. prefabbricato per contenimento TV per misure;
- n° 1 Scomparti B.T. prefabbricato dedicato ai servizi ausiliari;

Il Quadro AT è in lamiera zincata ed elettrozincata/verniciata con grado di protezione IP2XC, composto da unità modulari e compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di isolamento 45 kV;
- Tenuta al corto circuito: 16 kA per 1 sec;
- Corrente nominale 630 A.

6.2.5.2 Trasformatore Servizi Ausiliari AT/bt

È previsto un trasformatore AT/bt, in esecuzione a giorno montato in box, completo di nucleo a colonna con giunti intercalati, lamierini a cristalli in carlyte, avvolgimenti in rame elettrolitico isolati con doppio smalto o carta di pura cellulosa, commutatore di tensione a 4 posizioni, dispositivi di protezione (termometro a due contatti e centralina di temperatura collegata con le termosonde inserite nei rispettivi avvolgimenti) ed isolatori a spina.

Caratteristiche tecniche:

- potenza nominale: 100 kVA;
- tensione primaria: $36 \pm 2 \times 2.5\%$ kV;
- tensione secondaria: 400 V
- gruppo vettoriale: Dyn11;
- tensione di corto circuito: 4%;
- accessori di montaggio.

6.2.5.3 Quadro Servizi Ausiliari in bassa tensione (QSA)

Per la protezione dei circuiti ausiliari è presente un Quadro Servizi Ausiliari. Il QSA è costituito da un quadro elettrico in corrente alternata in BT, preposto ad alimentare i servizi ausiliari della cabina di Consegna ed eventualmente alimentare, in emergenza, i servizi di una cabina di trasformazione.

Il Quadro di parallelo in corrente alternata in bassa tensione (tipo Power Center) è realizzato in carpenteria metallica da pavimento dotato di un sistema di pannelli frontali forati e fissati mediante viti, adatti a fornire un fronte quadro funzionale per ogni tipo di apparecchio. In esecuzione, esso ha le seguenti caratteristiche elettriche principali:

Armadio componibile a pavimento in lamiera di acciaio verniciata completo di struttura in metallo, pannelli laterali, pannelli frontali, piastre di fondo, anelli di sollevamento, porta con vetro trasparente, serratura di chiusura, sistema sbarre da 250A, barratura di terra, canalette ed accessori di montaggio. Dimensioni indicative (LxPxH) 1000x600x2250mm - IP30/IP20 interno. Corrente di c.to-c.to = 10 kA 1 sec.

6.2.5.4 Quadri Misure Fiscali (QMF e QMG)

I QMF e QMG sono costituiti da contatori bidirezionali di energia attiva/reattiva, comprensivi di dispositivo per la trasmissione remota dei dati acquisiti.

6.2.5.5 Power Plant Controller (PPC)

Il Power Plant Controller è un dispositivo usato per gestire gli impianti di produzione così da soddisfare i requisiti imposti dalla rete e dal suo gestore.

Esso servirà, tra gli altri, a valutare via via ed eventualmente limitare le potenze attiva e reattiva prodotte dall'impianto garantendo una migliore stabilità della rete e della potenza in uscita che, sarà, di fatto sempre compatibile con la potenza richiesta di connessione sul punto di interconnessione alla rete nazionale.

6.3 Sistema di storage

I sistemi di storage elettrochimico, più comunemente noti come batterie, sono in grado, se opportunamente gestiti, di essere asserviti alla fornitura di molteplici applicazioni e servizi di rete.

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo. Un sistema di accumulo, o BESS, comprende come minimo:

- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);
- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- PCS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.).

Il collegamento del BESS alla rete avviene normalmente mediante un trasformatore innalzatore BT/MT, e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli apparati.

L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container.

La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 2 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza del sistema viene dimensionata generalmente rispetto alla potenza dell'impianto fotovoltaico:

- La potenza nominale del BESS risulta essere di 31,5 MW;
- La capacità delle batterie per garantire il funzionamento pari a 4 h risulta essere di 126 MWh;

6.3.1 Sistema a batterie

Il sistema di accumulo sarà basato sulla tecnologia agli ioni di litio, tra queste le principali tecnologie usate nell'ambito dell'energy storage sono:

- Litio Ossido di Manganese LMO
- Litio Nichel Manganese Cobalto NMC
- Litio Ferro Fosfato LFP
- Litio Nichel Cobalto Alluminio NCA
- Litio Titanato LTO

Di seguito sono illustrate le principali caratteristiche delle sopraindicate tecnologie:





Caratteristiche tecnologie litio

Negli ultimi anni le due tecnologie che si stanno maggiormente affermando nell'ambito energy storage sono: Litio-Manganese-Cobalto (NMC) e Litio Ferro Fosfato (LFP), pertanto questo progetto sarà basato su queste due tecnologie, nello specifico sulle batterie LiFePO₄ (Litio Ferro Fosfato). I sistemi energy storage con tecnologia al litio sono caratterizzati da stringhe batterie (denominati batteries racks) costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari.

Si riporta un esempio di cella, modulo batteria e rack batterie:



Esempio cella batteria



Esempio modulo batteria



Esempio rack batterie

Infine, a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è la Battery Protection Unit (BPU) responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli (temperature, correnti, tensioni, stato di carica etc). Si riporta un esempio di BPU:



Esempio BPU

6.3.1 Convertitore di potenza

Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo:



Schema semplificato di un convertitore monostadio

Tali convertitori possono essere installati direttamente all'interno di container oppure realizzati in appositi skid esterni, come i convertitori centralizzati utilizzati nei parchi fotovoltaici, si riportano due esempi:



Esempio convertitore da interno



Esempio convertitore da esterno

Il convertitore poi risulta essere connesso ad un trasformatore elevatore MT/BT al fine di trasportare l'energia in maniera più efficiente e solitamente vengono realizzati degli skid esterni comprensivi di PCS, trasformatore e celle di media tensione.

6.3.2 Container

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

I container rispetteranno i seguenti requisiti:

- Resistenza al fuoco REI 120;
- Contenimento di qualunque fuga di gas o perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente;
- segregazione delle vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante); adeguati spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno ai singoli compartimenti;
- isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico;
- pareti di separazione tra i diversi ambienti funzionali (stanze o locali);
- porte di accesso adeguate all'inserimento / estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione;
- I locali batterie saranno climatizzati con condizionatori elettrici "HVAC". Ogni container sarà equipaggiato con minimo due unità condizionatore al fine di garantire della ridondanza;
- Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale;
- Sicurezza degli accessi: i container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di dispositivi anti-intrusione a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

I container batterie saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa NTC 2018.

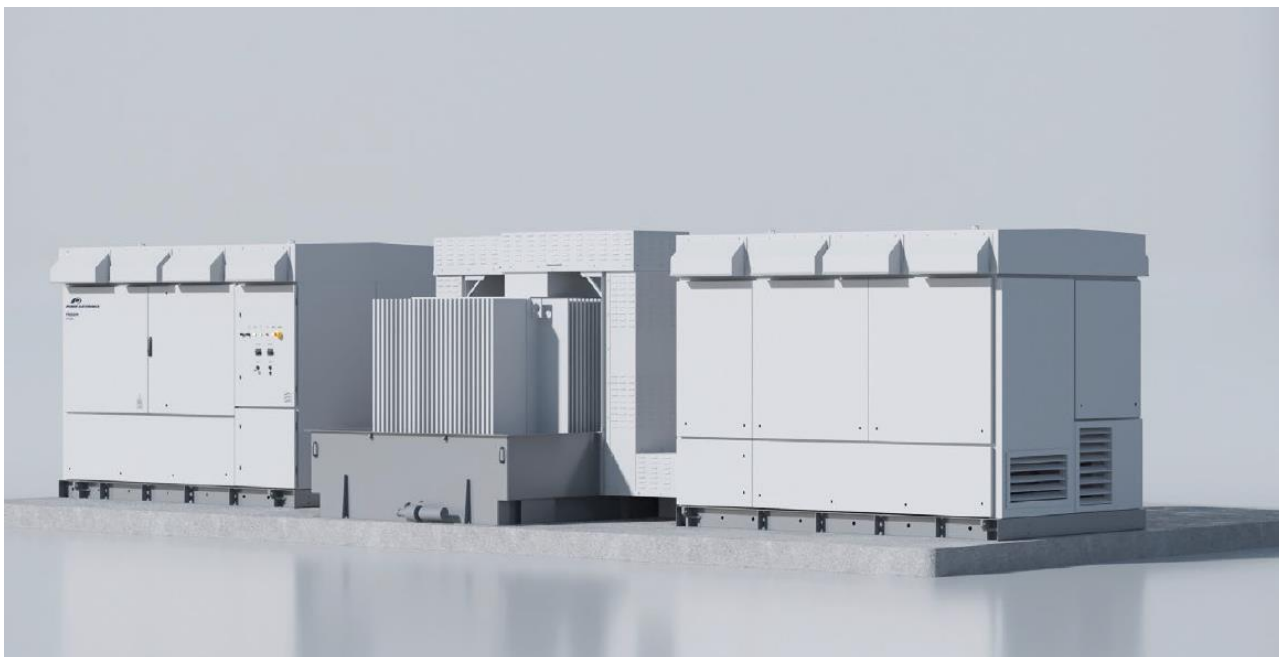
6.3.3 Sistema BESS di Progetto

La composizione del BESS di progetto è modulare e sarà composta da 7 Station, ognuna delle quali sarà costituita da:

- 2 Trasformatori;
- 2 Inverter;
- 1 Switchgear;
- 6 Container con le batterie;

All'interno dell'area del BESS saranno collocate anche: 1 Cabina di consegna, 2 Cabine di raccolta, 1 Control room e 1 Cabina O&M.

TWIN SKID COMPACT



Twin Skid Compact

Le caratteristiche tecniche del Twin Skid sono le seguenti:

Power range @40°C	3050kVA – 8780kVA
Power range @50°C	2830kVA – 8150kVA
MV voltage range	13.2kV/13.8kV/15kV/20kV/22kV/23kV/25kV/30kV/33kV/34.5kV
LV voltage range	480V / 500V / 530V / 600V / 615V / 630V / 645V / 660V / 690V
Transformer cooling	ONAN
Transformer vector group	Dy11y11
Transformer index of protection	IP54
Transformer losses	IEC standard or IEC Tier-2
Oil retention tank	Galvanized steel, integrated with hydrocarbon filter
Switchgear configuration	Double feeder
Switchgear protection	Circuit breaker
Switchgear short circuit rating	16 kA 1s
LV-MV connection	Close coupled solution
LV protection	Motorized circuit breaker included un the inverter
Ambient temperature range	-25°C...+50°C
Maximum altitude	Up to 1000m

CONTAINER BATTERIE



Container batterie

Il sistema di batterie, quadri elettrici e ausiliari, è interamente contenuto all'interno di container in acciaio, opportunamente allestiti per l'utilizzo. Le caratteristiche tecniche delle batterie sono le seguenti:

Rated energy	3.0 MWh
Discharge duration	4 – 8 hours
Voltage range	1060 V – 1500 V
Maximum DC power charge	0.75 MW
Rated current charge	550 A
Maximum current charge	690 A
Dimensions (L, W, H)	6.1m, 2.4m, 2.9m
Weight	< 30.5 T
Container protection class	IP54
Ambient temperature	-20°C to +45°C
Design lifetime	< 20 years
Altitude above sea level	< 2000 meters
Ambient relative humidity	Up to 100%
Painting	C5H
Safety	IEC62619, IEC62477-1, UL1973:2022, UL9540A



Schema tipo della Station

I quadri che raccolgono la potenza dalle varie sezioni dell'impianto BESS saranno collegati al quadro posizionato all'interno della Delivery Cabin insieme alle apparecchiature ausiliari, ai quadri di controllo, ai sezionatori e ai contatori dedicati.

6.3.3.1 Quadro AT Delivery Cabin

Il Quadro è costituito da:

- n° 1 Scomparto AT prefabbricato con arrivo linea dal basso completo di sezionatori tripolari da 630 A - 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 1 Scomparto AT prefabbricato per collegamento risalita sbarre destra/sinistra 630 A – 45 kV 16KA;
- n° 2 Scomparti A.T. prefabbricati per il collegamento dei Twin Skid di campo completi di sezionatori tripolari da 400 A – 45 kV 16 kA motorizzato con alimentazione a 220 V c.a, di interruttore automatico e segnalatore presenza tensione;
- n° 2 Scomparti M.T. prefabbricato per contenimento TV per misure;
- n° 1 Scomparti B.T. prefabbricato dedicato ai servizi ausiliari;

Il Quadro AT è in lamiera zincata ed elettrozincata/verniciata con grado di protezione IP2XC, composto da unità modulari e compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

Caratteristiche tecniche:

- Tensione di isolamento 45 kV;
- Tenuta al corto circuito: 16 kA per 1 sec;
- Corrente nominale 630 A.

6.3.3.2 Collegamenti elettrici Bess

Qui di seguito il dimensionamento dei cavi che si rendono necessari ovvero:

- Cavidotto di connessione alla SE
- Feeder 1 (che collega 3 station alla prima cabina di raccolta);
- Feeder 2 (che collega 4 station alla seconda cabina di raccolta);

Dimensionamento linea di connessione alla SE a 36 kV – EXT BESS

potenza BESS	31,5	MW
tensione	36	kV
corrente	505,78	A
lunghezza cavidotto	1455	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	2,5	3	0,4430	0,523%	0,522%
120	281	1,8	2	0,2530	0,448%	0,447%
185	351	1,4	2	0,1640	0,291%	0,290%
300	459	1,1	2	0,1000	0,177%	0,177%
630	689	0,7	1	0,0469	0,166%	0,166%

Dimensionamento linea di connessione Feeder 1 – BESS a 36 Kv

potenza feeder	13,5	MW
tensione	36	kV
corrente	216,76	A
lunghezza cavidotto	205	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	1,1	2	0,4430	0,047%	0,047%
120	281	0,8	1	0,2530	0,054%	0,054%
185	351	0,6	1	0,1640	0,035%	0,035%
300	459	0,5	1	0,1000	0,021%	0,021%
630	689	0,3	1	0,0469	0,010%	0,010%

Dimensionamento linea di connessione Feeder 2 – BESS a 36 Kv

potenza feeder	18	MW
tensione	36	kV
corrente	289,01	A
lunghezza cavidotto	140	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	1,4	2	0,4430	0,043%	0,043%
120	281	1,0	2	0,2530	0,025%	0,025%
185	351	0,8	1	0,1640	0,032%	0,032%
300	459	0,6	1	0,1000	0,019%	0,019%
630	689	0,4	1	0,0469	0,009%	0,009%

In conclusione, possiamo dire che la potenza dell'impianto BESS in termini di accumulo sarà pari a **31,5 MW** e avendo previsto delle batterie caratterizzate da un ciclo di carico/scarico di 4h, la capacità massima di accumulo sarà pari a **126 MWh**.

6.4 Collegamenti elettrici in bassa tensione

6.4.1 Dati nominali di impianto

Tensione nominale lato c.c.:	1000 V
Sistema di collegamento dei poli lato c.a.:	isolati
Tensione nominale lato c.a.:	800 V $\pm 5\%$
Frequenza nominale lato c.a.:	50 Hz $\pm 2\%$
Sistema di collegamento del neutro lato c.a.:	TNS

6.4.2 Caratteristiche del cavo di bassa tensione

Per i collegamenti in corrente continua:

Cavo per posa in aria o in tubo:	FG21M21 ovvero H1Z2Z2-K
Materiale del conduttore	Rame
Tipo di conduttore	Flessibile classe 5
Materiale dell'isolamento	Gomma reticolata senza alogeni
Temperatura massima	90°C in condizioni di esercizio normali 250°C in condizioni di corto circuito
Tensione nominale	1500 V c.c., 1000 V c.a.
Tensione massima	1800 V c.c., 1200 V c.a.

L'indicazione di due cavi equivalenti si rende necessaria in caso di indisponibilità da parte dei produttori, della prima soluzione.

Cavo per posa in aria o in tubo:	FG16OR16
Materiale del conduttore	Rame rosso
Tipo di conduttore	Flessibile classe 5
Materiale del riempitivo	Termoplastico, penetrante tra le anime (multipolari)
Materiale dell'isolamento	gomma qualità G16
Guaina	PVC qualità R16
Temperatura massima	90°C in condizioni di esercizio normali 250°C in condizioni di corto circuito
Tensione nominale	0.6/1 kV c.a
Tensione massima	1.2 kV
Massima forza di tiro durante la posa	50 N/mm ²

Il cavo è inoltre conforme alla recente normativa CPR per la reazione al fuoco, ai sensi del regolamento 305/2011/UE.

6.4.3 Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.

Occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$V_{\text{stringa}}(T_{\text{max}}) \geq V_{\text{MPPT_min_inverter}}$$

$$V_{\text{stringa}}(T_{\text{min}}) \leq V_{\text{MPPT_max_inverter}}$$

$$V_{\text{oc_stringa}}(T_{\text{min}}) < V_{\text{max_inverter}}$$

dove:

$V_{\text{stringa}}(T_{\text{max}})$ =Tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{MPPT_min_inverter}}$ =Tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{MPPT_max_inverter}}$ =Tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{oc_stringa}}$ =Tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{max_inverter}}$ =Tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

6.4.4 Portata dei cavi in regime permanente

La corrente massima (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore è calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8.

Le portate dei cavi in regime permanente relative alle condutture da installare sono verificate secondo le tabelle CEI-UNEL 35024, applicando ai valori individuati dei coefficienti di riduzione che dipendono dalle specifiche condizioni di posa e dalla temperatura ambiente. Nei casi di cavi con diverse modalità di posa è effettuata la verifica per la condizione di posa più gravosa.

Le sezioni dei cavi sono verificate anche dal punto di vista della caduta di tensione alla corrente di normale utilizzo, secondo quanto riportato nelle Norme CEI 64-8. Le verifiche in oggetto sono effettuate mediante l'uso delle tabelle CEI-UNEL 35023.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando la relazione:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \text{ e } I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

I_B = Corrente d'impiego del cavo

I_N = Portata del cavo in aria a 30°C, relativa al metodo d'installazione previsto nelle Tabelle I o II della Norma CEI-UNEL 35025

I_Z = Portata del cavo nella condizione d'installazione specificata (tipo di posa e temperatura ambiente)

I_f = Corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito, I_B risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaici in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre I_N e I_f possono entrambe essere poste uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa. In assenza di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, la seconda relazione non risulta applicabile alla parte in corrente continua.

6.4.5 Protezione contro il corto circuito

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il corto circuito è assicurata dalla presenza di un fusibile sulle stringhe, il quale limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale. Pertanto, avendo già tenuto conto di tali valori nel calcolo della portata dei cavi in regime permanente, anche la protezione contro il corto circuito risulta assicurata.

Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il corto circuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno di ciascun inverter.

6.4.6 Cadute di tensione

I cavi sono dimensionati facendo riferimento alle tabelle CEI UNEL 35364, 35747 e 35756 per i cavi in rame. Per i circuiti lato corrente continua le cadute di tensione sono state limitate entro l'1%. Allo stesso modo, anche per i circuiti lato corrente alternata le cadute di tensione sono state limitate entro l'1%. Tali valori includono anche le cadute di tensione nei quadri.

6.4.7 Posa dei cavi in tubi

La percentuale della sezione dei cavidotti occupata dai cavi è inferiore al 50%, come prescritto dalle norme CEI 64-8.

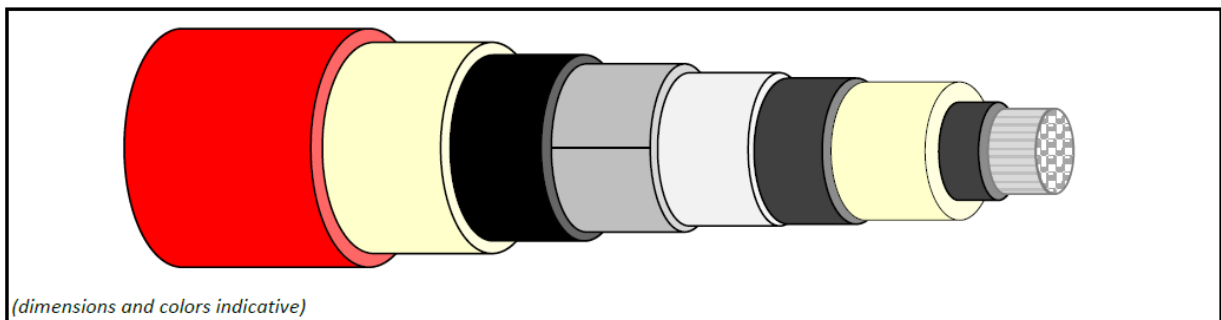
6.5 Collegamenti elettrici in alta tensione e relativi calcoli

6.5.1 Dati nominali di impianto

Tensione nominale: 36 kV $\pm 5\%$

Frequenza nominale: 50 Hz $\pm 2\%$

Sistema di collegamento del neutro: isolato.



6.5.2 Caratteristiche del cavo di alta tensione

Cavo armato per posa direttamente interrata: **ARE4H5(AR)E 26/45 kV**

1 - Conductor:	Stranded Aluminium Wires
2 - Conductor Screen:	Extruded semi-conducting compound
3 - Insulation:	XLPE Compound
4 - Insulation Screen:	Extruded semi-conducting compound
5 - Semi-conducting Swelling Tape	
6 - Metallic Screen:	Aluminium Tape
7 - Inner Covering:	PE, black colour
8 - Air Bag Layer:	Schock Absorber Compound
9 - Oversheath:	PE, red colour

Technical Characteristics

Design standard:	IEC60502-2 a.f.a.a.
Voltage rating:	26/45 kV
Maximum conductor temperature:	90°C
Maximum bending radius during laying:	14D
Operating temperature/during laying:	-40°C - 90°C

6.5.3 Dimensionamento dei cavi di alta tensione

Il dimensionamento dei cavi in media tensione, ovvero la determinazione della sezione ottimale, è eseguita tenendo in considerazione i seguenti parametri:

- modalità di installazione secondo le Norme IEC e CEI-UNEL
- temperatura di riferimento dell'aria 40°C
- temperatura di riferimento del terreno 20°C a 1 m di profondità
- resistività termica massima del terreno 1°K m/W

I suddetti dati sono in accordo a quanto indicato nell'appendice A della Norma CEI 20-21.

Inoltre, per il dimensionamento dei cavi è utilizzata la loro corrente di impiego.

Pertanto, il dimensionamento dei cavi è realizzato considerando il seguente schema operativo:

- dimensionamento termico in riferimento alla massima temperatura sopportabile dall'isolamento dei cavi, nelle normali condizioni di esercizio e di corto circuito, definendo la corrente di impiego (I_b), la portata e considerando le reali condizioni di posa rispetto alle condizioni ideali di riferimento;
- verifica della caduta di tensione ammissibile;
- verifica della massima corrente di corto circuito sopportabile dal cavo.

6.5.4 Valori massimi ammissibili della caduta di tensione

La massima caduta di tensione ammissibile riferita, alla tensione nominale di funzionamento dell'impianto per ogni tipo di alimentazione è il 2%.

6.5.5 Tipi di installazione

In accordo alle modalità di installazione espresse dalla Norma CEI 11-17 i tipi di installazione previsti e adottati per l'impianto in esame sono:

Cavi unipolari e multipolari interrati direttamente nel terreno: tipo di installazione "L-M1-M2" per la Norma CEI 11-17.

Per i cavi unipolari si adotta la disposizione a trifoglio, con terne separate di una distanza pari a due volte il diametro esterno del cavo. I cavi tripolari vengono posati a una distanza pari al diametro esterno del cavo.

6.5.6 Calcolo della portata effettiva

La portata di un cavo (I_z) è determinata in base ai seguenti fattori:

- temperatura dell'ambiente circostante,
- presenza o meno di conduttori attivi adiacenti,
- reale tipo di installazione.

Normalmente le portate non corrette dei cavi sono riferite dalle Norme alla sotto indicata condizione di installazione di riferimento:

- 30°C come temperatura ambiente di riferimento per i cavi posati in aria,
- 20°C come temperatura ambiente di riferimento per i cavi interrati,
- assenza di conduttori attivi adiacenti a quello in esame.

–

Pertanto, verranno impiegati opportuni coefficienti di correzione per determinare l'effettivo valore della portata di un cavo (I'_z) riferita alle reali condizioni di posa.

Questi coefficienti saranno:

K1 coefficiente di correzione della temperatura ambiente (la temperatura ambiente è da intendersi come la temperatura riferita all'ambiente di posa)

K2 coefficiente di correzione per profondità di posa

K3 coefficiente di correzione per resistività del terreno diversa da 1 m °K/W.

K4 coefficiente di correzione per presenza di conduttori adiacenti

L'effettiva portata di un cavo sarà:

$$I'_z = I_z * K1 * K2 * K3 * K4$$

6.5.7 Dimensionamento e verifiche

Dimensionamento termico

I calcoli di dimensionamento termico dei cavi sono eseguiti per assicurare che la temperatura finale del cavo non superi la temperatura massima ammissibile per i componenti al fine di evitare un loro rapido deterioramento.

Il dimensionamento termico considera i seguenti fattori:

- temperatura di riferimento dell'aria ambiente 30°C
- temperatura di riferimento del suolo 20°C
- resistività termica del terreno 1°C m/W
- temperatura massima in condizioni di esercizio normali 90°C
- temperatura massima in condizioni di corto circuito 250°C
- tipo di conduttore alluminio
- tipo di isolamento XLPE
- tensione di riferimento 26/45 kV
- portata teorica dei cavi
- coefficienti di declassamento della portata in funzione delle condizioni di posa.

Verifica della massima corrente di corto circuito sopportabile

La corrente ammissibile durante il corto circuito di un cavo è limitata dalla massima temperatura ammissibile per il conduttore e dalla durata del corto circuito.

Per i cavi isolati in polietilene reticolato di qualità XLPE la massima temperatura ammessa al termine del corto circuito è di 250°C.

La durata del corto circuito è in funzione del tempo di intervento delle protezioni che può essere stabilito in 500ms.

Il valore di corrente di corto circuito impiegato nei calcoli di verifica è assunto pari alla corrente di corto circuito ammissibile per il sistema di alta tensione (16 kA). Viene trascurato il contributo dei motori asincroni di alta e bassa tensione, in quanto essendo un fenomeno transitorio che si esaurisce in pochi periodi successivi all'insorgere del guasto, non ha influenza sul comportamento termico del cavo.

La corrente può essere determinata con la seguente formula:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

dove:

- I_{cc} corrente di corto circuito (A)
S sezione del conduttore di rame (mm²)
t durata del corto circuito (tempo di intervento delle protezioni)
K coefficiente che dipende dalle caratteristiche del materiale conduttore e dalla differenza di temperatura all'inizio e alla fine del corto circuito.

Con temperatura del conduttore all'inizio di 105°C e alla fine del corto circuito di 300°C per conduttore di rame K=143, per conduttore di alluminio K=87.

La suddetta formula consente di verificare che la sezione scelta è in grado di sopportare la massima corrente di guasto prevista per il sistema di media tensione in esame in funzione del tempo di intervento delle protezioni rispettando i limiti ammissibili di temperatura.

Verifica della massima caduta di tensione

Il dimensionamento delle condutture elettriche deve essere tale da mantenere, in condizioni normali di esercizio, la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore entro i limiti ammessi e definiti.

La caduta di tensione in linea è calcolata con la seguente formula:

$$\Delta V = K \times L \times I \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$$

nella quale:

- L = lunghezza della linea espressa in km
I = corrente di impiego o corrente di taratura espressa in A
R = resistenza (a 80°) della linea in Ω
X = reattanza della linea in Ω
cosφ = fattore di potenza
k = 1,73 per linee trifasi.

Se un cavo di determinata sezione, calcolata secondo i criteri di dimensionamento espressi al paragrafo 6.4.3, soddisfa le verifiche esposte al paragrafo 6.4.7, si ritiene idoneo all'impiego nelle condizioni di posa specificate e per l'alimentazione dell'utenza in esame.

Dimensionamento linea di connessione alla SE a 36 kV - EXT

potenza impianto	54,473	MW
tensione	36	kV
corrente	874,65	A
lunghezza cavidotto	5705	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	4,2	5	0,4430	2,130%	2,125%
120	281	3,1	4	0,2530	1,520%	1,517%
185	351	2,5	3	0,1640	1,314%	1,311%
300	459	1,9	2	0,1000	1,202%	1,199%
630	689	1,3	2	0,0469	0,564%	0,562%

Dimensionamento linea di collegamento tra le cabine di raccolta a 36 kV – EXT1

potenza impianto	9,8	MW
tensione	36	kV
corrente	157,35	A
lunghezza cavidotto	2400	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	0,8	1	0,4430	0,806%	0,804%
120	281	0,6	1	0,2530	0,460%	0,459%
185	351	0,4	1	0,1640	0,298%	0,298%
300	459	0,3	1	0,1000	0,182%	0,181%
630	689	0,2	1	0,0469	0,085%	0,085%

Dimensionamento linea di collegamento tra le cabine di raccolta a 36 kV – EXT2

potenza impianto	22,006	MW
tensione	36	kV
corrente	353,34	A
lunghezza cavidotto	815	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	1,7	2	0,4430	0,307%	0,307%
120	281	1,3	2	0,2530	0,175%	0,175%
185	351	1,0	2	0,1640	0,114%	0,113%
300	459	0,8	1	0,1000	0,139%	0,138%
630	689	0,5	1	0,0469	0,065%	0,065%

Dimensionamento linea di collegamento tra le cabine di raccolta a 36 kV – EXT3

potenza impianto	31,3	MW
tensione	36	kV
corrente	502,56	A
lunghezza cavidotto	350	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	2,4	3	0,4430	0,125%	0,125%
120	281	1,8	2	0,2530	0,107%	0,107%
185	351	1,4	2	0,1640	0,069%	0,069%
300	459	1,1	2	0,1000	0,042%	0,042%
630	689	0,7	1	0,0469	0,040%	0,040%

Dimensionamento linea di collegamento tra le cabine di raccolta a 36 kV – EXT4

potenza impianto	39,1	MW
tensione	36	kV
corrente	627,80	A
lunghezza cavidotto	790	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	3,0	4	0,4430	0,265%	0,264%
120	281	2,2	3	0,2530	0,201%	0,201%
185	351	1,8	2	0,1640	0,196%	0,195%
300	459	1,4	2	0,1000	0,119%	0,119%
630	689	0,9	1	0,0469	0,112%	0,112%

Dimensionamento linea di connessione Feeder 1 a 36 kV

potenza feeder	4,6	MW
tensione	36	kV
corrente	73,86	A
lunghezza cavidotto	530	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	0,4	1	0,4430	0,084%	0,083%
120	281	0,3	1	0,2530	0,048%	0,048%
185	351	0,2	1	0,1640	0,031%	0,031%
300	459	0,2	1	0,1000	0,019%	0,019%
630	689	0,1	1	0,0469	0,009%	0,009%

Dimensionamento linea di connessione Feeder 2 a 36 kV

potenza feeder	2,6	MW
tensione	36	kV
corrente	41,75	A
lunghezza cavidotto	160	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	0,2	1	0,4430	0,014%	0,014%
120	281	0,1	1	0,2530	0,008%	0,008%
185	351	0,1	1	0,1640	0,005%	0,005%
300	459	0,1	1	0,1000	0,003%	0,003%
630	689	0,1	1	0,0469	0,002%	0,002%

Dimensionamento linea di connessione Feeder 3 a 36 kV

potenza feeder	2,8	MW
tensione	36	kV
corrente	44,95	A
lunghezza cavidotto	510	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	0,2	1	0,4430	0,049%	0,049%
120	281	0,2	1	0,2530	0,028%	0,028%
185	351	0,1	1	0,1640	0,018%	0,018%
300	459	0,1	1	0,1000	0,011%	0,011%
630	689	0,1	1	0,0469	0,005%	0,005%

Dimensionamento linea di connessione Ring 1 a 36 kV

potenza anello	12,3	MW
tensione	36	kV
corrente	197,49	A
lunghezza cavidotto	1680	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	1,0	1	0,4430	0,708%	0,706%
120	281	0,7	1	0,2530	0,404%	0,403%
185	351	0,6	1	0,1640	0,262%	0,261%
300	459	0,4	1	0,1000	0,160%	0,159%
630	689	0,3	1	0,0469	0,075%	0,075%

Dimensionamento linea di connessione Ring 2 a 36 kV

potenza anello	9,3	MW
tensione	36	kV
corrente	149,32	A
lunghezza cavidotto	910	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	0,7	1	0,4430	0,290%	0,289%
120	281	0,5	1	0,2530	0,166%	0,165%
185	351	0,4	1	0,1640	0,107%	0,107%
300	459	0,3	1	0,1000	0,065%	0,065%
630	689	0,2	1	0,0469	0,031%	0,031%

Dimensionamento linea di connessione Ring 3 a 36 kV

potenza anello	7,9	MW
tensione	36	kV
corrente	126,84	A
lunghezza cavidotto	1180	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	0,6	1	0,4430	0,319%	0,319%
120	281	0,5	1	0,2530	0,182%	0,182%
185	351	0,4	1	0,1640	0,118%	0,118%
300	459	0,3	1	0,1000	0,072%	0,072%
630	689	0,2	1	0,0469	0,034%	0,034%

Dimensionamento linea di connessione Ring 4 a 36 kV

potenza anello	15,	MW
tensione	36	kV
corrente	247,27	A
lunghezza cavidotto	1950	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	1,2	2	0,4430	0,514%	0,513%
120	281	0,9	1	0,2530	0,588%	0,586%
185	351	0,7	1	0,1640	0,381%	0,380%
300	459	0,5	1	0,1000	0,232%	0,232%
630	689	0,4	1	0,0469	0,109%	0,109%

Dimensionamento linea di connessione SE a 36 kV – EXT BESS

potenza BESS	31,5	MW
tensione	36	kV
corrente	505,78	A
lunghezza cavidotto	1500	m

cavo ARE4H5(AR)E 26/45 kV						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
70	206	2,5	3	0,4430	0,540%	0,538%
120	281	1,8	2	0,2530	0,462%	0,461%
185	351	1,4	2	0,1640	0,300%	0,299%
300	459	1,1	2	0,1000	0,183%	0,182%
630	689	0,7	1	0,0469	0,171%	0,171%

6.6 Rete di terra

Il sistema di terra comprende le maglie interrata intorno alle cabine, i collegamenti tra le cabine e i collegamenti equipotenziali per la protezione dai contatti indiretti. 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.

6.6.1 Descrizione della rete di terra

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 interrate 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.

6.6.2 Collegamenti di terra

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI FOTOVOLTAICI

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

CONVERTITORI

Le parti metalliche non in tensione di ciascun convertitore devono essere collegate con il centro-stella del trasformatore AT/bt mediante un cavo giallo/verde da 35 mm².

INVERTER DI STRINGA

Le parti metalliche non in tensione dell'inverter devono essere collegate con il centro-stella del trasformatore AT/bt mediante un cavo giallo/verde da 35 mm².

7. Sistema anti-intrusione e di videosorveglianza

L'impianto agro-fotovoltaico sarà dotato di impianto di videosorveglianza gestito ed utilizzato dall'impresa appaltatrice. La videosorveglianza deve svolgersi nel rispetto dei diritti, delle libertà fondamentali, nonché della dignità delle persone fisiche, con particolare riferimento alla riservatezza e all'identità personale e nel rispetto dei principi di liceità, necessità e proporzionalità, disposti dal Garante della Privacy aggiornati ed integrati dall'ultimo provvedimento in materia di videosorveglianza attualmente vigente. L'installazione e l'attivazione del sistema di videosorveglianza ha lo scopo di:

- monitorare i luoghi e gli immobili di proprietà;
- prevenire eventuali atti di vandalismo, danneggiamento o furto del patrimonio aziendale;
- sicurezza a tutela degli stessi dipendenti e funzionari dell'Azienda.

Titolare, Responsabile e incaricato del trattamento dei dati

Il Titolare del trattamento dei dati è l'impresa appaltatrice, in persona dell'amministratore pro tempore. Sarà nominato apposito Responsabile e incaricato del trattamento dei dati, Responsabile della Privacy Aziendale che svolge attività di vigilanza manutenzione e utilizzo del sistema per il trattamento delle immagini e dati.

Modalità di trattamento dei dati

La raccolta, la registrazione, la conservazione e, in generale, l'utilizzo di immagini configura un trattamento di dati personali. È considerato dato personale, infatti, qualunque informazione relativa a persona fisica identificata o identificabile, anche indirettamente, mediante riferimento a qualsiasi altra informazione.

Caratteristiche tecniche e posizionamento delle telecamere

Le telecamere sono posizionate in corrispondenza degli ingressi. Il sistema si compone di 41 telecamere di tipo bullet e 2 telecamere di tipo dome che comunicano i dati a videoregistratori con tecnologia digitale, non interconnessi con altri sistemi, archivi o banche dati, né accessibili da altre periferiche.

Tale sistema è suscettibile di future implementazioni e adeguamenti alle eventuali esigenze.

Periodo di conservazione dei dati

La conservazione delle immagini, in applicazione del principio di proporzionalità deve essere commisurata al tempo necessario - e predeterminato - a raggiungere le finalità perseguite, deve essere limitata a poche ore o, al massimo, alle ventiquattro ore successive alla rilevazione, fatte salve speciali esigenze di ulteriore conservazione in relazione a festività o chiusura degli uffici,

nonché nel caso in cui si dovesse aderire ad una specifica richiesta investigativa dell'autorità giudiziaria o di polizia giudiziaria. Il sistema impiegato deve essere programmato in modo da operare al momento prefissato; l'integrale cancellazione automatica delle informazioni deve avvenire allo scadere del termine previsto da ogni supporto, anche mediante sovra-registrazione, con modalità tali da rendere non riutilizzabili i dati cancellati.

Segnalazione delle telecamere

La segnalazione della videoregistrazione deve essere collocata prima e nelle vicinanze del raggio d'azione delle telecamere, il cartello deve inglobare un simbolo o una stilizzazione di esplicita e immediata comprensione, al fine di informare che le immagini sono visionate e registrate. Il Garante della Privacy indica l'utilizzo del modello semplificato di informativa "minima" indicando il Titolare del trattamento e la finalità perseguita (Motivi di sicurezza).

Accesso al sistema e misure di sicurezza a protezione del trattamento dei dati

Le registrazioni effettuate dalle telecamere sono conservate in appositi armadietti le cui chiavi sono custodite dal Responsabile incaricato della gestione del sistema. La necessità di garantire, in particolare, un livello elevato di tutela dei diritti e delle libertà fondamentali rispetto al trattamento dei dati personali, consente la possibilità di utilizzare sistemi di videosorveglianza, purché ciò non determini un'ingerenza ingiustificata nei diritti e nelle libertà fondamentali degli interessati. Naturalmente l'installazione di sistemi di rilevazione delle immagini deve avvenire nel rispetto, oltre che della disciplina in materia di protezione dei dati personali, anche delle altre disposizioni dell'ordinamento applicabili, quali ad es. le vigenti norme dell'ordinamento civile e penale in materia di interferenze illecite nella vita privata, sul controllo a distanza dei lavoratori ecc.

Detti interventi dovranno comprendere la fornitura e installazione di nuove telecamere, di nuovi sistemi di archiviazione e visualizzazione e della infrastruttura di rete necessaria al collegamento dei dispositivi.

Si prevede inoltre:

- l'inserimento di un server di visualizzazione e gestione archivi video presso il locale tecnico della centrale;
- il posizionamento, sempre all'interno del medesimo locale tecnico, del server di visualizzazione;
- la registrazione di immagini su DVR da telecamere digitali montate su palo.

A valere su tutte le telecamere, il posizionamento e inquadratura di ciascuna di esse dovrà essere definito sul posto. Per le telecamere sul perimetro esterno, e sui passi carrai, l'appaltatore dovrà

prevedere la fornitura e installazione di pali e/o staffaggi idonei al fine di ottenere le inquadrature desiderate.

Telecamere su palo

Le telecamere saranno posizionate su pali. Di seguito si riportano le componenti necessarie alla realizzazione del sistema tipo:

- Pozzetto 50x50 plinto di fondazione per il palo;
- Eventuale illuminatore IR;
- Staffa supporto telecamera Dome;
- Telecamera Bullet con sensore di movimento a doppia tecnologia con sistema di protezione "pet immunity"

Centro di Gestione e Archiviazione

Il centro di gestione/visualizzazione sarà da installare presso il locale tecnico della Centrale e sarà così composto:

- n.1 sistema di visualizzazione composto da un server dotato di software per la visualizzazione in tempo reale delle immagini provenienti dalle telecamere (almeno 24 per schermata) e per la consultazione dello storico delle immagini registrate.
- Il server dovrà essere fornito di garanzia full risk di anni cinque. Al fine di adempiere alla normativa sul trattamento dei dati sensibili, l'accesso al sistema dovrà essere protetto da un sistema di autenticazione e identificazione biometrico basato su impronta digitale. Al fine di rendere più affidabile il sistema di identificazione, il lettore di impronta digitale non dovrà essere del tipo a "strisciamento", a semplice apposizione del dito sulla finestra di lettura. La risoluzione del lettore dovrà essere uguale o superiore ai 500dpi. Il lettore d'impronta digitale deve offrire funzioni di sicurezza avanzata (enrolment, trattamento e confronto di impronte digitali).
- n.1 monitor a colori
- sistema di registrazione immagini basato su n.6 NAS (Network Attached Storage) da almeno 2,5 terabyte ciascuno in tecnologia raid 5 (n.3 hard disk in raid 5 + 1 di spare). Ciascun Nas dovrà possedere 1 o più interfacce di rete di tipo gigabit ethernet RJ45. I sistemi dovranno essere forniti di garanzia full risk di anni cinque.
- gruppo di continuità del tipo on-line da almeno 3.000 VA e autonomia di 2 ore per montaggio a rack al fine di proteggere i 6 NAS + i server di visualizzazione da sbalzi di tensione e cadute di corrente. A tal fine il gruppo UPS dovrà, in caso di caduta di corrente, poter dare

automaticamente comandi di shutdown ai server e ai sistemi di registrazione NAS al fine di chiudere correttamente i file.

Infrastruttura di rete IP dedicata alla TVCC

Per il collegamento delle telecamere al centro di gestione dovrà essere realizzata una infrastruttura di rete IP fisicamente separata dalle altre reti con partenza dal locale tecnico centrale.

Vista la notevole distanza delle telecamere dal punto di concentrazione, si prevedono diversi punti di partenza per i cavi in rame necessari al loro collegamento.

Ai fini della sicurezza del sistema sia lo switch centrale, sia quelli periferici dovranno essere configurati in modo tale da consentire l'accesso solamente a determinate utenze/dispositivi autorizzate/i. Ciò al fine di negare l'accesso alla rete TVCC da parte di utenti non autorizzati.

I nuovi switch dovranno essere adeguatamente protetti in armadi rack. A tal fine occorre prevedere l'installazione di due nuovi armadi a pavimento con porta anteriore trasparente e chiusura a chiave.

Essi dovranno essere completi dei seguenti accessori:

- montante laterale armadio a pavimento,
- coppia canali laterali per armadi con ganci passacavi in metallo, canalina di alimentazione 19" 6 prese + Interruttore magnetotermico,
- sistema di ventilazione da tetto a 3 ventole con termostato di gestione, gancio passacavi laterale, ripiano standard, kit di messa a terra;

L'appaltatore dovrà provvedere anche alla realizzazione dell'allacciamento elettrico dei nuovi armadi sopra citati. Dovranno essere realizzati dei collegamenti gigabit ethernet tramite la fornitura e posa di cavi a fibre ottiche multimodali OM3 che saranno attestati su nuovi cassette ottici per montaggio a rack 19" con terminazioni LC. La fibra ottica dovrà essere attestata con pig tail LC OM3 con giuntatrice ottica. Ogni fibra dovrà essere certificata in prima e seconda finestra con utilizzo di strumento OTDR e dovrà essere rilasciata la documentazione dei singoli test effettuati.

Con la documentazione dovrà essere rilasciata una tabella riportante le lunghezze ed attenuazioni delle singole fibre ottiche e il certificato di taratura dello strumento in corso di validità. La documentazione dovrà essere prodotta in formato cartaceo e su file.

Con la documentazione dovrà essere rilasciato il certificato di taratura dello strumento in corso di validità. La documentazione dovrà essere prodotta in formato cartaceo e su file.

8. Misure di protezione

8.1 Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi (canale o tubo a seconda del tratto) idoneo allo scopo. Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

8.2 Misure di protezione contro i contatti indiretti

Sistema in corrente continua (IT) e rete di terra

Il sistema in corrente continua costituito dalle serie di moduli fotovoltaici e dai loro collegamenti agli inverter è un sistema denominato flottante cioè senza punto di contatto a terra.

La protezione nei confronti dei contatti indiretti è assicurata, in questo caso, dalle seguenti caratteristiche dei componenti e del circuito:

- protezione differenziale $I_{\Delta N} \geq 30 \text{ mA}$
- collegamento al conduttore PE delle carcasse metalliche.

Sistema in corrente alternata (TN)

L'inverter e quanto contenuto nei quadri elettrici c.a. sono collegati al sistema di terra dell'impianto e pertanto fanno parte del sistema elettrico TN di quest'ultimo.

La protezione contro i contatti indiretti è assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse;
- i dispositivi di protezione inseriti nel quadro di distribuzione b.t. intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 5 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V.

8.3 Misure di protezione contro gli effetti delle scariche atmosferiche

Fulminazione diretta

L'impianto fotovoltaico non influisce, in modo apprezzabile, sulla forma o volumetria e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sul sito.

Fulminazione indiretta

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto può provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico, così da provocare sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti tra cui, in particolare, gli inverter.

I terminali e i morsetti di ciascuna stringa fotovoltaica, lato corrente continua degli inverter, devono essere protetti internamente con scaricatori di sovratensione.

9. Montaggio componenti

I montaggi delle opere elettromeccaniche saranno eseguiti a "perfetta regola d'arte".

I montaggi meccanici per ciascun sottocampo consistono principalmente in:

- Montaggio delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- Montaggio dei moduli sulle strutture di sostegno;
- Posa in opera degli inverter;
- Posa in opera della Cabina di trasformazione AT/bt;

I montaggi elettrici per ciascun sottocampo consistono principalmente in:

- Collegamento elettrico dei moduli di ciascuna stringa;
- Posa dei cavi di collegamento tra le stringhe fotovoltaiche e gli inverter;
- Posa dei cavi di collegamento tra gli inverter e la cabina di trasformazione AT/bt;
- Posa dei cavi per la rete elettrica interna di distribuzione in AT
- Posa in opera della rete di terra;

I montaggi elettromeccanici generali consistono principalmente in:

- Posa in opera della Cabina di Raccolta AT, contenente quadri AT, trasformatore AT/bt dei servizi ausiliari, quadro Servizi ausiliari BT (QSA), quadro Raddrizzatore e due quadri di Misura Fiscali;

- Posa dei cavi delle linee della rete elettrica esterna di distribuzione in AT, mediante gli appositi cavidotti.

10. Collaudi e messa in servizio

I collaudi consistono in prove di tipo e di accettazione, da eseguire in officina, verifiche dei materiali in cantiere e prove di accettazione in sito.

10.1 Prove di tipo

I componenti che costituiscono l'impianto devono essere progettati, costruiti e sottoposti alle prove previste nelle norme ed alle prescrizioni di riferimento. Di ciascun componente devono essere forniti i certificati per le prove di tipo attestanti il rispetto della normativa vigente.

10.2 Prove di accettazione in fabbrica

Ove previsto, sono eseguite prove di accettazione a campione o sull'intera fornitura, atte a verificare il rispetto dei criteri di progettazione e i livelli di qualità richiesti. Tutti i materiali e le apparecchiature di fornitura devono essere corredati dai propri certificati di origine e garanzia.

10.3 Verifiche in cantiere

Prima del montaggio, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali difetti di origine, rotture o danneggiamenti dovuti al trasporto.

Al termine delle opere, tutti i materiali e le apparecchiature devono essere ispezionati e verificati, per accertare eventuali danni, dovuti ai lavori, o esecuzioni non a “regola d’arte”.

10.4 Prove di accettazione in sito

Congiuntamente all'Installatore/Appaltatore, sull'impianto fotovoltaico si eseguono le prove e i controlli di seguito elencati per ciascun sottocampo e/o per l'intero impianto, in base al programma di esecuzione dei lavori:

1. Esame a vista:

verifica che i componenti e i materiali corrispondano ai disegni e ai documenti di progetto, per quanto riguarda la quantità, la tipologia, il dimensionamento, la posa in opera e l'assenza di danni o difetti visibili di fabbricazione;

2. Verifica delle opere civili:

verifica della buona esecuzione delle opere civili e delle finiture, secondo i disegni e i documenti di progetto.

3. Verifica delle opere meccaniche:

verifica della buona esecuzione dei montaggi meccanici e del corretto allineamento delle strutture, secondo i disegni e i documenti di progetto; verifica del serraggio della bulloneria, della corretta posa in opera dei quadri e delle apparecchiature; verifica delle misure di protezione contro insetti e roditori;

4. Verifica della rete di terra:

verifica della corretta esecuzione della rete di terra, mediante i pozzetti di ispezione, in accordo con i disegni e i documenti di progetto; misura della resistenza di terra: se il valore è superiore a 10Ω , l'Appaltatore deve aggiungere ulteriori picchetti e corda di rame, fino ad ottenere il valore richiesto;

5. Verifica dei collegamenti di terra:

verifica della corretta esecuzione dei collegamenti a terra di tutte le parti metalliche non in tensione e degli scaricatori nei quadri elettrici;

6. Verifica dei collegamenti elettrici:

verifica della corretta esecuzione dei cablaggi e delle marcature dei cavi, secondo i disegni e i documenti di progetto; controllo del serraggio dei cavi nei rispettivi morsetti e del corretto serraggio di pressacavi e raccordi;

7. Prove strumentali sugli impianti elettrici

- Prova di isolamento verso terra
- Misura della resistenza di isolamento del sottocampo fotovoltaico
- Misura delle tensioni e delle correnti del sottocampo fotovoltaico
- Verifica degli strumenti di misura

11. Valutazione energetica

La valutazione relativa alla produzione di energia elettrica dell'impianto agrivoltaico è effettuata sulla base dei dati climatici di cui al capitolo 4, della configurazione di impianto descritta al capitolo 5 e delle caratteristiche tecniche dei vari componenti riportati al capitolo 6.

Nella seguente sono riportati i dati di produzione stimati su base annua.

Non sono stati considerati:

- interruzioni di servizio,
- interruzioni per manutenzione,
- perdite di efficienza dovute all'invecchiamento,

La producibilità annua per l'impianto da 54.473 kWp è pari a 68.523.168,41 kWh/anno

L'installazione dell'impianto agrivoltaico permette di ridurre le emissioni di anidride carbonica per la produzione di elettricità; considerando un valore caratteristico della produzione termoelettrica italiana pari a 445,3 g di CO₂ emessa per ogni kWh prodotto (dati ISPRA 2021), si può stimare il quantitativo di emissioni evitate:

Emissioni di CO₂ evitate in un anno: 30.513,36 ton

12. Normativa di riferimento

Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni:

- DL 81/2008: *Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro*
- DM 37/08: *Dichiarazioni di conformità impianti*
- DM 19/05/2010: *Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37*
- DPR 151/2011: *Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi*

Per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici:

- Legge 186/68: *Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*
- DM 14 gennaio 2008: *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*
- Circ. 4 luglio 1996: *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"*
- CEI 0-2: *Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici*
- CEI 0-3: *Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/90*
- 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 EN 61936-1: *Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.*
- CEI EN 50522: *Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata*
- CEI 11-28: *Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione*
- CEI 13-4;Ab: *Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica*
- CEI EN 60076-11: *Trasformatori di potenza Parte 1: Generalità*
- CEI EN 50588-1: *Trasformatori di media potenza a 50Hz, con U_{max} per l'apparecchiatura non superiore a 36kV Parte1: Prescrizioni generali*
- CEI-UNEL 35011;V2: *Cavi per energia e segnalamento Sigle di designazione*
- CEI EN 50618: *Cavi elettrici per impianti fotovoltaici*
- CEI-UNEL 3535;Ab3: *Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V*
- CEI-UNEL 357;Ab2: *Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V*

- CEI IEC 60287-1-1/A1: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 1-1: Equazioni per il calcolo della portata di corrente (fattore di carico 100 %) e calcolo delle perdite – Generalità*
- CEI IEC 60287-3-1: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-1: Condizioni operative - Condizioni di riferimento del sito*
- CEI IEC 60287-3-2: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-2: Condizioni di servizio - Ottimizzazione economica della sezione del conduttore dei cavi*
- 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 sezione 712: *Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione*
- CEI 81-3;Ab: *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico*
- CEI 82-25; V1-V2: *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione*
- CEI EN 50524: *Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici*
- CEI EN 50461: *Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino*
- CEI EN 60099-1;Ab: *Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata*
- CEI EN 61439-1: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-1/EC: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-3: *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 EN 61439-1: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-6: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Condotti sbarre*
- CEI EN 61439-3/EC: *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 EN 60445: *Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico*
- CEI EN 60529/EC: *Gradi di protezione degli involucri (codice IP)*
- CEI EN 60555-1: *Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili Parte 1: Definizioni*
- CEI EN 60904-1: *Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente*
- CEI EN 60904-2: *Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento*
- CEI EN 60904-3: *Dispositivi fotovoltaici Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento*
- CEI EN 60909-0: *Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti*
- CEI EN IEC 61000-3-2: *Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)*
- CEI EN 61215-1: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove*
- CEI EN 61215-1-1: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-1: Prescrizioni particolari per le prove di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino*
- CEI EN 61215-1-2: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-2: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in tellururo di cadmio (CdTe)*
- CEI EN 61215-1-3: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-3: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in silicio amorfo*
- CEI EN 61215-1-4: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-4: Requisiti particolari per la prova dei*

- moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in seleniuro di rame-indio-gallio (CIGS) e in seleniuro di rame-indio (CIS)*
- CEI EN 61215-2: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova*
 - CEI EN 61724: *Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati*
 - CEI EN 61724-1: *Prestazioni dei sistemi fotovoltaici Parte 1: Monitoraggio*
 - IEC 61727:2004 : *Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface*
 - CEI EN IEC 61730-1: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*
 - CEI EN IEC 61730-1/EC: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*
 - CEI EN 61730-2/A1: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove*
 - CEI EN 61829: *Campo fotovoltaico (FV) - Misura in sito delle caratteristiche I-V*
 - CEI EN 62053-21/A1: *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)*
 - CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)*
 - CEI EN 62093 (CEI 82-24): *Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali*
 - CEI EN 62108: *Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione. Qualifica del progetto e approvazione di tipo*
 - CEI IEC/TS 62271-210: *Apparecchiatura ad alta tensione Parte 210: Qualificazione sismica per apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico e con involucro isolante per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso*
 - CEI EN 62305-1: *Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali*
 - CEI EN 62305-1/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali*
 - CEI EN 62305-2: *Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio*

- CEI EN 62305-2/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio*
- CEI EN 62305-3: *Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone*
- CEI EN 62305-4: *Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*
- CEI EN 62305-4/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*
- IEC 60364-7-712:2017: *Low voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems*
- UNI 10349: *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.*
- Guida CEI 82-25;V2: *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione*
- *Codice di Rete, Terna spa* *Codice Di Trasmissione, Dispacciamento, Sviluppo E Sicurezza Della Rete*

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

