

COMUNE DI

PROGETTO



ELABORATO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

LIV. PROG.	VERSIONE	TIPO DOC.	CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	DATA	SCALA

REVISIONI

REV	DATA	AUTORE	DESCRIZIONE	VER.	APP.

PROGETTAZIONE

GRUPPO DI LAVORO




Maya Engineering S.r.l.

Via M. D'Azeglio 2, 70017, Putignano (BA)
T: +39 080 8937976 | E: info@maya-eng.com
CF e P.IVA 08365980724

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI


RICHIEDENTE

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

SOMMARIO


1. PREMESSA	4
2. LOCALIZZAZIONE SITO	5
2.1 Disponibilità delle aree e stato "ante-operam"	5
3. LEGISLAZIONE E NORME APPLICABILI	7
3.1 Legislazione vigente in materia di impianti fotovoltaici	7
3.2 Normative di riferimento	7
4. CLASSIFICAZIONE IMPIANTI	9
4.1 Tipologia impianto	9
4.2 Destinazione d'uso	9
4.3 Definizione dell'intervento	9
4.4 Obbligo di progettazione	9
5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	10
5.1 Architettura elettrica dell'impianto fotovoltaico	10
5.2 Struttura e layout dell'impianto fotovoltaico	11
5.3 Caratteristiche dei componenti della sezione di produzione dell'impianto FV	12
5.3.1 Strutture di supporto	12
5.3.2 Moduli FV	17
5.3.3 Inverter	20
5.3.4 Trasformatore BT/MT	23
5.3.5 Quadri di parallelo stringhe	25
5.4 Cabine elettriche	26
5.4.1 Servizi ausiliari	27
5.4.2 Quadro di parallelo CA	27
5.4.3 Quadro servizi ausiliari	27
5.4.4 Dispositivi di misura	27
5.4.5 Cavidotti interni all'impianto fotovoltaico	28
5.4.5.1 Conduttori DC (lato BT)	28
5.4.5.2 Conduttori CA (lato BT)	28
5.4.6 Conduttori MT	28
6. SISTEMA DI ACCUMULO: GENERALITA'	30
6.1 Norme tecniche e leggi di riferimento	30
6.2 Definizioni	30
6.3 Schemi di connessione e misura	31
6.4 Condizioni per l'installazione di sistemi di accumulo	33
6.5 Caratteristiche della connessione	33
6.6 Caratteristiche principali del sistema di storage	33
6.6.1 Quadri di bassa e media tensione	33
6.7 Descrizione generale dell'impianto storage	34
6.7.1 Battery Container	35

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	1

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	


6.7.2	Battery Power Converter	37
7.	IMPIANTO DI TERRA.....	39
7.1	Impianto di terra dell'impianto fotovoltaico	39
7.2	Impianto di terra cabina di raccolta e area storage	39
7.3	Impianto di terra stazione di utenza	39
8.	PROVVEDIMENTI PER LA PROTEZIONE.....	41
8.1	Protezione contro il cortocircuito	41
8.1.1	Sezione dei conduttori di protezione	41
8.1.2	Misure di protezione contro i contatti diretti	41
8.1.3	Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata	41
8.1.4	Misure di protezione totali	41
8.1.5	Misure di protezioni parziali	41
8.1.6	Misura di protezione addizionale mediante interruttori differenziali	42
8.1.7	Protezione contro i contatti diretti lato corrente continua	42
8.1.8	Protezione contro i contatti indiretti	42
8.1.9	Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata	42
8.1.10	Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua	44
8.1.11	Protezione delle condutture elettriche	44
8.1.12	Messa a terra dell'impianto fotovoltaico	44
8.1.13	Dispositivo del generatore	45
8.1.14	Dispositivo di interfaccia	45
8.1.15	Dispositivo generale	45
8.2	Misure di protezione contro le scariche atmosferiche	45
8.2.1	Fulminazione diretta.....	45
8.2.2	Fulminazione indiretta.....	45
8.2.3	Precauzioni per ridurre la propagazione dell'incendio	46
8.2.4	Prevenzione incendi e sgancio di emergenza	46
9.	IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE.....	47
9.1	Cavo MT	47
9.2	Protezione contro le sovraccorrenti.....	48
9.2.1	Protezione contro il sovraccarico	49
9.2.2	Protezione contro il cortocircuito.....	49
9.3	Condizioni di posa di cavo MT	49
9.4	Specifiche tecniche cavo AT.....	54
9.5	SPECIFICA TECNICA SOTTOSTAZIONE AT/MT	55
9.6	Giunzioni, attestazioni e terminazioni	55
9.7	Descrizione tecnica dell'impianto in fibra ottica.....	57
9.7.1	Modalità di posa fibra ottica.....	58
9.8	Sistemi di monitoraggio - SCADA	61
10.	Produzione di energia attesa.....	62
10.1	Panoramica.....	62
10.2	Configurazione del sistema fotovoltaico.....	62
10.3	Energia solare e meteo: statistiche mensili.....	63
11.	CONFIGURAZIONE ELETTRICA.....	65

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	2

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

11.1	Modalità di calcolo	66
11.2	Risultati di calcolo	66
12.	VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI.....	68
12.1	Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli.....	68

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	3

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

1. PREMESSA

Il presente progetto ha come obiettivo la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "LUCERA" destinato alla produzione di coltivazioni orticole e la produzione di energia elettrica da fonte solare tramite l'impiego di moduli fotovoltaici. L'impianto verrà installato a terra utilizzando una tecnologia ad inseguimento solare con movimentazione mono-assiale (da est verso ovest).

L'iniziativa prevede la realizzazione di un impianto agro-voltaico destinato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare integrato da un progetto agronomico.

Il modello, meglio descritto nelle relazioni specialistiche, si prefigge l'obiettivo di ottimizzare e utilizzare in modo efficiente il territorio, producendo energia elettrica pulita e garantendo, per il miglior utilizzo del suolo, una produzione agricola che ne mantenga il grado di fertilità.

L'iniziativa si inserisce nel quadro istituzionale identificato dall'art.12 del D.lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003, che dà direttive per la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

L'impianto fotovoltaico produrrà energia elettrica rinnovabile da fonte solare fotovoltaica. Il progetto si inserisce nel quadro generale della riconversione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonte fossile in favore degli impianti da fonte rinnovabili, in grado di produrre energia a prezzo concorrenziale senza l'utilizzo di materie prima di origine fossile.


E' ormai evidente come il clima negli ultimi anni ha subito un forte cambiamento con il verificarsi in maniera sempre più frequente eventi climatici estremi e di notevole intensità come alluvioni, uragani, scioglimento dei ghiacciai sulle montagne e quello dei ghiacciai delle calotte polari con la deriva di iceberg dell'estensione di centinaia di chilometri quadrati.

Con gli accordi sanciti dal Protocollo internazionale di Kyoto del 1997 e dal Libro Bianco italiano scaturito dalla Conferenza Nazionale Energia e Ambiente del 1998, l'Italia si è dotata di un piano Energetico Nazionale 2030, con l'obiettivo di raggiungere attraverso le energie rinnovabili l'indipendenza dalle materie prime di origine fossile provenienti dall'estero.

Questa nuova opportunità può contribuire a incrementare l'occupazione sul territorio con la creazione di migliaia di posti di lavoro e migliorare il tenore di vita e il reddito nelle regioni più svantaggiate e contribuire a conseguire una maggiore coesione economica e sociale.

In tale contesto lo sfruttamento dell'energia solare da fonte fotovoltaica, costituisce una valida risposta alle esigenze economiche ed ambientali sopra esposte.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	4

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

2. LOCALIZZAZIONE SITO

Dalla verifica cartografica condotta sul portale geografico dei comuni di **Lucera** e **Troia** si evince che tutti i terreni oggetto di intervento ricadono in zona agricola **E**.

La superficie totale dell'intervento è pari a circa **58,96** ha. Di questa quella recintata ed utilizzata per l'installazione dei moduli fotovoltaici è circa **501.300 m² (50,13** ha) le restanti aree saranno destinate alle fasce di rispetto.

L'area impianto risulta essere distante dai centri abitati collocandosi ad una distanza di circa **12,0** km dal Comune di **Foggia**, **9** km dal Comune di **Troia**.

L'area è servita dalla SS 16 Adriatica e dalla viabilità locale ed interpodereale. Di seguito si riportano le coordinate geografiche e l'ubicazione:

- Latitudine: 41.401843°N
- Longitudine: 15.423528°E
- Altitudine: 193 m s.l.m.



Figura 1: Localizzazione dell'impianto su base Ortofoto

Nella Tabella sono riassunti i dati di progetto relativi all'ubicazione dell'impianto (attraverso coordinate geografiche identificative del suo punto baricentrico), nonché l'estensione dell'area su cui ricade l'intervento.


Denominazione impianto	LUCERA
Regione	Puglia
Provincia	Foggia
Comune	Lucera, Troia
Area interessata dall'intervento	50,13 ha
Longitudine	15.423528°E
Latitudine	41.401843°N
Elevazione	193 m s.l.m.

Tabella 1: Dati geografici di progetto

2.1 Disponibilità delle aree e stato "ante-operam"

Si precisa che le particelle su cui ricadrà l'impianto fotovoltaico in oggetto sono nella disponibilità della società, con contratti preliminari di diritto di superficie e/o compravendita legalizzati, ciò nonostante, le suddette aree sono state inserite nel presente piano particellare di esproprio/servitù con lo scopo di garantire l'eseguibilità dell'opera ad autorizzazione ottenuta:

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	5


Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Nella seguente tabella vengono riportati i dati catastali relativi alle aree di intervento:

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto		
Area impianto		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLE
Lucera (FG)	145	159-130-189-321-322-323-324
Troia (FG)	19	17-78-79-85-86-87
Area Stazione di Utenza		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLE
Troia (FG)	6	404
Collegamento MT alla Stazione di Utenza (interrato)		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLE
Lucera (FG)	145	324-SP116
Lucera (FG)	144	SP116
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLE
Troia (FG)	19	17-SP116
Troia (FG)	18	SP114
Troia (FG)	17	SP114
Troia (FG)	27	SP114-SP113
Troia (FG)	26	SP113-SP109
Troia (FG)	61	SP112-SC Senza Nome
Troia (FG)	60	SC Senza Nome
Troia (FG)	59	SC Senza Nome
Troia (FG)	9	SC Senza Nome
Troia (FG)	7	Contrada Serra dei Bisi
Troia (FG)	8	Contrada Serra dei Bisi
Troia (FG)	6	329-404
Collegamento AT alla Stazione Elettrica (interrato)		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLE
Troia (FG)	6	404-402-467

Tabella 2: Dati catastali di progetto

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	6

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

3. LEGISLAZIONE E NORME APPLICABILI


3.1 Legislazione vigente in materia di impianti fotovoltaici

- Dovranno essere rispettate le prescrizioni imposte dal DPR 380/2001 "Testo unico per l'edilizia – Capo V: Norme per la sicurezza degli impianti"
- Dovranno essere altresì rispettate le prescrizioni dettate dalle seguenti disposizioni legislative:
- Legge n. 186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- Legge n. 1086/81: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge n. 64/74: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- DM 14/9/2005: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.L. n. 626/1994: "Attuazione delle direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D. Lgs. 19/03/96 n°242: "Modificazioni ed integrazioni al decreto legislativo 19/09/94 n°626 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"
- DPR 27/04/55 n°547: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Legge 791/77: "attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione";
- DM 16/02/82: "Elenco delle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco";
- DM 08/03/85: "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n°818";
- Decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626: "Attuazione della direttiva 93/68 CEE -Marcatura CE del materiale elettrico";
- D.Lgs. 31/09/97 n°277 "Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";
- DM 19/02/07: "Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387".
- AEEG Delibera n. 88/07 "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione".
- AEEG Delibera n. 89/07 "Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV".
- AEEG Delibera n. 90/07 "Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici".

3.2 Normative di riferimento


- 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 11-20 e varianti: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	7

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW			
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO			
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.			
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.: ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso=16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori per sovratensioni;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	8

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

4. CLASSIFICAZIONE IMPIANTI

4.1 Tipologia impianto

Con riferimento al D.M. n. 37 del 38 gennaio 2008, negli ambienti oggetto dell'intervento sono previste le seguenti tipologie di impianti: *"impianti in cui all'art. 1 lettera a): impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere"*.

4.2 Destinazione d'uso

Con riferimento agli articoli 1 e 2 del D.P.R. n° 447 del 6 dicembre 1991, "Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990 in materia di sicurezza degli impianti", che disciplinano il campo di applicazione della legge 46/90 non esiste una classificazione per un terreno agricolo.

4.3 Definizione dell'intervento

Con riferimento al D.P.R. n° 447/91, art. 4 comma 1 che definisce i tipi di interventi sugli impianti in:

- **nuova installazione**
- trasformazione
- ampliamento
- manutenzione straordinaria

Si può considerare l'intervento appartenente alla **categoria 1.**


4.4 Obbligo di progettazione

Per l'intervento in oggetto sussiste l'obbligo della redazione del progetto da parte di un professionista iscritto al relativo albo professionale in virtù dei seguenti punti:

Riferimento al DM 37 del 28/01/2008, art. 5., comma 2, lettera c):

"Impianti elettrici in immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 m²".

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	9

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

5.1 Architettura elettrica dell'impianto fotovoltaico

Nel presente paragrafo si espone l'organizzazione del sistema fotovoltaico, ossia le parti principali dell'impianto (layout d'impianto), ed i collegamenti tra le parti stesse.

Il sistema fotovoltaico in oggetto sarà collegato direttamente alla rete elettrica nazionale (impianto di tipo "grid-connected").

Per il suddetto impianto è previsto un determinato numero di moduli, suddivisi in stringhe, sotto-campi e campi fotovoltaici, di cui sotto vengono riportate le definizioni.

Per "**stringa fotovoltaica**" s'intende un insieme di moduli collegati tra loro in serie: la tensione resa disponibile dalla singola stringa è data dalla somma delle tensioni fornite dai singoli moduli che compongono la stringa.

Un "**sotto-campo fotovoltaico**" è, invece, un insieme di più stringhe connesse in parallelo: la corrente erogata dal sottocampo sarà la somma delle correnti che fluiscono in ogni stringa.

Un "**campo fotovoltaico**" è, invece, un insieme di più sottocampi connessi in parallelo: la corrente erogata dal campo sarà la somma delle correnti che fluiscono da ogni sottocampo.

Pertanto, dal punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da moduli che sono collegati in serie, al fine di costituire una "stringa". Nel complesso, il campo fotovoltaico risulta essere organizzato in modo da ottenere diversi "sotto-campi" e "campi" elettricamente indipendenti tra loro, ognuno gestito dal relativo inverter (sotto-campi) o dal relativo trasformatore MT/bt (campi).

In particolare:

Si hanno tanti "**sotto-campi**" quanti sono il numero d'inverters previsti nell'impianto;

Si hanno tanti "**campi**" quanti sono il numero di cabine previste nell'impianto;

Sul lato in corrente continua (DC) di ciascun inverter verrà collegato in parallelo un certo numero di stringhe; le uscite in corrente alternata (AC) di tali inverter, a loro volta, verranno poste in parallelo tra loro all'interno di un quadro principale in corrente alternata (QP) situato all'interno di dedicati locali tecnici di campo (cabine di campo MT/BT) poste, per quanto possibile, in posizione baricentrica rispetto al campo fotovoltaico ad essa asservito; all'interno di tali quadri QP saranno alloggiati interruttori quadripolari magnetotermici differenziali al fine di proteggere le linee relative ai sotto-campi da sovracorrenti, cortocircuiti e/o perdite di isolamento.

La disposizione dei moduli fotovoltaici deve essere realizzata come dai disegni allegati, in modo da poter gestire l'organizzazione degli stessi contestualmente all'area di posa. Tale disposizione ha altresì il fine di ottimizzare il rendimento dell'impianto contenendo la caduta di tensione, tra la stringa più lontana e il relativo circuito d'ingresso dell'inverter ad esso associato, entro il 2%, in condizioni ordinarie di esercizio e relativamente alla corrente corrispondente al punto di massima potenza.

I terminali positivi e negativi di ogni singola stringa sono collegati ad uno degli ingressi MPPT degli inverter.

Sulla base dello studio effettuato riguardo l'ottimizzazione dell'energia captata dal campo fotovoltaico nel corso dell'anno, si è deciso di disporre i moduli fotovoltaici come riportato nella tabella al paragrafo seguente.

Il valore dell'escursione angolare così come la reciproca distanza (pitch) dei tracker su cui sono fissati i moduli fotovoltaici è il risultato del compromesso tra l'energia captata dalla superficie attiva del campo durante l'intera durata dell'anno, la superficie occupata dal generatore fotovoltaico e l'ombreggiamento reciproco tra le file.


La scelta riguardo la configurazione elettrica dei moduli fotovoltaici deve tenere conto di numerosi fattori tra cui: la sicurezza elettrica; le caratteristiche d'ingresso dell'inverter; il costo dei cablaggi; l'efficienza del sistema.

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. L'energia prodotta viene convertita dagli inverter in corrente alternata ad una opportuna tensione che dipende da marca e modello dell'inverter stesso.

Il tipo di convertitore statico (inverter) utilizzato nel presente progetto è in grado di seguire il punto di massima potenza di una coppia di stringhe fotovoltaiche sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruisce l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori ammissibili. Le uscite AC degli inverter confluiscono verso un quadro elettrico generale di bassa tensione (QP)¹, di protezione e manovra dove vengono messi in parallelo; da tale quadro di bassa tensione (QP), per mezzo di un ulteriore collegamento AC, la tensione viene elevata a 30 kV per mezzo di un trasformatore di potenza e immessa in rete verso la cabina collettore posta presso la Stazione di Utenza (SdU) ubicata in prossimità della Sottostazione Terna. Per la descrizione tecnica dei moduli fotovoltaici e di convertitori della corrente continua in alternata si rimanda ai paragrafi ad essi specificatamente dedicati.

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di modulo. Tale scelta sarà comunque effettuata tenendo conto della potenza massima installabile prevista in fase di progettazione ed in modo che siano garantite ottime prestazioni di durata e di producibilità.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	10

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Il collegamento di parallelo delle stringhe verrà realizzato con cavi preconfezionati, del tipo resistente ai raggi UV e riportato, attraverso cavi dello stesso tipo, presso gli inverter distribuiti nei vari campi fotovoltaici costituenti l'impianto.

La struttura portante dei moduli sarà costituita da supporti di tipo mobile (tracker a singolo asse), in grado di seguire il percorso del sole nell'arco della giornata. La struttura dei tracker è in acciaio zincato con traversi in alluminio anodizzato.

Su ognuna di tale struttura saranno fissate, a seconda del "modulo base dell'inseguitore" una o due stringhe, costituite da moduli collegati in serie (in un numero tale che la potenza della stringa non ecceda la massima consentita per ogni ingresso dell'inverter così come la tensione di lavoro e la tensione a vuoto, entrambi fortemente dipendenti dalla temperatura del luogo di installazione).

La potenza di ogni singola stringa sarà data dalla somma dei singoli moduli in serie che la costituiscono.

I collegamenti in corrente continua delle stringhe avverranno prevalentemente con cavi posati e fascettati (ed opportunamente protetti dagli agenti atmosferici) direttamente sulle strutture di sostegno dei moduli; laddove vi dovessero essere degli attraversamenti per giungere agli inverter di competenza, i percorsi dovranno seguire il più possibile la viabilità interna ed essere direttamente interrati, secondo la vigente normativa.

I collegamenti in corrente alternata (ed in bassa tensione) tra i quadri di parallelo e gli inverter (che, insieme ai quadri di campo QP, saranno posti all'interno delle cabine di campo) dovranno essere direttamente interrati ed i percorsi seguiranno il più possibile la viabilità interna, secondo la vigente normativa.

I collegamenti in corrente alternata (ed in media tensione) tra i trasformatori bt/MT ubicati nelle varie cabine di campo appartenenti alle dorsali dovranno essere interrati e posti in idonea tubazione in PVC segnalata con nastro monitore e protetta da tegoli di cemento; anche per tali tipi di cavi i percorsi dovranno seguire il più possibile la viabilità interna, e, nei tratti dall'impianto fotovoltaico al "Centro Collettore" (posto nella Stazione di Utente (SdU)) seguiranno la viabilità pubblica. Nelle tavole di layout allegate al presente progetto, è possibile evincere la disposizione dei diversi componenti dell'impianto all'interno dell'area di interesse.

5.2 Struttura e layout dell'impianto fotovoltaico

La disposizione dei moduli è progettata (in relazione alla superficie disponibile, alla sua forma, alla presenza di oggetti responsabili di ombre, di linee aeree o altri ostacoli, di sottoservizi, di vincoli, e fasce di rispetto, etc) con un sistema di tracker mono-assiale costituito da una struttura a singolo asse in grado di seguire il percorso del sole nell'arco del giorno. Il numero massimo di moduli da collegare in serie al fine di formare una determinata stringa deriva:

- dalla massima tensione del sistema elettrico (1.500 V in corrente continua);
- dalla finestra di lavoro dell'inverter scelto per la conversione dell'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata.

Per una maggiore comprensione della suddivisione dei campi e dei sotto-campi secondo cui l'impianto fotovoltaico

è suddiviso si rimanda alle tavole di layout allegate alla presente relazione.

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. L'energia prodotta viene inviata, a gruppi di conversione (inverters), che provvedono a trasformare la corrente continua in corrente alternata trifase.

Questa viene successivamente trasformata a 30 kV per mezzo di trasformatori di potenza (alloggiati nelle cabine di trasformazione) e attraverso l'ausilio di un cavidotto (di evacuazione) esterno viene trasportata in stazione elettrica dove subisce un'ulteriore trasformazione a 150 kV prima di essere immessa in rete.


L'impianto fotovoltaico verrà realizzato per lotti per ciascuno dei quali sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- Opere civili:** sistemazione dell'area di installazione previa estirpazione della vegetazione esistente e successivo livellamento e compattamento del terreno; posa in opera dei pali a vite; realizzazione delle piazzole temporanee per lo stoccaggio ed il montaggio delle strutture metalliche; ampliamento ed adeguamento della viabilità esistente nonché realizzazione della viabilità di servizio all'impianto; realizzazione del punto di consegna dell'energia elettrica, costituito da una stazione di trasformazione 30/150 kV; preparazione del sito di installazione e posa delle cabine di trasformazione prefabbricate con le relative fondazioni. Inoltre, sono da prevedersi la realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici
- Opere impiantistiche:** installazione dei pannelli fotovoltaici; esecuzione dei collegamenti elettrici; installazioni, prove e collaudi delle apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche (quadri, interruttori, trasformatori, inverter ecc.) sia nelle cabine di trasformazione sia nella sottostazione; realizzazione degli impianti di terra dei pannelli fotovoltaici, delle cabine di trasformazione e della sottostazione e realizzazione degli impianti relativi ai servizi ausiliari e ai servizi generali.

Dal punto di vista del layout di impianto, sulla base di un attento studio effettuato al fine di ottimizzare l'energia prodotta complessivamente nel corso dell'anno, si è deciso di disporre i moduli fotovoltaici su strutture ad inseguimento mono-assiali, descritte come segue:

- orientamento asse del tracker: nord-sud;
- escursione dell'inclinazione rispetto al piano orizzontale: $\pm 60^\circ$;
- distanza (pitch) tra file parallele di moduli (punti omologhi): 10 mt.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	11

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

L'escursione dell'angolo di inclinazione dei moduli fotovoltaici rispetto al piano orizzontale permette di ottimizzare l'energia captata dalla superficie attiva del campo durante l'intera durata dell'anno.

Per quanto riguarda la distanza tra file parallele (pitch), il valore sopra ottenuto è tale da garantire un angolo limite di ombreggiamento (della fila successiva su quella precedente) che riduca al minimo possibile l'energia persa durante l'anno per ombreggiamento reciproco tra file di moduli.

5.3 Caratteristiche dei componenti della sezione di produzione dell'impianto FV

5.3.1 Strutture di supporto

Punto fondamentale delle strutture di sostegno e di garantire inclinazione e orientamento ottimale per i moduli fotovoltaici. Vista la latitudine della Regione in cui è presentato il progetto, al fine di aumentare la captazione dell'energia solare anche nella prima parte della mattinata e nelle ultime ore pomeridiane, sono state proposte strutture ad inseguimento mono-assiale est-ovest.

La struttura di sostegno è stata quindi progettata partendo dai presupposti sopra descritti.

La fondazione della struttura verrà realizzata con pali metallici (o viti) di opportuna lunghezza infissi nel terreno. La dimensione ed il modello delle fondazioni sono state determinate in sede di calcolo strutturale come da relazione allegata.

Per il montaggio dei pali sarà utilizzato uno speciale macchinario in grado di trasmettere al palo la forza necessaria per essere inserito nel terreno.

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

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

Da non sottovalutare per esempio, nella scelta dei materiali, è anche l'eventualità della presenza di azioni corrosive sulle parti metalliche della struttura che ne pregiudicherebbero la stabilità nel tempo.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 e la CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 stabiliscono i criteri per i carichi permanenti, carico d'esercizio, sovraccarico neve e azioni termiche.

Per la realizzazione dell'impianto si è scelta una struttura ad inseguimento mono-assiale in grado di produrre più energia per metro quadro grazie al rivoluzionario design mono assiale e a moduli solari ad alta efficienza.

La struttura permette di ridurre le zone di ombra e consente di posizionare gli inseguitori ad una distanza ravvicinata, occupando 20% di terreno di meno rispetto ai sistemi convenzionali ad inclinazione fissa in silicio cristallino e 60% di meno rispetto a quelli a film sottile.

Il sistema adottato a parità di potenza installata consente un minor consumo di terreno utilizzato, ed una manutenzione minima.

Questa tecnologia elettromeccanica consente di seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione e massimizzando la producibilità e la resa del campo.

L'inseguitore è dotato di una barra centrale, mossa da un attuatore, che trasmette il movimento a diverse file (inseguitore multifila). In caso di inseguitore monofila ciascuna fila avrà il proprio attuatore. La rotazione massima permessa è di $\pm 60^\circ$. Le fondazioni saranno realizzate mediante pali ad infissione nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo.


Le strutture in oggetto saranno disposte secondo file parallele sul terreno; la distanza tra le file è calcolata ottimizzando i fenomeni di ombreggiamento che interessano le file adiacenti.

Una caratteristica avanzata di questi inseguitori è detta **backtracking**, per ottimizzare il problema degli ombreggiamenti che inevitabilmente le file di moduli fotovoltaici causano all'alba e al tramonto sollevandosi verso l'orizzonte. Questa tecnica prevede che i servomeccanismi orientino i moduli in base ai raggi solari solo nella fascia centrale della giornata, ma invertano il tracciamento a ridosso di alba e tramonto in modo tale da evitare tutto l'anno che le strutture si facciano ombra tra di loro.

Il sistema di controllo dell'inseguimento verrà programmato attraverso un algoritmo con orologio astronomico che tiene conto della traiettoria solare.

Il "MODULO STANDARD 2V" utilizzato in questo campo è costituito da una struttura in elevazione in acciaio TIPO TRACKER DI SUPPORTO MODULI FOTOVOLTAICI TILT +/-60A ANCORAGGIO CON PALI (PROFILI) INFISSI nel terreno per circa 2 - 2,9 mt, come in figura, collegati superiormente da un Tubo Quadro 120*120*3 sul quale poggiano attraverso elementi in OMEGA 65x30x25 i moduli fotovoltaici. L'angolo d'inclinazione è variabile. Per maggiore chiarezza si rimanda alle tavole grafiche allegate.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	12

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

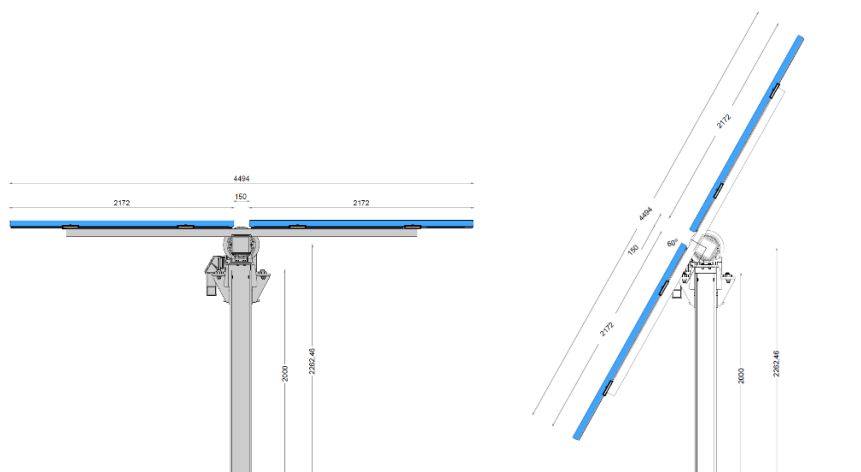


Figura 2: Schema della struttura - sezione

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

L'intera struttura è realizzata completamente in acciaio ed è caratterizzata da 5 portali, posti ad interasse 7784 e 7654 mm con due sbalzi laterali da 2704 mm. Gli elementi strutturali costituenti sono rappresentati da un pilastro centrale (ove è posizionato il rotore) di sezione HEA160 e 4 PROFILI A Z 150x50x20, tutti gli elementi precedenti sono collegati superiormente da un Tubo Quadro 120*120*3.

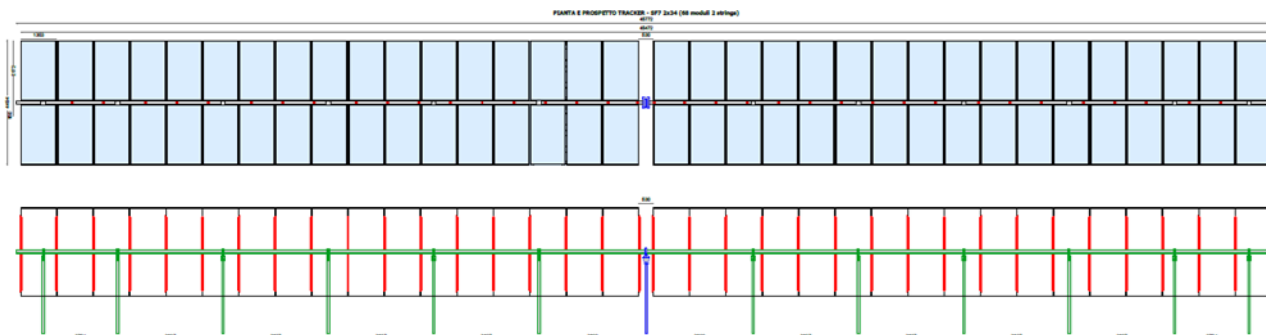



Figura 3: Schema della struttura - viste

L'elemento di appoggio del pannello fotovoltaico è costituito, come già indicato, da elementi Reinforced omega 65x30x25 l=460 mm, Aluzinc S280GD+AZ185 e profili A Z 25x65x25 di bordo, disposti con un passo pari a circa 530 mm e inclinazione variabile. La figura seguente mostra un impianto realizzato con questo tipo di inseguitore.



Figura 4: Esempio di installazione strutture - viste

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	13

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW			
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO			
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.			
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.: ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:


- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali
- inclinazione sull'orizzontale +60° -60°
- Esposizione (azimuth): 0°
- Altezza min: 0,5 m (rispetto al piano di campagna).

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	14

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

Bifacial Yield Boost

The SF7 standard configuration enables cost-effective installation, operation, and innovation such as the bifacial tracking solution.



UNITED STATES
5800 Las Positas Road
Livermore, CA 94551
usa@soltec.com
+1 510 440 9200

SPAIN
(Murcia)
info@soltec.com
+34 968 603 153
(Madrid)
emea@soltec.com
+34 91 449 72 03

BRAZIL
brasil@soltec.com
+55 071 3026 4900

MEXICO
mexico@soltec.com
+52 1 55 5557 3144

CHILE
chile@soltec.com
+56 2 25738559

PERU
peru@soltec.com
+51 1422 7279

INDIA
india@soltec.com
+91 124 4568202

AUSTRALIA
australia@soltec.com
+61 2 8067 8811

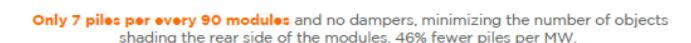
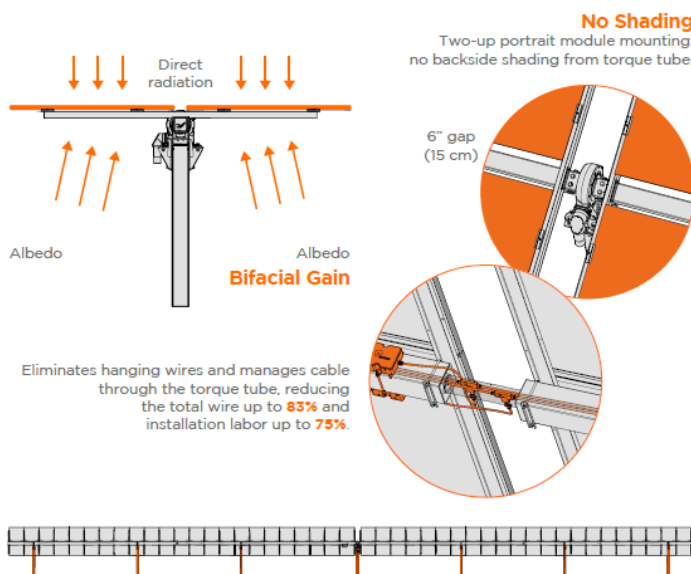
CHINA
china@soltec.com
+86 21 66285799

ARGENTINA
argentina@soltec.com
+54 9 114 889 1476

EGYPT
egypt@soltec.com

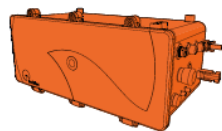
B&V Bankability report
DNV GL Technology
Review available
RWDI WIND TUNNEL TESTED

2 year background
Industrial operation

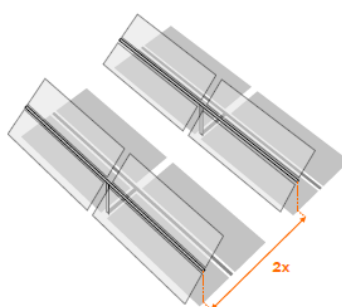


Bifacial performance is increased by height of installation, reducing shadow intensity projection.

Highest Power Density




SF7 is **Self-Powered PV Series** and does not require an extra module. More PV active area per tracker for better land-use.



www.soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec America LLC • SF7.180509US

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	15

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

TECHNICAL DATASHEET



Single-Axis Tracker

MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows
Tracking Range	up to $\pm 60^\circ$
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor
Power Supply	PV Series Self-powered Supply 2.0 Optional: 120/240 Vac or 24 Vdc power-cable
Tracking Algorithm	Astronomical with TeamTrack® Backtracking
Communication	Open Thread Full Wireless Optional: RS-485 Full Wired RS-485 cable not included in soltec scope
Wind Resistance	Per Local Codes
Land Use Features	Independent Rows YES Slope North-South up to 17% Slope East-West Unlimited Ground Coverage Ratio Configurable. Typical range: 30-50%
Foundation	Driven Pile Ground Screw Concrete
Temperature Range	Standard - 4°F to +131°F -20°C to +55°C Extended -40°F to +131°F -40°C to +55°C
Availability	>99%
Modules	Standard: 72 / 78 cells Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others)

SPAIN / Headquarters
Pol. Ind. La Serreta
Gabriel Campillo, s/n, 30500
Molina de Segura, Murcia, Spain
info@soltec.com
+34 968 603 153

MADRID
Núñez de Balboa 33, 1ªA
28001 Madrid
emea@soltec.com
+34 91 449 72 03

UNITED STATES
usa@soltec.com
+1 510 440 9200

BRAZIL
brasil@soltec.com
+55 071 3026 4900

MEXICO
mexico@soltec.com
+52 1 55 5557 3144

CHILE
chile@soltec.com
+56 2 25738559

PERU
peru@soltec.com
+51 1422 7279

INDIA
india@soltec.com
+91 124 4568202

AUSTRALIA
australia@soltec.com
+61 2 9275 8806

CHINA
china@soltec.com
+86 21 66285799

ARGENTINA
argentina@soltec.com
+54 9 114 889 1476

EGYPT
egypt@soltec.com

B&V Bankability report
DNV GL Technology
Review available
RWDI WIND TUNNEL TESTED

MODULE CONFIGURATIONS Approximate Dimensions

	Length	Height	Width		Length	Height	Width
2x28	29.2 m (95' 10")			2x42	43.6 m (143')		
2x29	30.2 m (99' 1")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")	2x43.5	45.6 m (149' 7")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")
2x30	31.4 m (103')			2x45	46.7 m (153' 3")		

SERVICES

Pull Test Plan	Commissioning Plan
Factory Support Plan	Operation & Maintenance Plan
Onsite Advisory Plan	Tracker Monitoring System Plan
Construction Plan	Solmate Customer Care

MAINTENANCE ADVANTAGES

Self-lubricating Bearings
Face to Face Cleaning Mode
2x Wider Aisles

WARRANTY


Structure 10 years (extendable)
Motor 5 years (extendable)
Electronics 5 years (extendable)



soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec Energías Renovables • SF7.21011.V7

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	16

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

5.3.2 Moduli FV

I moduli fotovoltaici selezionati per la progettazione dell'impianto, saranno di prima marca e ultima generazione. La tipologia sarà di tipo consolidato, silicio cristallino a 120 celle, indicativamente della potenza di 605 Wp, dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido, al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione. I componenti elettrici e meccanici installati saranno conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

Ogni Modulo sarà dotato di una scatola di Giunzione con caratteristiche IP68 con relativi Diodi di By-Pass. I moduli presentano dimensioni pari **1.303 x 2.172 x 35** mm e risultano dotati di una cornice in alluminio anodizzato e sono dotati di certificazione di rispondenza alle normative IEC 61215, IEC 61730, UL1703

Come riportato nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007 tutti i componenti dell'impianto, oltre ad essere provati e verificati in laboratori accreditati in conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025, devono osservare le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0.85 P_{nom} * I/I_{stc}$$

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

Dove:

- P_{cc} Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} Potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I Irraggiamento in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- I_{stc} $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
- P_{ca} potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del $\pm 2\%$.

In particolare, verranno adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe.

Verranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezioni adeguate a ridurre le perdite sul lato in corrente continua.

I moduli fotovoltaici sono elementi di generazione elettrica. Essi saranno connessi in serie e/o parallelo, a seconda della tensione nominale richiesta. I pannelli sono costituiti da un numero ben definito di celle fotovoltaiche protette da un vetro e incapsulate in un materiale plastico. Il tutto racchiuso dentro una cornice metallica, che in alcuni casi non è presente (glass-glass).

Le cellule fotovoltaiche sono costituite di silicio. Questo materiale permette che il pannello produca energia dal mattino alla sera, sfruttando tutta l'energia messa a disposizione dal sole. Uno strato antiriflesso incluso nel trattamento della cella assicura uniformità di colore, rendendo il pannello esteticamente più apprezzabile.

Grazie alla robusta cornice metallica in alluminio anodizzato, capace di sostenere il peso e le dimensioni del modulo, e grazie alla parte frontale costituita da vetro temprato antiriflesso con basso contenuto di ferro, i pannelli soddisfano le restrittive norme di qualità a cui sono sottoposti, riuscendo a adattarsi alle condizioni ambientali di installazione per tutta la vita utile del pannello.


La scatola di derivazione contiene le connessioni per polo positivo e negativo e include 2 diodi che permettono di ridurre le perdite di energia dovute a ombreggiamento parziale dei moduli, proteggendo inoltre elettricamente il modulo durante il verificarsi di questa situazione.


Grazie alla loro robustezza, non hanno problemi ad adattarsi a condizioni ambientali avverse e, come precedentemente affermato, hanno una vita utile superiore ai 30 anni.

I pannelli saranno connessi all'impianto di terra secondo la normativa vigente.

Per questo progetto è stato selezionato il modulo FV **RISEN TITAN RSM 120-8-605M** dalle seguenti caratteristiche:

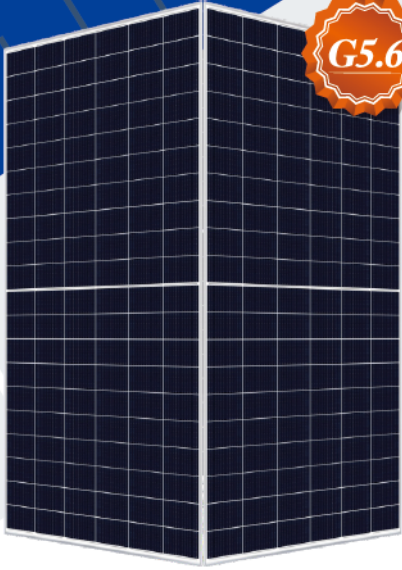
Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	17

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:



**HIGH PERFORMANCE
BIFACIAL PERC MONOCRYSTALLINE MODULE**

Draft 020














G5.6

RSM120-8-585BMDG-605BMDG


120 CELL Mono PERC Module	585-605Wp Power Output Range
1500VDC Maximum System Voltage	21.4% Maximum Efficiency

KEY SALIENT FEATURES

-  **Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing**
-  **Bifacial technology enables additional energy harvesting from rear side (up to 30%)**
-  **Industry leading lowest thermal co-efficient of power**
-  **Industry leading 12 years product warranty**
-  **Excellent low irradiance performance**
-  **Excellent PID resistance**
-  **Positive tight power tolerance**
-  **Dual stage 100% EL inspection warranting defect-free product**
-  **Module Imp binning radically reduces string mismatch losses**
-  **Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements**
-  **Certified to withstand severe environmental conditions**
 - ♦ Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
 - ♦ Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
 - ♦ Excellent mechanical resistance: wind load 2400Pa & snow load 5400Pa


RISEN ENERGY CO., LTD.
Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, compels value generation for its chosen global customers, Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

Tashan Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com



**Preliminary
For Global Market**


LINEAR PERFORMANCE WARRANTY
12 year Product Warranty / 30 year Linear Power Warranty



* Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd

THE POWER OF RISING VALUE

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	18

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

5.3.3 Inverter

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) effettua la conversione della forma d'onda elettrica, da continua in alternata, trasferendo la potenza del generatore fotovoltaico alla rete del distributore.

L'apparecchiatura selezionata sarà un inverter trifase da **350 kVA** nominali, di marca **SUNGROW** modello **SG350HX** o similare. Gli inverter verranno posizionati in maniera tale da ridurre le perdite e le sezioni dei cavi nei tratti in continua.

L'inverter sarà dotato di un sistema multi MPPT per un complessivo di **12**.

Ogni stringa è formata da n. **34** moduli connessi in serie, i cui parametri di funzionamento sono indicati nella tabella seguente:

Gli inverter utilizzati sono in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da ottenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme. Tali inverter sono idonei a trasformare la corrente continua prodotta dalle celle solari in corrente alternata utilizzabile e compatibile con la rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli dei rispettivi campi fotovoltaici.

La potenza in uscita dall'inverter si riduce lievemente fino ad arrivare a 50°C, grazie al sovradimensionamento degli IGBT, al disegno meccanico e al sistema di ventilazione. A partire da 50 °C si ha un "derating".


La gestione e il supporto di rete è un'altra funzione molto importante di cui è dotato l'inverter. Per questo è dotato di interfaccia di controllo di potenza (PCI) capace di seguire le istruzioni che provengono dall'operatore di rete.

L'inverter è capace di regolare la potenza attiva in funzione della frequenza di rete, in conformità con la normativa vigente. In caso di buchi di tensione o guasti in rete, l'inverter avrà la possibilità di immettere potenza reattiva per contribuire alla stabilità della rete stessa.

La parte elettronica dell'inverter rimarrà completamente isolata dall'esterno, realizzando così una protezione massima senza l'ausilio di filtri antipolvere.

Di seguito sono riportate le caratteristiche dell'inverter selezionato:

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	20

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

SG350HX

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System

Preliminary



HIGH YIELD

- 12 MPPTs with max. efficiency 99.01%
- Fully compatible with 500Wp+ module
- Data exchange with tracker system, improving power generation



LOW COST

- Compatible with Al and Cu AC cables
- Mach power line communication (MPLC)
- Q at night function



SMART O&M

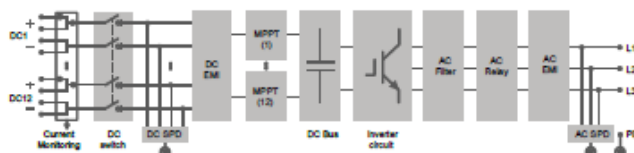
- Touch free commissioning and remote firmware upgrade
- Smart IV Curve diagnosis *
- Fuse free design with 2 strings per MPPT



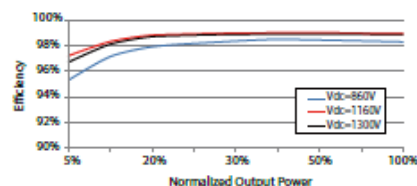
PROVEN SAFETY

- IP66 and C5 anti-corrosion
- Type II SPD for both DC and AC
- Compliant with global safety and grid code


CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE




Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	21

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

SUNGROW
Clean power for all

Type designation	SG350HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 550 V
Nominal PV input voltage	1080 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12 (optional: 14/16)
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	40 A * 12 (optional: 30 A * 14 / 30 A * 16)
Max. DC short-circuit current	60 A * 12 (optional: 60 A * 14 / 60 A * 16)
Output (AC)	
AC output power	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C
Max. AC output current	254 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	640 – 920V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	99.01 % / 98.80 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch/ AC switch	Yes / No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Optional
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1100*890*360 mm
Weight	≤110 kg
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66
Night power consumption	< 6 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	R5485 / PLC
DC connection type	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , optional 10mm ²)
AC connection type	OT/DT terminal (Max. 400 mm ²)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013
Grid Support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	22

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

5.3.4 Trasformatore BT/MT

Il trasformatore è quel dispositivo statico che porta la tensione della corrente in uscita ai valori opportuni per la connessione alla rete. Nel caso specifico del progetto in esame, è prevista l'installazione di trasformatori con tensione massima di isolamento fino a 36 kV.

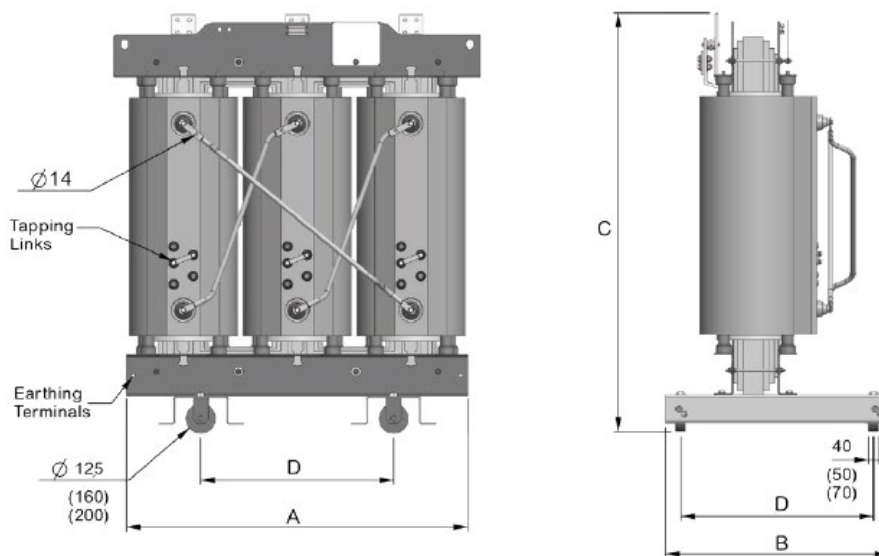
Il gruppo di conversione verrà connesso ad un trasformatore, i cui valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. In particolare, l'insieme del quadro di ingresso linee inverter, del trasformatore e delle apparecchiature di sezionamento e protezione saranno installati in cabine di campo costituite da prefabbricati.

I dati tecnici dei trasformatori previsti in progetto sono di seguito riportati considerando le taglie da 2.000 kVA.

Frequenza nominale:	50 Hz
Potenza nominale:	2.000 kVA
Tensione nominale avvolgimento primario:	30 kV
Tensione nominale avvolgimento secondario:	400-800 V
Classe ambientale:	E1 (Bassa formazione di condensa e basso inquinamento)
Classe climatica:	C2 (possono essere alimentati, stoccati e trasportati in condizioni climatiche fino a -25°C)
Classe di comportamento al fuoco:	F1 (trasformatore soggetto a rischio di incendio ed è richiesta un'inflammabilità ridotta. L'incendio al trasformatore deve essere estinto in un lasso di tempo specifico)

Tabella 3: Caratteristiche dei trasformatori

La figura sottostante rappresenta gli elementi dimensionali che compongono il trasformatore.




Rated power (kVA)		160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Without enclosure IP00														
Dimensions (mm)	A	1470	1440	1440	1490	1470	1510	1590	1660	1720	1930	1970	2050	2290
	B	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	950	1270	1270
	C	1710	1710	1730	1870	1890	1930	2080	2100	2270	2180	2370	2450	2530
	D	520	520	670	670	670	670	670	820	820	820	820/1070	820/1070	1070
Total weight (kg)		1450	1450	1500	1720	1820	1980	2410	2800	3320	4110	4650	5510	7220

Figura 5: Elementi dimensionali del trasformatore

Gli avvolgimenti di media tensione sono composti da cavi rettangolari o tondi in alluminio o in rame e da materiale isolante di classe F (oppure di classe H opzionale). La selezione del tipo di materiali dei conduttori e degli isolanti dipendono dalle richieste del cliente. Gli avvolgimenti di media tensione vengono colati sottovuoto per ottenere una struttura senza spazi vuoti e trattati lentamente per ottenere bobine senza alcuna crepa. I trasformatori in resina garantiscono un lungo ciclo di vita grazie alle basse scariche parziali.

La tecnologia di avvolgimento a foglio viene utilizzata per la bassa tensione grazie ai vantaggi che ne derivano. L'avvolgimento di bassa tensione è prodotto in fogli di alluminio o di rame a seconda delle richieste del cliente. Questa tecnologia riduce le forze assiali durante i cortocircuiti e i materiali isolanti pre-impregnati con classe di isolamento F o H (a seconda delle richieste del cliente) assicurano il controllo delle forze radiali in caso di cortocircuito. Le bobine vengono trattate dopo l'avvolgimento per garantire la forza dielettrica necessaria contro le condizioni ambientali ed atmosferiche gravose.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	23

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

Il nucleo è composto da acciaio al silicio di primissima qualità. laminato a freddo e a grani orientati. I nuclei sono sovrapposti con tecnologia step-lap e progettati per avere una bassa induzione magnetica per ottenere perdite in assenza di carico, livelli di rumorosità e corrente di eccitazione ridotti. Sono protetti da un rivestimento in resina anticorrosione e da una vernice resistente alle alte temperature.

Per l'assemblaggio dei trasformatori in resina vengono utilizzate delle strutture apposite. Esse mantengono unite le bobine e i nuclei. Le bobine sono supportate da ganci in plastica rinforzata in fibra di vetro per resistere alle vibrazioni e ai cortocircuiti. Le ruote permettono al trasformatore di essere spostato sia per il lungo che di lato. Tutte le parti in acciaio sono rivestite in epossido con vernice anticorrosione. Il metodo di verniciatura è selezionato a seconda delle condizioni ambientali dell'applicazione.


La colata degli avvolgimenti di media tensione per i trasformatori in resina viene effettuata sottovuoto e utilizzando resine epossidiche ad alta qualità. È previsto l'utilizzo di resina al quarzo come materiale di riempimento. Le classi termiche delle resine epossidiche e del materiale isolante utilizzati per gli avvolgimenti sono di livello F o H a seconda delle specifiche di progettazione esecutiva.

La tabella seguente indica i dati tecnici dei trasformatori selezionati.

Power kVA	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Primary voltage	30 kV												
Secondary voltage	400 V between phases (at no load)												
HV insulation level	36 kV BIL 1 (145 / 70 kV)												
HV tapping range	+/- 2.5% and/or +/- 5%												
Vector group	Dyn 11, Dyn 5, Dyn 1 (other vector groups upon request)												
No-load losses (w)	414	538	641	776	934	1139	1346	1604	1863	2277	2691	3209	3933
Load losses at 120°C (w)	2860	3740	4264	4950	6193	7810	8800	9900	12100	14300	17600	20900	24200
Impedance voltage (%)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Acoustic Level dB(A):													
- power L _{WA}	53	56	58	59	60	61	63	64	66	67	69	70	73
- pressure L _{PA} (1m)	40	43	45	46	47	47	49	50	52	53	54	55	58

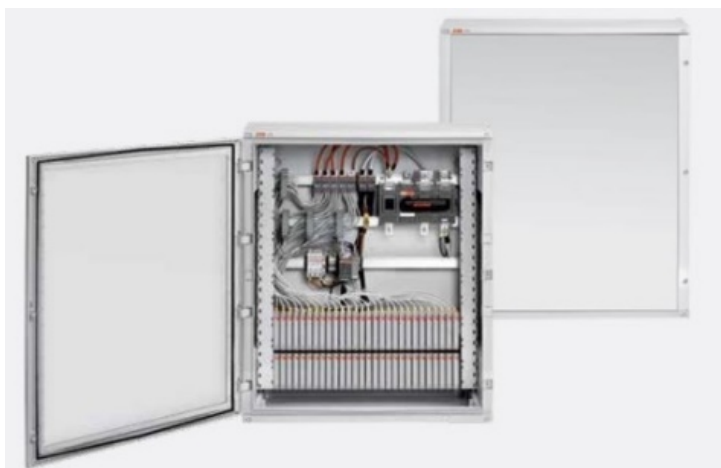
Tabella 4: Dati tecnici dei trasformatori selezionati

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	24

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

5.3.5 Quadri di parallelo stringhe


Le stringhe composte da **34** moduli (una struttura intera) verranno collegate alle cassette di parallelo stringa ubicate su appositi supporti alloggiati sotto le strutture, protetti da agenti atmosferici, e saranno realizzati in policarbonato ignifugo, dotato di guarnizioni a tenuta stagna grado isolamento IP65 cercando di minimizzare le lunghezze dei cavi di connessione. I quadri di parallelo stringa potranno essere dotati di sistema di monitoraggio.



String combiner type	1 st.	2 st.	3 st.	4 st.	6 st.	8 st.	10 st.	12 st.	14 st.	16 st.	18 st.	20 st.	24 st.	28 st.	32 st.	
General Data																
Maximum Voltage	1000VDC															
No of DC Input (+ & -, optional)	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	
SPD protection	Type 2 Pluggable															
String protection	No			Per each incoming string												
Monitoring	No							Optional								
Monitoring Parameters	No							Current, temperature and SPD signal as standard. Optional to include Voltage and Disconnecter signal								
Communication Protocol	No							Modbus RTU								
Enclosure Type																
Model	Europa					Gemini										
Material Type	Thermoplastic															
Door Type/ Opening	Transparent, Hinged Door					Opaque, Hinged Door openable 180 Deg										
Lock Type	Click on push to lock					Doors supplied with 2 standard double bit locks (3 for sizes 5 and 6)										
Rated Service Voltage	1000VDC															
Degree of resistance to Impacts	IK 10															
Degree of protection	IP65					IP66										
Recyclable	100%															
Environmental data																
Operating Temperature °C	-20°C upto +50°C															
Storage temperature °C	-20°C upto +60°C															
Resistance to Abnormal heat and fire	upto 750°C															
Height above Sea level	Up to 2000m															
Humidity	up to 95%															
DC Input																
Input Cable entry	M16 Cable Gland, 2,5 - 16 mm ²															
Input Connection	Terminals			Directly on the Fuse Holder												
Fuse Type	No fuse			Cylindrical 10x38 gPV												
Fuse Size	15A															
DC Output																
Output Cable gland +/-	M16	M16	M16	M16	M25	M25	M25	M32	M32	M32	M32	M40	M40	M40	M40	
Clamping cable diameter (m ²)	2,5-16				25-50			70-120			150-240					
Conductor material	Copper/Aluminium															
Terminal Type	Pipe terminal					Ring Terminal										
Voltage DC	1000VDC															
Maximum current output	10A	20A	30A	40A	60A	80A	100A	120A	140A	160A	180A	200A	240A	280A	320A	

Tabella 5: Dati tecnici del quadro di parallelo stringhe

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	25

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

5.4 Cabine elettriche

All'interno del parco sono state predisposte cabine elettriche di campo e una cabina di raccolta, destinate ad accogliere:

- quadro di parallelo AC;
- quadro MT per il sezionamento del trasformatore;
- trasformatore MT/BT;
- trasformatore MT/BT per aux;
- componenti per i servizi ausiliari e sistemi di sicurezza.

Le cabine, sono suddivise in tre vani destinati a:

- trasformatore MT/BT;
- inverter quadro parallelo AC, scomparto MT protezione trasformatore;
- servizi ausiliari.

Al fine di garantire una corretta ventilazione dei componenti è stata prevista, oltre alle griglie di ripresa disposte come da tavola specifica, l'installazione n°1 torrino elettrico, sempre da 5.600 mc/h installato sul vano trasformatore.

La ventilazione del vano servizi ausiliari è invece favorita da un estrattore del tipo eolico.

La "cabina di raccolta" e la "cabina di ricezione" saranno del tipo prefabbricato, e realizzate mediante una struttura monolitica in calcestruzzo armato vibrato autoportante, completa di porta di accesso e griglie di aerazione.

Le pareti sia interne che esterne sono di spessore non inferiore a 7-8 cm. Il tetto di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/m² ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/m². Sul pavimento saranno predisposte apposite finestre per il passaggio dei cavi MT e BT, completo di botola di accesso al vano cavi.

I materiali da utilizzare per le porte e le griglie sono o vetroresina stampata, o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti.

La base della cabina sarà sigillata alla platea, secondo lo standard consolidato con ENEL, mediante l'applicazione di un giunto elastico tipo: ECOACRIL 150; successivamente la sigillatura sarà rinforzata mediante cemento anti-ritiro.


Anche le fondazioni delle cabine sono prefabbricate e per l'alloggio dovrà essere realizzata un'apposita area con livellazione e costipamento del terreno e predisposizione di un letto di sabbia.



Figura 6: Cabine elettriche

Il manufatto dovrà presentare una notevole rigidità strutturale ed una grande resistenza agli agenti esterni atmosferici che lo renderanno adatto all'uso anche in ambienti con atmosfera inquinata ed aggressiva.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	26

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

L'armatura interna della cabina sarà totalmente collegata elettricamente, dovrà creare una vera gabbia di Faraday tale da proteggere tutto il sistema da sovratensioni atmosferiche limitando inoltre, a valori trascurabili, gli effetti delle tensioni di passo e di contatto.

L'armatura metallica sarà costituita da acciaio e rete elettrosaldata tipo B450C.

Le pareti esterne dovranno essere trattate con un rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscono il perfetto ancoraggio sul manufatto, inalterabilità del colore e stabilità agli sbalzi di temperatura.

5.4.1 Servizi ausiliari

L'impianto avrà anche dei servizi ausiliari composti essenzialmente dalle apparecchiature elettriche proprie alle cabine, quelle necessarie alla sorveglianza e al monitoraggio del parco stesso.

Le principali apparecchiature da alimentare nelle cabine sono: illuminazione, monitoraggio impianto, ventilazione trasformatori, UPS, servizi inverter, telecamera per TVCC, sensori antifumo, antiallagamento e anti- intrusione.

Per quanto riguarda la sorveglianza verranno installate diverse telecamere fisse che sorvegliano il perimetro dell'impianto, su ogni telecamera verrà installato un faro nella direzione della stessa che si accende solo in presenza di un allarme.

Inoltre, si valuterà l'ipotesi di installare telecamere di tipo DOM a sorveglianza dell'intero impianto. La protezione perimetrale include anche sistema antintrusione con sensori a micro-onde e infrarosso (opzionale) o eventuali altri sistemi con tecnologie diverse.

Verranno valutate eventuali installazioni di stazioni meteo, composte da: un tachoanemometro (misura della velocità del vento), un gonioanemometro (misura la direzione e velocità del vento), un barometro elettronico, un sensore temperatura-umidità, due piranometri di classe "secondary standard" in piano, un piranometro inclinato, un sensore di radiazione diffusa secondary standard in piano, due celle di riferimento, un datalogger.

Tutti i servizi ausiliari, per ciascun lotto, verranno alimentati da un trasformatore da 30kVA installato nella rispettiva cabina ausiliari appositamente dedicata.

I tracker monoassiali utilizzati come struttura di supporto per i moduli avranno un consumo compensato da un piccolo impianto off grid alimentato da un modulo pv ed una batteria completamente autonomi ed indipendenti dal resto dell'impianto.

5.4.2 Quadro di parallelo CA

L'uscita di ogni inverter sarà connessa al quadro di parallelo per la corrente alternata tramite un interruttore magnetotermico da 160A.

La distribuzione nel quadro generale avverrà tramite un sistema di sbarre, collegate a un interruttore motorizzato da 2500 A.

Il quadro dovrà essere realizzato con componenti modulari trattato con vernici epossidiche ed avrà grado di protezione IP30.

Il quadro sarà predisposto per l'interfaccia con il contatore dell'energia tramite l'inserimento sulle sbarre principali di trasformatori amperometrici (verificati UTIF) corredati di copertura antifrode. Per la contabilizzazione dell'energia impiegata per i servizi ausiliari, data la conformazione della linea di alimentazione del QAux, la stessa va ad attraversare i trasformatori amperometrici posti all'interno di un quadretto dedicato.

I quadri di parallelo inverter dovranno essere dotati di scaricatori di sovratensione opportunamente dimensionati.

5.4.3 Quadro servizi ausiliari

Il quadro di gestione dei servizi ausiliari ha il compito di gestire la protezione ed il sezionamento di tutti i servizi di supporto alla sezione di produzione del campo quali:

- sistema antintrusione e video controllo;
- gruppo di continuità per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia SPI e SPG;
- sistema di monitoraggio della produzione;
- illuminazione notturna.

Ogni cabina di sottocampo sarà corredata di n.1 quadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari.


5.4.4 Dispositivi di misura

Un impianto fotovoltaico collegato deve avere uno o più gruppi di misura per contabilizzare l'energia scambiata (sia prelevata, sia immessa) con la rete del Distributore.

In particolare, in parallelo alla rete è necessario misurare l'energia fotovoltaica immessa in rete, mentre a discrezione del produttore è possibile inserire dei gruppi di misura per la rilevazione dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico o per l'energia necessaria ai vari servizi ausiliari del campo fotovoltaico, in base alle esigenze di monitoraggio e controllo dell'impianto stesso.

Pertanto, al fine del rilevamento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e della ulteriore valorizzazione, relativa alla vendita, saranno installati dei misuratori in grado di rilevare tali grandezze all'interno della cabina di arrivo linea posta prima della trasformazione in AT che ricordiamo avviene nella SE Condominio.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	27

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Ulteriori gruppi di misura potranno essere inseriti a discrezione del produttore.

Nella cabina suddetta verrà installato un gruppo di misura di classe 0,2 per la misura dell'energia prodotta dall'intero impianto, oltre che i contatori UTF per il controllo del consumo del trasformatore dei servizi ausiliari.

5.4.5 Cavidotti interni all'impianto fotovoltaico

5.4.5.1 Conduttori DC (lato BT)

I collegamenti tra pannelli e gli inverter di stringa dovranno essere realizzati con conduttore con guaina isolante resistente ai raggi UV, al fine di garantire le prestazioni di durata richieste. La sezione sarà tale da garantire una caduta di tensione minima come indicato nelle tabelle allegate.

Il cavo solare da utilizzare dovrà essere del tipo **H1Z2Z2-K** e possono essere impiegati per impianti fino a 1500 V c.c., conformemente ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11).

I cavi **H1Z2Z2-K** utilizzati per l'interconnessione dei moduli fotovoltaici devono essere fascettati (per mezzo di fascette resistenti ai raggi UV, ossia con alto contenuto di grafite) alle strutture di sostegno degli stessi, mentre i cavi di prolungamento di ognuna delle stringhe confluiscono verso gli inverter con percorso prima libero (eventualmente su passerelle porta-cavi, posizionate sulle stesse strutture di sostegno) e poi in cavidotti di protezione in PVC del tipo corrugato interrato.

I cavi impiegati per il collegamento tra i moduli di stringa, posati nella parte posteriore dei moduli stessi, tengono conto che la temperatura del cavo può raggiungere anche 70 °C. Tali cavi, che formano la singola stringa, verranno quindi raccolti nei quadri di parallelo stringa posizionati in prossimità delle strutture in posizione baricentrica.



5.4.5.2 Conduttori CA (lato BT)

I cavi che realizzano il collegamento tra gli inverter ed i quadri di parallelo AC (QP) saranno in alluminio (dimensionati in modo da supportare le correnti previste (dipendenti dal tipo di modulo) nelle rispettive condizioni di posa e conformi alle norme CEI20-13, CEI20-22 II e CEI20-37 I. Marchiatura IMQ, colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 24 kV); tali cavi saranno direttamente interrati e del tipo **ARG16R16 Quadripolari – 0,6/1 kV**. Tale tipologia di cavo risulta adatto per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale (per installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili).



5.4.6 Conduttori MT

Il cavidotto esterno viene realizzato per connettere la "cabina di raccolta" posta nell'impianto fotovoltaico e la "cabina di ricezione" posta all'interno della Stazione di UtENZA (SdU).


Tale linea MT correrà in un'unica sezione di scavo e sarà realizzata con cavi unipolari in alluminio, in formazione a trifoglio ad elica visibile, come già detto in precedenza, del tipo **ARE4H1R-18/30 KV** e giunti con muffe a colata di resina.

Sia i cavidotti d'interconnessione (cavidotti interni) fra le skids che i cavidotti di vettoriamento (esterno) seguiranno un tracciato sia su strada esistente (strade comunali e/o provinciali) sia strade di nuova realizzazione. All'interno del parco sarà realizzata una rete elettrica con cavi interrati alla tensione di esercizio a **30 kV**.

I cavi utilizzati saranno del tipo **ARE4H1R 18/30kV** con le seguenti principali caratteristiche:

- conduttore in alluminio con formazione rigida compatta, classe 2;
- semiconduttore interno estruso;

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	28

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW			
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO			
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.			
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.: ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

- isolante in XLPE;
- semiconduttivo esterno in elastomerico estruso pelabile a freddo.

I cavi saranno interrati direttamente, la profondità di interramento sarà non inferiore a 1 m. Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa prevista dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria.


I cavi avranno sezione opportuna di modo che la portata nominale (nelle condizioni di posa previste) sia sufficiente a trasportare la corrente in condizioni di normale funzionamento.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici sarà utilizzata per l'interramento (in tubazione) di cavi di controllo e comunicazione, utilizzati per la trasmissione di dati fra le torri.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	29

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

6. SISTEMA DI ACCUMULO: GENERALITA'

Ogni impianto fotovoltaico ha la necessità di essere servito da una fornitura di energia elettrica per l'alimentazione dei servizi ausiliari. Infatti, durante il periodo di non funzionamento dell'impianto di produzione, come ad esempio nel periodo notturno, le apparecchiature elettriche che sono in funzione vengono alimentati da una fornitura esterna definita dei "servizi ausiliari".

In particolare, "la potenza elettrica assorbita dai servizi ausiliari è la potenza elettrica consumata dai servizi ausiliari della centrale direttamente connessi con la produzione di energia elettrica e comprende quella utilizzata – sia durante l'esercizio che durante la fermata della centrale – per gli impianti di movimentazione del combustibile, per l'impianto dell'acqua di raffreddamento, per i servizi di centrale, il riscaldamento, l'illuminazione, per le officine e gli uffici direttamente connessi con l'esercizio della centrale".

Gli impianti fotovoltaici, a seconda della tipologia di installazione, si possono qualificare come a Cessione Totale o in Autoconsumo, la differenza tra i due è che il primo tipo utilizza una fornitura di energia dedicata per alimentare i servizi ausiliari di generazione, mentre nel secondo questi vengono alimentati direttamente dalla stessa produzione della centrale. Nei momenti della giornata di non produzione, durante la notte ad esempio, i servizi ausiliari vengono alimentati dallo stesso collegamento che serve all'immissione dell'energia elettrica prodotta.

La disponibilità attuale sul mercato di Sistemi di Accumulo offre la possibilità di alimentare i servizi ausiliari con energia prodotta dallo stesso impianto. Infatti, durante il giorno una parte dell'energia prodotta anziché essere immessa nella rete elettrica nazionale viene utilizzata per ricaricare delle batterie, che verranno utilizzate per alimentare appunto i servizi ausiliari durante le ore di non funzionamento dell'impianto.

6.1 Norme tecniche e leggi di riferimento

L'attuale quadro regolatorio definisce:

- le disposizioni per la connessione alla rete dei sistemi di accumulo;
- le condizioni per l'erogazione del servizio di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica prelevata dai sistemi di accumulo;
- le condizioni per l'erogazione del servizio di dispacciamento in presenza di sistemi di accumulo;
- le disposizioni inerenti all'erogazione del servizio di misura in presenza di sistemi di accumulo;
- le condizioni per la corretta erogazione degli incentivi o dei regimi commerciali speciali (ritiro dedicato e scambio sul posto), in caso di integrazione di sistemi di accumulo negli impianti di produzione che ne beneficiano;
- i servizi di rete che dovranno essere prestati dai sistemi di accumulo.

Il Comitato Elettrotecnico Italiano, nel mese di luglio 2016, ha pubblicato la Variante V2 alla Norma CEI 0-16 e la nuova edizione della Norma CEI 0-21, in vigore a partire dal 1° agosto 2016.

In particolare, con la nuova edizione della Norma CEI 0-21, il CEI ha:

- allineato la Norma CEI 0-21 alle disposizioni previste dalla Norma europea CEI EN 50438 che comporta tra l'altro l'estensione del campo di applicazione delle disposizioni previste per gli utenti attivi anche agli impianti di produzione con potenza nominale inferiore a 1 kW;
- aggiornato le prescrizioni relative agli inverter e ai sistemi di protezione di interfaccia;
- definito i protocolli di test direttamente applicabili ai sistemi di accumulo e le specifiche per l'esecuzione delle prove (Allegato B);
- aggiornato lo schema standard del regolamento di esercizio, comprensivo delle verifiche periodiche dei sistemi di protezione (Allegato G).

Le opere previste per la realizzazione di un impianto di accumulo sono soggette alla normativa dell'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambienti n. 574/2014/R/EEL del 20.11.2014 "Disposizioni relative all'integrazione dei sistemi di accumulo di energia elettrica nel sistema elettrico nazionale" e ss.mm.ii., ed alla norma tecnica 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".


Di seguito vengono forniti i principali riferimenti tecnico-normativi e legislativi per la connessione dei sistemi di accumulo alle reti elettriche di distribuzione in Italia (Fonte GSE).

In particolare, si definiscono le prescrizioni tecniche che devono soddisfare i sistemi di accumulo secondo quanto riportato nelle varianti di dicembre 2014 delle Norme CEI 0-21 e CEI 0-16.

6.2 Definizioni

Prima di entrare nel merito delle considerazioni tecniche che hanno portato alle scelte di progetto è necessario precisare i termini della questione, definendo i parametri essenziali secondo la normativa tecnica.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	30

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Sistema di Accumulo (SdA): è un insieme di dispositivi, apparecchiature e logiche di gestione e controllo, funzionale ad assorbire e rilasciare energia elettrica, previsto per funzionare in maniera continuativa in parallelo con la rete con obbligo di connessione di terzi o in grado di comportare un'alterazione dei profili di scambio con la rete elettrica (immissione e/o prelievo). Il sistema di accumulo può essere integrato o meno con un impianto di produzione (se presente).

Non rientrano i sistemi utilizzati in condizioni di emergenza che, pertanto, entrano in funzione solo in corrispondenza dell'interruzione dell'alimentazione dalla rete elettrica per cause indipendenti dalla volontà del soggetto che ne ha la disponibilità.

Sistema di Accumulo Bidirezionale: è un sistema di accumulo che può assorbire energia elettrica sia dall'impianto di produzione che dalla rete con obbligo di connessione di terzi.

Sistema di Accumulo Monodirezionale: è un sistema di accumulo che può assorbire energia elettrica solo dall'impianto di produzione.

Sistema di Accumulo Lato Produzione: è un sistema di accumulo installato o nel circuito elettrico in corrente continua (eventualmente anche integrato nell'inverter) o nel circuito elettrico in corrente alternata, nella parte di impianto compresa tra l'impianto di produzione e il misuratore dell'energia elettrica prodotta.

Sistema di Accumulo Post Produzione: è un sistema di accumulo installato nella parte di impianto compresa tra il misuratore dell'energia elettrica prodotta e il misuratore dell'energia elettrica prelevata e immessa.

Energia elettrica assorbita da un sistema di accumulo: è l'energia elettrica che il sistema di accumulo ha assorbito.

Energia elettrica prelevata da un sistema di accumulo: è la parte dell'energia elettrica prelevata dalla rete elettrica destinata ad essere assorbita dal sistema di accumulo;

Energia elettrica immessa da un sistema di accumulo: è la parte dell'energia elettrica immessa nella rete elettrica rilasciata dal sistema di accumulo;

Energia elettrica rilasciata da un sistema di accumulo: è l'energia elettrica che il sistema di accumulo ha rilasciato;

Potenza nominale del sistema di accumulo: è il valore nominale della potenza che il sistema di accumulo è in grado di assorbire e di rilasciare;

Regimi commerciali speciali: sono rappresentati dai meccanismi di scambio sul posto ai sensi della deliberazione 570/2012/R/efre di ritiro dedicato ai sensi della deliberazione n. 280/07.

6.3 Schemi di connessione e misura

Le norme CEI 0-16 e CEI 0-21, che definiscono in ambito nazionale le prescrizioni per la connessione degli utenti attivi e passivi alle reti delle imprese distributrici di energia elettrica in alta, media (CEI 0-16) e bassa tensione (CEI 0-21), sono state recentemente aggiornate per trattare anche gli aspetti relativi ai Sistemi di Accumulo (SdA) elettrico. Un primo aggiornamento (avvenuto a dicembre 2013) ha visto l'introduzione nelle norme della definizione di SdA, degli schemi di connessione, nonché delle caratteristiche e posizionamento dei misuratori di energia.

Nel dicembre 2014 le norme in oggetto sono state ulteriormente aggiornate tramite opportune varianti con i servizi di rete richiesti agli storage e le prescrizioni circa le caratteristiche di capability. Le novità normative e i provvedimenti regolatori collegati (Delibere 574/2014/R/eel e 642/2014/R/eel) hanno così portato a una piena definizione del quadro tecnico-regolatorio in tema di storage. In particolare, la delibera 642/2014/R/eel, pubblicata anch'essa a dicembre 2014, ha prescritto l'applicazione dei requisiti tecnici definiti nelle Regole Tecniche di Connessione (RTC) ai SdA per i quali è stata presentata richiesta di connessione alla rete a partire dal 21 novembre 2014.

Secondo la definizione, il SdA comprende quindi, oltre agli accumulatori (batterie), un insieme di dispositivi con relative logiche di gestione e controllo, quali appunto l'inverter/convertitore di accoppiamento alla rete e il BMS. Sono invece esplicitamente esclusi dalla definizione di SdA i sistemi che entrano in funzione solo al mancare della rete elettrica per cause indipendenti dalla volontà dell'utente, come gli UPS (Uninterruptible Power Supply) o CPS (Central Power Supply), rispettivamente conformi alle norme EN 62040 e EN 50171.


Inoltre, benché esistano anche altre tipologie di SdA oltre a quello elettrochimico (ad es. meccanico, termico, elettromagnetico, ecc.), le prescrizioni delle norme CEI 0-16 e CEI 0-21 si applicano, allo stato attuale, solo a SdA di tipo elettrochimico (batterie).

Le RTC forniscono gli schemi da adottare per la connessione del SdA all'interno dell'impianto dell'utente, nonché le caratteristiche del sistema di misura necessaria al corretto trattamento dei flussi di energia introdotti dall'accumulo, nonché al posizionamento dei sistemi di protezione.

Un SdA può essere installato:

- nella parte di impianto in corrente continua;
- nella parte di impianto in corrente alternata a valle del contatore di produzione del generatore;
- nella parte di impianto in corrente alternata a monte del contatore di produzione del generatore;
- presso un utente passivo

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	31

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Il sistema di accumulo previsto in progetto è del tipo installato nella parte di impianto in corrente alternata a monte del contatore di produzione.

Nella figura sotto si rappresenta lo schema di principio presente nella Norma CEI 0-16 per impianti con presenza di sistemi di accumulo. Visto che si tratta di uno schema generale, per qualsiasi tipo di generatore, si deve puntualizzare che, nel caso particolare del fotovoltaico, il generatore non è concepito per funzionare in isola e quindi non ci sono delle utenze privilegiate.

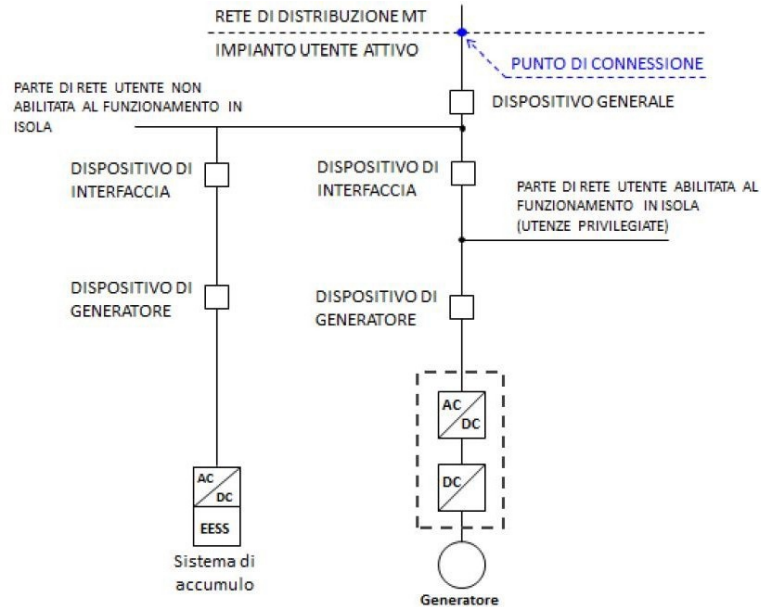


Figura 7: Schema di principio sistema di accumulo

Fra i diversi schemi di inserimento del sistema di accumulo che prevede la Norma CEI 0-16 è stato considerato quello riportato in figura sopra, cioè inserimento nella parte di impianto a corrente alternata a monte del contatore dell'energia prodotta. In questo modo, il contatore misurerà unicamente l'energia effettivamente prodotta, mentre gli eventuali scambi energetici fra il sistema di accumulo e la parte di rete di utente non abilitata al funzionamento in isola saranno contabilizzati da un ulteriore contatore, così come riportato nella figura sottostante.

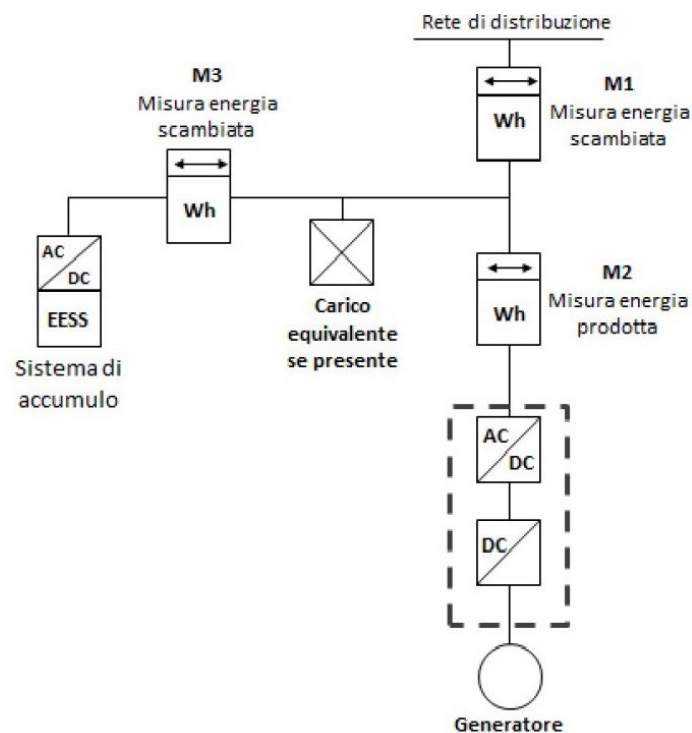



Figura 8: Misura dei flussi di energia con accumulo posizionato nella parte d'impianto in corrente alternata a monte del contatore dell'energia generata

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	32

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

6.4 Condizioni per l'installazione di sistemi di accumulo

I sistemi di accumulo devono essere integrati nel sistema elettrico nel rispetto delle disposizioni inerenti all'erogazione del servizio di connessione, trasmissione, distribuzione, misura e dispacciamento dell'energia elettrica previste nei provvedimenti dell'Autorità, nonché nel rispetto delle norme CEI di riferimento. Ai fini dell'installazione di sistemi di accumulo, trova applicazione quanto già previsto dal Testo Integrato Connessioni Attive (di seguito TICA), ivi inclusa la registrazione sul sistema GAUDÌ. In generale, nel caso di installazione di sistemi di accumulo non installati presso impianti di produzione, ovvero nei casi in cui l'installazione del sistema di accumulo sia contestuale alla realizzazione dell'impianto di produzione, il soggetto che richiede la connessione effettua la registrazione nel sistema GAUDÌ di Terna previa presentazione al gestore di rete territorialmente competente di una richiesta di nuova connessione, ai sensi del TICA. Qualora il sistema di accumulo sia installato presso impianti di produzione connessi e attivati, il richiedente aggiorna l'anagrafica dell'impianto di produzione nel sistema GAUDÌ, inserendo tutte le informazioni previste per i sistemi di accumulo, previa presentazione al gestore di rete territorialmente competente di una richiesta di adeguamento della connessione esistente, ai sensi del TICA.

Come previsto dalla regolazione di riferimento:

- i sistemi di accumulo sono trattati come gruppi di generazione e, a seconda della tipologia dell'impianto e dell'interdipendenza tra i vari gruppi, possono costituire o meno una sezione di produzione;
- è lasciata la facoltà agli utenti del dispacciamento, o ai produttori, di definire un'unità di produzione specifica per i sistemi di accumulo installati;
- un'unità di produzione caratterizzata da diversi gruppi di generazione, tra cui almeno un sistema di accumulo, è considerata un'unità programmabile o non programmabile a seconda della tipologia degli altri gruppi di generazione.

6.5 Caratteristiche della connessione

È prevista la connessione alla rete MT dell'impianto fotovoltaico che, a sua volta, è collegato alla rete pubblica di Terna. Inoltre, con apposito switch, sarà possibile utilizzare l'impianto di accumulo, nelle ore serali e notturne, come UPS per i circuiti elettrici e i relativi carichi passivi in autoconsumo, con alimentazione dalla rete pubblica di E Distribuzione in MT.

Il sistema di storage prevede l'installazione di un suo sistema di misura fiscale dell'energia usata per ricaricare le batterie e ceduta all'impianto fotovoltaico o alla rete elettrica che sarà ubicato all'interno del vano tecnico ed il contatore completo di modulo GSM, l'antenna e la morsettiera di prova piombabile verrà situato a parete nello stesso locale.

Sul quadro Utente sarà posizionato il dispositivo generale (DG), il dispositivo di interfaccia (DDI) ed il sistema di protezione di interfaccia (SPI), così come degli interruttori automatici magnetotermici a protezione delle linee in arrivo da ciascuna parte di impianto.

6.6 Caratteristiche principali del sistema di storage

Tutte le apparecchiature ed i materiali previsti nella Legge n.761 del 1977 e successive modifiche ed integrazioni e per i quali esiste una norma relativa, saranno muniti di marchio I.M.Q. (od equivalente estero) se ammessi a tale regime e, quando prescritto CE, o altro marchio di conformità rilasciato da laboratorio riconosciuto, o da autocertificazione del costruttore; le apparecchiature ed i materiali non previsti nella predetta legge e senza norme di riferimento dovranno essere, comunque, conformi alla legge n.186 del 1968.

Tutte le apparecchiature ed i materiali avranno caratteristiche e dimensioni rispondenti alle norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL se esistenti per tali categorie di materiali. Tutti gli apparecchi riporteranno i dati di targa ed eventuali istruzioni d'uso utilizzando la simbologia CEI e la lingua italiana.

Non sono ammesse sostituzioni o modifiche delle apparecchiature indicate specificatamente negli elaborati di progetto.

È raccomandata nella scelta dei materiali la preferenza ai prodotti nazionali. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione dovranno essere conformi alle prescrizioni tecniche indicate negli elaborati di progetto, essere per la qualità e provenienza di primaria casa costruttrice e fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire, nonché essere nuovi di costruzione.

Particolare attenzione dovrà essere fatta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità del servizio e della facilità di manutenzione che dovrà essere salvaguardata.


6.6.1 Quadri di bassa e media tensione

I quadri elettrici previsti per la realizzazione dell'impianto di accumulo devono rispettare le principali norme CEI in vigore alla data di riferimento e precisamente:

- Norma CEI 17-13 e successive varianti ed integrazioni.
- Norma CEI 17-43.

La costruzione e l'installazione del quadro dovranno rispondere alle seguenti leggi:

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	33

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

- Legge 46/90 - D.M.37/08
- Legge 791/77 - Direttiva Comunitaria 73/23 CEE
- Decreto Ministeriale DM 23/7/79
- Legge 186/68 - Direttiva Comunitaria 83/189 CEE
- DPR 547 - 27/10/55
- D.lgs. 81/08 e successivo D.lgs.106/09

Ogni quadro dovrà inoltre soddisfare le specifiche tecniche delle direttive comunitarie per la marcatura CE. Tutti gli ostacoli, barriere e segregazioni atti a realizzare la protezione contro il contatto con parti pericolose attive dovranno poter essere rimosse con l'aiuto di un attrezzo o chiave. All'interno del quadro elettrico troveranno posto le apparecchiature riportate negli allegati grafici.

Il quadro conterrà le apparecchiature di sezionamento e di protezione dei circuiti indicati, sarà realizzato con carpenteria in PVC da esterno di tipo modulare e sarà completo di porta anteriore di protezione con finestra trasparente. La suddetta porta dovrà impedire l'accesso alle apparecchiature da parte di personale non addestrato o comunque informato sui pericoli provenienti dall'utilizzo dell'elettricità.

I componenti del quadro saranno installati preferibilmente su profilati DIN. La segregazione delle parti attive sarà eseguita secondo le modalità espresse con la "Forma 1" della norma CEI 17-13/1. Il cablaggio sarà realizzato con cavi unipolari sotto guaina di PVC del tipo FG16R16 con conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per la giunzione dei cavi con il cablaggio interno, è prevista l'installazione di idonee morsettiere del tipo modulare. Queste saranno utilizzate con gli appositi colori distintivi, sia per i conduttori attivi sia per quelli di protezione. All'interno della carpenteria i gradi di protezione non dovranno essere inferiori ad IP2XC.

Gli interruttori magnetotermici dovranno presentare un potere d'interruzione di servizio non inferiore alla corrente di cortocircuito calcolata nel punto d'installazione del quadro, con curva di intervento tipo "C".

Gli interruttori differenziali di tipo "A" dovranno avere preferibilmente sensibilità di 300 mA. La carpenteria dovrà essere dimensionata per dissipare la potenza installata e comunque presentare una capacità di ampliamento pari ad almeno il 25% dello spazio progettato. Il costruttore del quadro dovrà fornire la sottoelencata documentazione (sempreché non coincida con la Ditta installatrice):

- Certificazione per tutte le prove e le verifiche previste dalla Norma CEI 23-51
- Targa identificatrice del costruttore
- Schema elettrico
- Numerazione dei morsetti e identificazione del cablaggio

6.7 Descrizione generale dell'impianto storage

Il Battery Energy Storage System (BESS) è un sistema elettrico di accumulo di energia la cui funzione è di immagazzinare e rilasciare energia elettrica alternando fasi di carica e fasi di scarica. Si compone di componenti elettrici (batterie, sistemi di conversione, quadri, cavi, trasformatori, ecc.) e verrà utilizzato per scambiare energia nei mercati elettrici e per fornire servizi di rete a Terna al fine di contribuire a migliorare la gestione in sicurezza della rete elettrica nazionale.

Si tratta di elementi statici e componentistica elettronica di regolazione collocati all'interno di container. Le interazioni di questi componenti con l'atmosfera sono praticamente irrilevanti. Le batterie sono sigillate e posizionate all'interno dei container metallici a tenuta.


La tecnologia di accumulatori elettrochimici (riuniti in batterie di accumulatori) è composta da celle elettrolitiche. Le singole celle sono tra loro elettricamente collegate in serie e in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, vengono elettricamente collegati tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente. Ogni "assemblato batterie" è gestito, controllato e monitorato, in termini di parametri elettrici e termici, dal proprio sistema BMS (Battery Management System – Sistema di controllo batterie).

L'ESS opera in bassa tensione ma è connesso alla rete di impianto in media tensione. Il collegamento del BESS alla rete avviene mediante un trasformatore elevatore BT/MT e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli apparati, oltre che dai servizi di impianto quali protezioni, controllo, illuminazione, prese di servizio, ecc. Le caratteristiche funzionali dell'inverter e delle protezioni sono regolamentate dalla norma nazionale CEI 0-16.

I servizi di rete attualmente richiesti ai Sistemi di Accumulo, sono i seguenti:

- Insensibilità alle variazioni di tensione;
- Regolazione della potenza attiva;
- Limitazione della potenza attiva per valori di tensione prossimi al 110 % di Un;
- Condizioni di funzionamento in sovra(sotto) frequenza: in particolare il SdA dovrà essere in grado di interrompere l'eventuale ciclo di scarica (carica) in atto e attuare, compatibilmente con lo stato di carica del sistema, un assorbimento di potenza attiva;

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	34

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

- Partecipazione al controllo della tensione;
- Sostegno alla tensione durante un cortocircuito (prescrizione presente solo nella norma CEI 0-16 e attualmente allo studio).

Come da normativa, il sistema di accumulo viene considerato come generatore singolo (CEI 0-16), pertanto la potenza nominale dell'impianto di generazione è pari alla somma del parco fotovoltaico e del sistema di accumulo considerato.

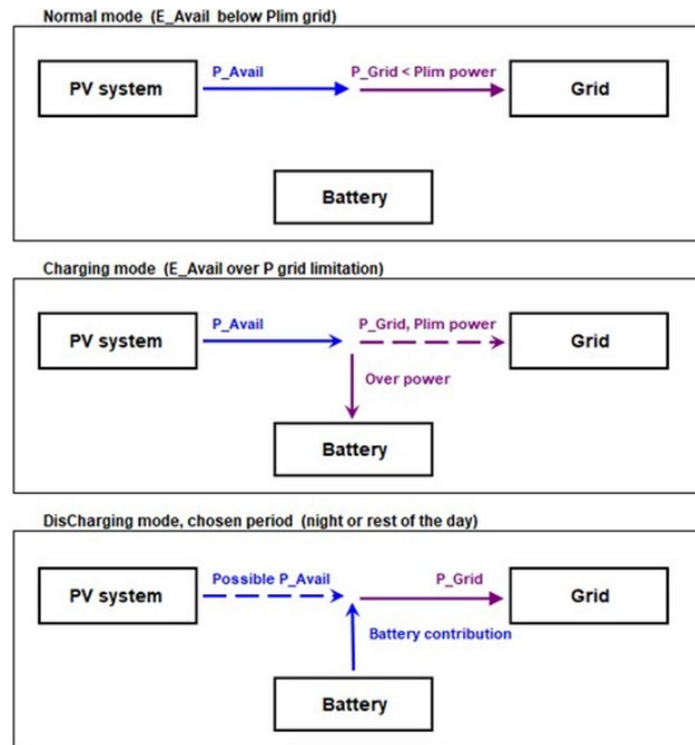
Per quanto riguarda la regolazione della potenza attiva, le norme CEI 0-16 e 0-21 prescrivono che i generatori siano in grado di variare la potenza immessa secondo vari requisiti e in maniera automatica o in risposta a un comando esterno proveniente dal Distributore.

Strategie di conservazione dell'energia dello Storage in progetto

La strategia di conservazione dell'ESS sarà del tipo:

- "Assorbimento dei picchi di potenza (Peak Shaving)": l'ESS accumulerà e conserverà l'energia in eccesso prodotta dall'impianto fotovoltaico, l'ESS non verrà mai caricato dall'energia prelevata dalla rete.
- La strategia di carica sarà del tipo:
- "Potenza disponibile oltre il limite della rete": l'ESS verrà caricato dall'energia in eccesso prodotta dall'impianto fotovoltaico e non immessa in rete.
- La strategia di scarica sarà del tipo:
- "Appena si ha bisogno di potenza": l'ESS fornirà energia alla rete nel caso in cui l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà minore della soglia limite ammessa nella rete.

Viene di seguito illustrato il flusso dell'energia:




Le caratteristiche relative al sistema di accumulo (BESS) previsto in progetto vengono di seguito riportate:

- 12 cabinati prefabbricati (Battery Container) contenenti le batterie al litio ferro fosfato per l'accumulo dell'energia prodotta, dimensioni pari a (L x h x p) = **12.192 x 2.896 x 2.438** mm, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 40' (piedi);
- 6 cabinati prefabbricati preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenenti gli inverter (Battery Power Converter); i cabinati avranno dimensioni (L x h x p) = **6.058 x 2.896 x 2.438** mm, cioè le dimensioni standard di un container metallico da 20' (piedi);
- 3 trasformatori bt/MT (1 per ogni BPC);
- 1 BESS Auxiliary Container
- 1 BESS Main MV SW Container

6.7.1 Battery Container

Il cuore del Sistema di Accumulo è l'accumulatore elettrochimico ricaricabile. Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (LMO) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	35

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Le batterie sono alloggiare all'interno di container e sono raggruppate in stringhe alloggiare all'interno di armadi-rack. Le stringhe vengono messe in parallelo e associate a ciascun PCS attraverso un Power Center che consente l'interfaccia con il PCS.

Le batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, ad involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate ed alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio.

Ciascun Battery Container (BC) è costituito da **5** rack batterie composti a loro volta ciascuno da **13** moduli di batterie agli ioni di litio ferro fosfato costituendo l'unità di accumulo.

Ogni Container ha un banco batterie da **0,93** MWh ed, essendo composto il sistema da **12** Battery Container, l'energia complessiva fornita è pari a **11,15** MWh.

I containers verranno attrezzati con sistemi di condizionamento opportunamente dimensionati in modo da garantire le migliori condizioni ambientali per il corretto funzionamento degli equipaggiamenti.

Il sistema proposto quindi, non rappresenta un impianto di generazione dell'energia elettrica, in qualunque forma, ma solo un meccanismo di immagazzinamento di questa ultima, generata da altri impianti, che altrimenti rischierebbe di essere perduta o sfruttata non correttamente dal punto di vista del sistema elettrico.



LFP Li-ion Battery System New

Over 1 hour

EFFICIENT & HIGH YIELD

- 20-year service life, 8000+ times system-level cycle life
- Support 1500V system, reduce AC side loss by 60%
- Deep charge & discharge design, initial investment saves more than 5%

INTELLIGENT & FRIENDLY

- 40-foot container can hold 4.4MWh, compatible downwards
- Online estimation of SOC & SOH based on scenes and big data
- Support cloud platform, remote real-time monitoring and fault identification

SAFE & RELIABLE

- Two-level short-circuit protection, graded fast current limiting
- Fool-proof, anti-reverse connection design, safer installation and maintenance
- Patented air duct and intelligent air cooling design, temperature difference < 3°C
- Meet global high standard authoritative certification requirements




Item	Specification
Model	M2L-M143
Charge&discharge rate	≤ 1C
Cell type	LFP 280Ah
Configuration	1P16S
Capacity	280 Ah
Nominal energy	14.3 kWh
Charging&discharging power	≤ 14.3 kW
Nominal voltage	51.2 V
Operating voltage range	43.2 V-58.4 V
Dimensions (W*H*D)	455*230*760mm
Weight	105 kg



Item	Specification
Model	M2L-R372
Charge&discharge rate	≤ 1C
Cell type	LFP 280Ah
Configuration	1P416S
Key component	PACK*26+SC*1
Capacity	280 Ah
Nominal energy	372,7 kWh
Charging&discharging power	≤ 372,7 kW
Nominal voltage	1331.2 V
Operating voltage range	1123.2V-1497.6 V
Dimensions (W*H*D)	1500*2285*760 mm

Tabella 6: Caratteristiche del Battery System

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	36

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

6.7.2 Battery Power Converter

Il Battery Power Converter ha la funzione di trasformare la corrente continua di un insieme di batterie in corrente alternata nel modo più ottimale e sicuro eseguendo operazioni di carica e scarica. I componenti principali sono:

- Inverter station;
- Power transformer (MV/LV);
- MV Switchgear.

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (Inverter) bidirezionale per il funzionamento con verso di corrente verso le reti pubbliche cui l'impianto sarà collegato (in MT e in AAT) e con verso di corrente dalla rete pubblica in MT verso le batterie per la ricarica delle stesse, come un mero carico passivo. I convertitori c.c./c.a./c.c. previsti sono idonei al trasferimento della potenza da ogni container batterie alla rete del distributore Terna (attraverso i trasformatori) e, di converso, dalla rete impianto MT alle batterie in ricarica, con le correnti e le tensioni opportune, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli del rispettivo container batterie, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto (come riportato successivamente).

Ogni Container ha un banco trasformatori da **3,150 MW** ed essendo composto il sistema da **3** Battery Power Converter l'energia complessiva fornita è pari a **9,45 MW**.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dei componenti tipici della BPC:



ST3440KWH(L)-3150UD-MV/ ST3727KWH(L)-3450UD-MV Preliminary

Energy Storage System



HIGH INTEGRATION

- Highly integrated energy storage system for easy transportation and O&M
- Advanced integration technology ensures optimal system performance and lower cost

SAFE AND RELIABLE

- DC electric circuit safety management includes fast breaking and anti-arc protection
- Multi-state monitoring and linkage actions ensure battery system safety

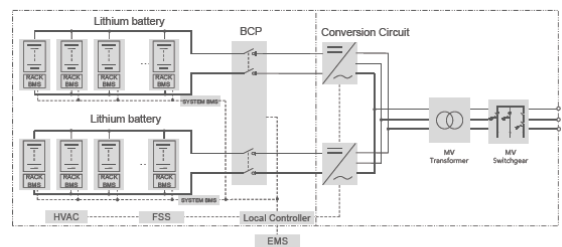
EFFICIENT AND FLEXIBLE

- Intelligent cell-level temperature control ensures higher efficiency and longer battery cycle life
- Modular design supports parallel connection and easy system expansion

SMART AND FRIENDLY


- Integrated local controller enables single point of communication interface
- Fast state monitoring and faults record enables pre-alarm and faults location

CIRCUIT DIAGRAM



© 2020 Sungrow-Samsung SDI Energy Storage Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 11

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	37


Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

ST3440KWH(L)-3150UD-MV/ST3727KWH(L)-3450UD-MV

System Type	ST3440KWH(L)-3150UD-MV	ST3727KWH(L)-3450UD-MV
Battery Data		
Cell type	LFP 280Ah	
Configuration of system	384S10P	416S10P
Battery capacity (BOL)	3,440 kWh	3,727 kWh
Battery voltage range	1,036.8 ~ 1,401.6 V	1123.2 ~ 1,497.6 V
BMS communication interfaces	RS485, Ethernet	
BMS communication protocols	Modbus RTU, Modbus TCP	
AC Data		
Nominal AC power	3,150 kVA	3,450 kVA
Max. THD of current	< 3 % (at nominal power)	
DC component	< 0.5 % (at nominal power)	
Grid voltage range	10 ~ 35 kV	
Power factor	> 0.99 (at nominal power)	
Adjustable power factor	1.0 leading ~ 1.0 lagging	
Nominal grid frequency	50 / 60 Hz	
Grid frequency range	45 ~ 55 Hz / 55 ~ 65 Hz	
Isolation method	Transformer	
Transformer		
Transformer rated power	3,150 kVA	3,450 kVA
LV/MV voltage	0.63 kV / 10 ~ 35 kV	0.69 kV / 10 ~ 35 kV
Transformer vector	Dy11	
Transformer cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)	
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request	
General Data		
Dimensions of PCS unit (W * H * D)	6,058 * 2,896 * 2,438 mm / 238.5" * 114.0" * 96.0"	
Dimensions of battery unit (W * H * D)	12,192 * 2,896 * 2,438 mm / 480.0" * 114.0" * 96.0"	
Weight of PCS unit (with MV transformer)	16.0 T / 35274 lbs	
Weight of battery unit (with / without battery)	43.5T 95,901.1 lbs / 15.5 T 34,171.7 lbs	45.5T 100,310.3 lbs / 15.5 T 34,171.7 lbs
Degree of protection	IP54	
Operating temperature range	-30 to 50 °C / -22 to 122 °F (> 45 °C / 113 °F derating)	
Relative humidity	0 ~ 95 % (non-condensing)	
Max. working altitude	1,000 m (standard) > 1,000 m (optional)	
Cooling concept of battery chamber	Heating, Ventilation and Air Conditioning	
Cooling concept of PCS chamber	Temperature controlled forced air cooling	
Fire suppression system of battery unit	Novec1230 extinguishment system	
Communication interfaces	RS485, Ethernet	
Communication protocols	Modbus RTU, Modbus TCP, IEC 104	
Compliance	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4, IEC62619	

Tabella 7: Caratteristiche Energy Storage System

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	38

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

7. IMPIANTO DI TERRA

Si possono individuare diversi impianti di terra e precisamente:

- impianto di terra per l'impianto fotovoltaico;
- impianto di terra per le cabine;
- impianto di terra per la stazione;

7.1 Impianto di terra dell'impianto fotovoltaico

L'impianto elettrico è del tipo TN-S con centro stella del trasformatore collegato a terra e conduttore di protezione separato dal conduttore di neutro.

I pannelli fotovoltaici, essendo in classe di isolamento II, non saranno collegati all'impianto di messa a terra. I quadri elettrici, sia in corrente continua che in corrente alterata, saranno tutti dotati di scaricatori di sovratensione, coordinati con il sistema di alimentazione e la protezione da realizzare.

Tutti gli elementi dell'impianto di terra sono interconnessi tra loro in modo da formare un impianto di terra unico.

Nodi di terra

Saranno costituiti da bandelle di rame forate per il collegamento a morsetti imbullonati, installati in apposite cassette opportunamente segnalate.

Conduttore di protezione

Il conduttore PE tra il collettore di terra principale e il quadro generale fotovoltaico seguirà lo stesso percorso dei cavi di energia.

Il collettore principale di terra sarà posto in corrispondenza del quadro generale fotovoltaico e ad esso faranno capo i conduttori di protezione principali.

Per i rimanenti circuiti si adotteranno conduttori PE della stessa sezione dei conduttori di fase. Nel caso in cui il conduttore di protezione sia comune a più circuiti la sezione sarà pari a quella del conduttore di fase di sezione maggiore fino a 16 mmq, metà oltre tale valore.

I conduttori di protezione saranno costituiti da corda di rame isolata in PVC colore giallo-verde tipo N07V-K.

Collegamenti equipotenziali

Gli eventuali collegamenti equipotenziali delle masse metalliche saranno eseguiti mediante corda di rame isolata in PVC tipo N07V-K, sezione minima 6 mmq, posata in tubazione in PVC in vista o in canalina metallica.

7.2 Impianto di terra cabina di raccolta e area storage

L'impianto di terra interno della cabina è costituito internamente da una bandella di rame 30x3 mm e da un collettore 50x10 mm; e viene realizzato mediante la messa a terra di tutte le incastellature metalliche con cavo N07V-K e morsetti capicorda a compressione di materiale adeguato.

L'impianto di terra esterno è costituito da:

- un dispersore intenzionale che realizza un anello in corda di rame nudo da 50 mm² (ETP UNI 5649-71), posato ad una profondità di 0,5÷0,8 m completo di morsetti per il collegamento tra rame e rame.
- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori trasversali alla maglia principale;
- n. 4 dispersori verticali in acciaio zincato (o ramato) H=2m;
- morsetti in rame stagnato o ottone per il collegamento ai dispersori in acciaio;
- n. 4 pozzetti in calcestruzzo armato vibrato di tipo carrabile completi chiusino.


7.3 Impianto di terra stazione di utenza

L'impianto di terra per la Stazione di Utenza (SdU) sarà realizzato in accordo alle norme CEI e prevede un dispersore a maglia costituito da una rete di terra primaria ed una rete di terra secondaria. Data la vicinanza degli impianti e la loro mutua influenza, tutti gli impianti saranno collegati tra di loro al fine di formare un unico dispersore.

La rete di terra primaria è costituita da:

- dispersore a maglia interno al perimetro della Sottostazione con lato di magliatura di circa 5 m., in corda di rame nudo CU-ETP UNI 5649-71, di sezione 63 mmq.; la maglia sarà posata alla profondità di circa 0,6- 0,8 mt dal piano di calpestio (lati interni della maglia) e a 1,2 metri per quanto riguarda i lati perimetrali.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	39


Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW			
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO			
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.			
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.: ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

- dispersori a picchetto in acciaio rivestito in rame da 3 metri infissi nel terreno verticalmente e posti a una inter-distanza di 8-10 metri lungo il perimetro esterno del dispersore a maglia.
- Conduttore di messa a terra delle strutture metalliche e relative apparecchiature in corda di rame nudo CU-ETP UNI 5649-71 di sezione 120mm².
- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra;
- capicorda a compressione diritti, in rame stagnato, per il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche, con bullone in acciaio zincato.

La rete di terra secondaria è la parte esposta ed è costituita da:

- sagomature delle cime emergenti dalla magliatura interrata, di sezione 120 mm². - capicorda a compressione diritti per le cime emergenti, in rame stagnato, per il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche, con bullone in acciaio zincato a caldo;
- ponti, costituiti da spezzoni di corda di rame nudo 63 mm², per la messa a terra dei trasformatori di corrente, trasformatori di tensione e sezionatori alla struttura metallica di supporto ecc..
- corda di rame isolata 120 mm² per la connessione degli scaricatori AT ai propri contascariche

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	40

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

8. PROVVEDIMENTI PER LA PROTEZIONE

8.1 Protezione contro il cortocircuito

Nella parte di circuito in corrente continua non è prevista alcuna protezione contro il cortocircuito.

Nel circuito in corrente alternata la protezione è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter stesso. L'interruttore magnetotermico posto a valle di ciascun inverter agisce inoltre in aiuto all'azione del dispositivo di protezione posto all'interno dei gruppi di conversione.

8.1.1 Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione, collegato alle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici avrà una sezione pari a 6 mm². a valle degli scaricatori di sovratensione, la sezione del conduttore di protezione sarà di 16 mm², questo per poter assicurare un corretto funzionamento dei dispositivi collegati.

8.1.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

Si ha un contatto diretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione (conduttori, morsetti, ecc.). la protezione delle persone contro i contatti diretti con parti attive in tensione sarà assicurata tramite isolamento delle parti medesime. l'isolamento dovrà essere in grado di sopportare una tensione di prova di 500v in c.a. per un minuto, così come certificato da istituto di controllo o dichiarato dal costruttore stesso. per l'isolamento applicato durante l'installazione, si farà uso di nastri isolanti a marchio imq in quantità e nel modo più opportuno a conservare le caratteristiche di isolamento dei materiali costruiti in fabbrica. tutte le parti in tensione dovranno essere contenute entro involucri aventi grado di protezione minimo ipxxb (norma CEI 70-1) apribili solo mediante attrezzo.

8.1.3 Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata

Si attua la protezione contro i contatti diretti ponendo in essere tutte quelle misure e accorgimenti idonei a proteggere le persone dal contatto con le parti attive di un circuito elettrico.

La protezione può essere parziale o totale.

La scelta tra la protezione parziale o totale dipende dalle condizioni d'uso e d'esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate).

La norma CEI 64-8 prevede inoltre quale misura addizionale di protezione contro i contatti diretti l'impiego di dispositivi a corrente differenziale.

8.1.4 Misure di protezione totali


Sono destinate alla protezione di personale non addestrato e si ottengono mediante:

1. Isolamento delle parti attive. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:
 - a. parti attive ricoperte completamente con isolamento che può essere rimosso solo a mezzo di distruzione;
 - b. gli altri componenti elettrici devono essere provvisti di isolamento resistente alle azioni MECCANICHE, CHIMICHE, ELETTRICHE E TERMICHE ALLE QUALI PUÒ ESSERE SOGGETTO NELL'ESERCIZIO.
2. Involucri o barriere. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:
 - a. parti attive contenute entro involucri o dietro barriere con grado di protezione almeno IP2X o IPXXB;
 - b. superfici orizzontali delle barriere o involucri a portata di mano, con grado di protezione almeno IP4X o IPXXD;
 - c. involucri o barriere saldamente fissati in modo da garantire, nelle condizioni di servizio prevedibili, la protezione nel tempo;
 - d. barriere o involucri devono poter essere rimossi o aperti solo con l'uso di una chiave o di un ATTREZZO SPECIALE;
 - e. il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo sostituzione o richiusura delle BARRIERE O DEGLI INVOLUCRI.

8.1.5 Misure di protezioni parziali

Sono destinate unicamente a personale addestrato; si attuano mediante ostacoli o distanziamento.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	41

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

impediscono il contatto non intenzionale con le parti attive. nella pratica sono misure applicate solo nelle officine elettriche. devono essere rispettate le seguenti prescrizioni.

1. Ostacoli. Devono impedire:
 - a. l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive;
 - b. il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario.
 - c. Gli ostacoli possono essere rimossi senza una chiave o un attrezzo speciale, ma devono essere fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale.
2. Distanziamento. Deve avvenire:
 - a. Il distanziamento delle parti simultaneamente accessibili deve essere tale che esse non risultino a portata di mano.
 - b. La zona a portata di mano inizia dall'ostacolo (per es. parapetti o rete grigliata) che abbia un grado di protezione < IPXXB.

8.1.6 Misura di protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali

La protezione con interruttori differenziali con $i_{dn} = 300$ ma, pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuta quale elemento unico di protezione completa e richiede comunque l'abbinamento con una delle misure di protezione di cui ai precedenti paragrafi.

8.1.7 Protezione contro i contatti diretti lato corrente continua

La protezione contro i contatti diretti deve essere realizzata utilizzando componenti con livello e classe di isolamento adeguati alla specifica applicazione, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8. anche l'installazione dei componenti e i relativi cablaggi devono essere effettuati in ottemperanza alle prescrizioni di detta norma.

si ricorda, a questo proposito, che le misure di protezione contro i contatti diretti, in bassa tensione, possono essere tali da evitare qualsiasi rischio elettrico (protezione totale) oppure no (protezione parziale). le prime vengono realizzate per proteggere le persone prive di conoscenze dei fenomeni e dei rischi elettrici associati: cioè quelle che nella norma CEI 11 27 vengono definite persone comuni (pec) e che non eseguono lavori elettrici se non a determinate condizioni; le altre protezioni vengono attuate per le persone esperte (pes) o persone avvertite (pav) anch'esse definite nella norma succitata, le quali sono in possesso di adeguate conoscenze dei fenomeni elettrici e vengono appositamente addestrate per eseguire i lavori elettrici.

8.1.8 Protezione contro i contatti indiretti


Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione. l'impianto fotovoltaico in oggetto si configura come sistema tn-s, ovvero sistemi che hanno il neutro collegato direttamente a terra (il centro stella dell'avvolgimento lato bt del trasformatore di potenza mt-bt del distributore) e tutte le masse dell'impianto collegate a terra per mezzo del conduttore di protezione. pertanto, per la protezione contro i contatti indiretti, si farà ricorso ad una delle misure di seguito indicate, da scegliere caso per caso in funzione delle caratteristiche del circuito:

- Protezione mediante doppio isolamento: la protezione delle persone dai contatti indiretti sarà assicurata con l'utilizzo di apparecchi e componenti aventi doppio isolamento delle parti attive (componenti in Classe II). Detti apparecchi saranno contrassegnati dal doppio quadrato concentrico e non dovranno avere nessuna loro parte collegata all'impianto di terra;
- Interruzione automatica dell'alimentazione: subito a valle di ogni singolo inverter ovvero sul lato corrente alternata, sarà installato un interruttore automatico in grado di interrompere il parallelo dell'inverter con la rete in caso di cedimento dell'isolamento nella sezione in corrente continua.
- Realizzazione dell'impianto di messa a terra: l'intero campo fotovoltaico sarà dotato di un proprio impianto di terra, al quale saranno collegate tutte le masse metalliche e le masse estranee. L'impianto deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti Norme CEI 64-8 e CEI 11-1 dovrà essere realizzato in maniera da permettere le verifiche periodiche di efficienza;
- Equipotenzialità delle masse estranee: tutte le masse estranee che possono introdurre o trasportare il potenziale di terra, entranti e/o presenti all'interno del campo fotovoltaico, devono essere elettricamente collegate all'impianto di messa a terra generale. Il conduttore equipotenziale principale che collega le tubazioni suddette deve avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata presente nell'impianto, con un minimo di 6 mm².

8.1.9 Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata


Per la protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata potranno essere adottate le seguenti misure.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	42

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

1. Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
 - a. Tale protezione è realizzata mediante l'impiego di interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra in modo da garantire una tensione di contatto presunta non superiore a 50 V per gli ambienti ordinari e 25 V per gli ambienti speciali. Deve essere soddisfatta la seguente relazione: $R_a * I_a < 50 \text{ V}$ dove:
 - i. R_a = resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione;
 - ii. I_a = corrente che provoca il funzionamento automatico dei dispositivi di protezione.
2. Protezione mediante l'impiego di apparecchiature aventi componenti di classe II o isolamento equivalente.
 - b. Il doppio isolamento è ottenuto aggiungendo all'isolamento principale o fondamentale (il normale isolamento delle parti attive) un secondo isolamento chiamato supplementare.
 - c. È altresì ammesso dalle Norme la realizzazione di un unico isolamento purché le caratteristiche elettriche e meccaniche non siano inferiori a quelle realizzate con il doppio isolamento; in questo caso l'isolamento è chiamato isolamento rinforzato.
 - d. Il tipo di protezione offerto dal doppio isolamento consiste nel diminuire fortemente la probabilità di guasti perché, in caso di cedimento dell'isolamento principale, rimane la protezione dell'isolamento supplementare.
 - e. Un'apparecchiatura elettrica dotata di doppio isolamento o di isolamento rinforzato è classificata di classe II.
 - f. Gli apparecchi elettrici vengono suddivisi dalle Norme CEI in quattro classi, in base al tipo di protezione offerta contro i contatti indiretti. In particolare:
 - i. Classe 0: apparecchio dotato di isolamento principale e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
 - ii. Classe I: apparecchio dotato di isolamento principale e provvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
 - iii. Classe II: apparecchio dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
 - iv. Classe III: apparecchio destinato ad essere alimentato a bassissima tensione di sicurezza.
 - g. L'isolamento può essere ridotto e non deve essere in alcun modo collegato a terra o al conduttore di protezione di altri circuiti.
3. Protezione mediante separazione elettrica.
 - a. Questo tipo di protezione evita correnti pericolose nel caso di contatto con masse che possono
 - i. andare in tensione a causa di un guasto all'isolamento principale del circuito.
 - b. Le prescrizioni da rispettare affinché la protezione sia assicurata sono quelle indicate nella Norma CEI 64 8 (Articoli da 413.5.1.1 fino a 413.5.1.6) ed anche da:
 - i. quanto indicato, sempre dalla stessa Norma al punto 413.5.2, se il circuito separato alimenta un solo componente elettrico;
 - ii. quanto indicato al punto 413.5.3, se il circuito separato alimenta più di un componente elettrico.
 - c. Si raccomanda inoltre che il prodotto della tensione nominale, in volt, del circuito separato, per la lunghezza della conduttura elettrica in metri, non superi il valore di 100.000; la lunghezza della conduttura non deve inoltre essere > 500 m.
4. Protezione mediante bassissima tensione di sicurezza
 - a. Un sistema elettrico è a bassissima tensione se soddisfa le condizioni imposte dall'articolo 411.1.1 della Norma CEI 64 8; in particolare:
 - i. la tensione nominale non supera 50 V, valore efficace in c.a., e 120 V in c.c. nonondulata;
 - ii. l'alimentazione proviene da una sorgente SELV o PELV;
 - iii. sono soddisfatte le condizioni di installazione specificatamente previste per questo tipo di circuiti elettrici.
 - iv. SELV e PELV sono acronimi di Safety Extra Low Voltage e Protective Extra Low Voltage, e caratterizzano ciascuna specifici requisiti che devono possedere i sistemi a bassissima tensione.
 - v. Un circuito SELV ha le seguenti caratteristiche:
 - alimentato da una sorgente autonoma o da una sorgente di sicurezza. Sono sorgenti autonome le pile, gli accumulatori, i gruppi elettrogeni. Sono considerate sorgenti di sicurezza le alimentazioni ottenute attraverso un trasformatore di sicurezza.
 - Non ha punti a terra. È vietato collegare a terra sia le masse sia le parti attive del circuito SELV.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	43

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW			
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO			
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.			
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.: ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

- Deve essere separato da altri sistemi elettrici. La separazione del sistema SELV da altri circuiti deve essere garantita per tutti i componenti; a tal fine i conduttori del circuito SELV o vengono posti in canaline separate o sono muniti di una guaina isolante supplementare.
- Un circuito PELV possiede gli stessi requisiti di un sistema SELV ad eccezione del divieto di avere punti a terra; infatti nei circuiti PELV almeno un punto è sempre collegato a terra.

8.1.10 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua

Le masse di tutte le apparecchiature devono essere collegate a terra, mediante il conduttore di protezione. sul lato c.a. in bassa tensione, il sistema deve essere protetto mediante un dispositivo di interruzione differenziale di valore adeguato ad evitare l'insorgenza di potenziali pericolosi sulle masse, secondo quanto prescritto dalla norma cei 64-8. si precisa che, nel caso di generatori fotovoltaici costituenti sistemi elettrici in bassa tensione con moduli dotati solo di isolamento principale, è necessario mettere a terra le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici, le quali in questo caso sono da considerare masse. tuttavia è da notare come tale misura sia in grado di proteggere dal contatto indiretto solo contro tali parti metalliche, ma non dà nessuna garanzia contro il contatto diretto sul retro del modulo: un punto ove è possibile avere un cedimento dell'isolamento principale. una strada diversa e risolutiva ai fini di garantire la sicurezza contro il contatto indiretto può essere quella di introdurre involucri o barriere che impediscano contatti diretti con le parti munite solo di isolamento principale. nel caso invece in cui i moduli siano dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe ii), le norme prevedono che le cornici, se metalliche, non vengano messe a terra. questa situazione può creare una difficoltà applicativa nel caso in cui le strutture di sostegno dei moduli, se metalliche, siano o debbano essere messe a terra, giacché se da un lato viene richiesto di isolare le cornici dei moduli dalla struttura (magari, introducendo involucri o barriere che ne impediscano il contatto elettrico), dall'altro l'esperienza acquisita in ambito internazionale nella gestione di impianti fotovoltaici consiglia di rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura. quest'ultima soluzione infatti garantirebbe la sicurezza contro il contatto indiretto nel corso della vita utile dell'impianto fotovoltaico (superiore a 25 anni), nei casi nei quali non si possa escludere a priori l'eventualità che l'isolamento possa decadere nel tempo, specie nel caso di moduli installati in località vicino al mare. L'equipotenzialità delle cornici dei moduli con la struttura di sostegno dei medesimi può essere ottenuta, previa opportuna valutazione del progettista, mediante il normale fissaggio meccanico dei moduli sulla struttura.

8.1.11 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi e da corto circuiti. In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (i_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (i_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (i_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (i_b) e la sua portata nominale (i_z) ed una corrente di funzionamento (i_f) minore o uguale a 1.45 volte la portata (i_z). In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni: $i_b < i_n < i_z$ e $i_f < 1.45 i_z$.

Il potere di interruzione degli interruttori è superiore a quello calcolato nel punto di installazione, in modo da garantire che nei conduttori non vengano mai a verificarsi valori di temperatura pericolosi. gli interruttori sono dimensionati per garantire una buona selettività.

8.1.12 Messa a terra dell'impianto fotovoltaico

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema it, ovvero con nessun polo connesso a terra. le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di protezioni contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori di sovratensione di classe ii.

E' prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.


Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Le cornici dei moduli fotovoltaici saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta imbullonatura (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici) e collegate a terra attraverso un conduttore di protezione di opportuna sezione.

Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete del distributore è subordinato a precise condizioni tra le quali hanno particolare rilevanza le seguenti:

- il regime di parallelo non deve causare perturbazioni al servizio sulla rete del Distributore, in caso contrario il collegamento con la rete del Distributore stessa si dovrà interrompere immediatamente ed automaticamente; pertanto, ogniqualvolta l'impianto del Cliente Produttore è sede di guasto o causa di perturbazioni si dovrà sconnettere senza provocare l'intervento delle protezioni installate sulla rete del Distributore;
- il regime di parallelo dovrà altresì interrompersi immediatamente ed automaticamente ogniqualvolta manchi

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	44

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

l'alimentazione della rete da parte del Distributore o i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano compresi entro i valori consentiti;

- in caso di mancanza tensione o di valori di tensione e frequenza sulla rete del Distributore non compresi nel campo consentito, l'impianto di produzione non deve entrare né permanere in servizio sulla rete stessa.

Le suddette prescrizioni hanno lo scopo di garantire l'incolumità del personale chiamato ad operare sulla rete in caso di lavori e di consentire l'erogazione dell'energia elettrica al cliente produttore secondo gli standard contrattuali e di qualità previsti da leggi e normative vigenti, nonché il regolare esercizio della rete del distributore. come già precedentemente accennato, per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica, conforme alla normativa CEI 0-21 e CEI 0-16.

L'impianto fotovoltaico sarà equipaggiato con un sistema di protezione articolato su tre livelli, ovvero:

- Dispositivo del generatore;
- Dispositivo di interfaccia nel centro collettore;
- Dispositivo generale nella cabina utente.

8.1.13 Dispositivo del generatore

L'inverter è interamente protetto contro il corto circuito ed il sovraccarico. il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica. l'interruttore magnetotermico presente all'uscita di ogni inverter agisce come ulteriore supporto a questa funzione.

8.1.14 Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia provoca il distacco del sistema di generazione in caso di guasto alla rete elettrica. il riconoscimento di eventuali anomalie avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che vanno al di fuori di un determinato range di tensione e frequenza definito come riportato di seguito:

- Minima tensione: $0.8 \times V_n$
- Massima tensione: $1.2 \times V_n$
- Minima frequenza: 49.7 Hz
- Massima frequenza: 50.3 Hz

La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno.

Tale fenomeno, detto funzionamento ad isola, deve essere necessariamente evitato poiché può generare condizioni di pericolo per il personale addetto durante la ricerca e/o la riparazione di guasti.

8.1.15 Dispositivo generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. esso dovrà essere in grado di garantire la protezione contro il corto circuito e il sovraccarico.

8.2 Misure di protezione contro le scariche atmosferiche

8.2.1 Fulminazione diretta

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o volumetria della zona e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sull'area. in particolare, le strutture risultano autoprotette contro le fulminazioni, secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 62305-2 "protezione contro i fulmini. parte 2: valutazione del rischio - febbraio 2013".


In ogni caso, se ve ne sarà la necessità si potrà provvedere in fase esecutiva a dotare l'impianto di un'adeguata messa a terra.

8.2.2 Fulminazione indiretta

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto potrebbe provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico. potrebbero allora essere provocate sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti, in modo particolare gli inverter.

Nel caso in esame, vista la notevole estensione dei collegamenti, si potrà pensare di rinforzare la protezione con l'inserimento di dispositivi spd a varistore sulla sezione cc dell'impianto in prossimità del generatore fotovoltaico.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	45

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

8.2.3 Precauzioni per ridurre la propagazione dell'incendio

Quando una condotta attraversa elementi costruttivi di edifici (pavimenti, pareti ecc.) aventi caratteristiche specifiche di resistenza al fuoco, le aperture che restano dopo il passaggio delle condutture devono essere otturate in accordo con il grado di resistenza all'incendio prescritto per il rispettivo elemento costruttivo dell'edificio prima dell'attraversamento.

Le condutture, quali tubi protettivi circolari e non circolari o canali, devono essere otturate sia internamente sia esternamente con elementi sia hanno una resistenza al fuoco almeno pari al grado di resistenza richiesto all'elemento costruttivo.

Questi riempitivi, detti barriere tagliafiamma, devono essere tali da non danneggiare, meccanicamente, termicamente o chimicamente le condutture con cui sono a contatto.

Inoltre, devono permettere gli spostamenti relativi delle condutture dovute a fenomeni termici senza ridurre la qualità dell'otturazione; devono avere stabilità meccanica adeguata per sopportare le sollecitazioni che si possono produrre in seguito a danneggiamenti dei supporti delle condutture causati da un incendio e devono avere caratteristiche di resistenza contro le influenze esterne, come richieste alle condutture. devono essere previste tali barriere nei tratti di attraversamento della passerella/tubazioni porta cavi fra compartimenti differenti.

8.2.4 Prevenzione incendi e sgancio di emergenza


L'appaltatore dovrà realizzare le opere nel pieno rispetto e secondo i requisiti previsti dalla "guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - edizione anno 2012" (vfv nota dcprev prot n. 1324 del 7 febbraio 2012) e relativi chiarimenti (vfv nota dcprev prot. n. 6334 del 4 maggio 2012), provvedendo pertanto a fornire e installare tutto quanto ivi previsto (cartellonistica, segnaletica di sicurezza, dispositivi di sezionamento di emergenza, ecc.).

Secondo le prescrizioni della circolare vv.f. n. 1324 del 07/02/2012, è opportuno prevedere un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione opportunamente segnalata ed accessibile, che determini il sezionamento dell'impianto fotovoltaico. il comando di emergenza deve mettere fuori tensione tutti i circuiti (non di sicurezza) all'interno del compartimento antincendio, compresi quelli alimentati dal generatore fotovoltaico.

In questa fase di progettazione si è previsto un comando di emergenza all'esterno della cabina bt/mt che agisce sull'interruttore generale in mt e che quindi toglie tensione anche agli inverter lato a.c.. gli inverter e il lato c.c. dell'impianto sono stati considerati fuori da eventuali compartimenti antincendio pertanto non è stato previsto un comando di emergenza che agisca sul lato c.c.

In fase esecutiva si dovrà verificare tale condizione e nel caso in cui non dovesse essere verificata si dovrà prevedere un comando di emergenza che intervenga sui cavi in ingresso all'eventuale compartimento antincendio. si dovrà inoltre verificare l'eventuale presenza di servizi di sicurezza che dovranno rimanere in tensione anche dopo aver azionato il pulsante di emergenza.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	46

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

9. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

L'impianto fotovoltaico in progetto funzionerà in parallelo alla Rete di Trasmissione Nazionale e sarà allacciato a questa in corrispondenza del punto di consegna dell'energia in alta tensione, secondo quanto indicato nella soluzione tecnica di connessione STMG pratica **20191241** Preventivo di connessione rilasciato da Terna S.p.A. e già descritto nella premessa del presente documento.

9.1 Cavo MT

I cavi MT utilizzati saranno della tipologia **ARE4H1R 18/30 kV** in accordo alla norma IEC 60502/CEI 20-13: conduttore unipolare, in corda rigida compatta a fili di alluminio, in accordo alla norma CEI 20-29, classe 2, con strato semiconduttore in miscela estrusa termoindurente, isolante XLPE, semiconduttore estruso saldato, nastro semiconduttivo antiumidità, schermo a nastro di alluminio laminato, guaina esterna in MDPE, colore rosso.

Per quanto riguarda la scelta delle sezioni dei cavi da utilizzare, questi limiteranno la caduta di tensione lungo la linea al fine di soddisfare il criterio progettuale per cui il cavo avrà una portata I_2 uguale o superiore alla corrente di impiego I_b del circuito.

Le caratteristiche elettriche dei cavi in alluminio scelti sono riportate nella successiva tabella considerando una posa a trifoglio interrata a 1,2 m, temperatura del terreno di 20°C e resistività termica del terreno $\rho = 1 \frac{^\circ\text{C m}}{\text{W}}$.

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio	
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	approximate weight	minimum bending radius	open air installation	$\rho=1 \text{ }^\circ\text{C m/W}$	$\rho=2 \text{ }^\circ\text{C m/W}$
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm)	(A)	(A)
50	8,2	25,5	34	830	450	190	175	134
70	9,7	25,6	34	870	450	235	213	164
95	11,4	26,5	35	950	470	285	255	196
120	12,9	27,4	36	1040	470	328	291	223
150	14	28,1	37	1130	490	370	324	249
185	15,8	29,5	38	1260	510	425	368	283
240	18,2	31,5	41	1480	550	503	426	327
300	20,8	34,7	44	1740	590	581	480	369
400	23,8	37,9	48	2130	650	680	549	422
500	26,7	41	51	2550	690	789	624	479
630	30,5	45,6	56	3130	760	918	709	545


Tabella 8: Dati costruttivi cavo MT

In tali condizioni il valore di portata di corrente nominale del cavo è I_0 .

Per la portata effettiva dei cavi invece si è tenuto conto di fattori di correzione che adeguano la portata nominale del cavo alle reali condizioni di esercizio in regime permanente secondo i seguenti effetti:

- **K1** → coefficiente che tiene conto della temperatura ambientale per posa in terra;
- **K2** → coefficiente che tiene conto della profondità di posa;
- **K3** → Resistenza termica del terreno;
- **K4** → coefficiente che tiene conto delle condizioni di posa (più cavi o tubi affiancati)

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	47

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

Temperatura dell'ambiente diversa da quella di riferimento

T. conduttore	Tipo di cavo	temperature ambiente (°C)								
		10	15	20	25	30	35	40	45	50
90°C	cavi in terra / buried cables	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76
90°C	cavi in aria / in air cables	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82
105°C	cavi in terra / buried cables	1,06	1,03	1	0,97	0,94	0,91	0,87	0,84	0,8
105°C	cavi in aria / in air cables	1,12	1,1	1,06	1,03	1	0,97	0,93	0,89	0,86

Tabella 9: Tabella per la scelta del coefficiente k1

Profondità di posa (m)			
0,8	1	1,2	1,5
1,02	1	0,98	0,96

Tabella 10: Tabella per la scelta del coefficiente k2

Resistenza termica (km/W)			
0,8	1	1,2	1,5
1,08	1	0,93	0,85

- Le resistività termiche del terreno sono intese uniformi:
 $r=1,0 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ per terreno o sabbia con normale contenuto di umidità;
 $r=1,5 \text{ K} \cdot \text{m/W}$ per terreno o sabbia scarsamente umidi
- L'eventuale presenza di protezioni meccaniche (quali laterizi e lastre di cemento) che non comportano intercapedini d'aria, non altera le portate

Tabella 11: Tabella per la scelta del coefficiente k3

distanza tra cavi o terne	numero di cavi o terne (in orizzontale)			
	2	3	4	6
cm				
7	0,84	0,74	0,67	0,6
25	0,86	0,78	0,74	0,69

Tabella 12: Tabella per la scelta del coefficiente k4


Pertanto, il valore della portata di corrente a regime che può viaggiare nel cavo in media tensione, tenuto conto degli effetti citati, è stimato in:

$$I_2 = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

9.2 Protezione contro le sovracorrenti

Tale dimensionamento tiene conto del coordinamento tra le caratteristiche della linea e degli interruttori per la protezione delle condutture contro il sovraccarico e il cortocircuito; a tale scopo occorre pertanto considerare anche la I_n e la caratteristica I_2^*t dell'interruttore posto a monte per la protezione di ogni linea.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	48

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

9.2.1 Protezione contro il sovraccarico

Per ogni linea sono state verificate le seguenti relazioni:

$$I_{b(f)} \leq I_{r(f)} \leq I_{z(f)} \qquad I_{b(n)} \leq I_{r(n)} \leq I_{z(n)}$$

$$I_{r(f)} * (I_f/I_n) \leq 1,45 * I_{z(f)} \qquad I_{r(n)} * (I_f/I_n) \leq 1,45 * I_{z(n)}$$

essendo:

- I_b = corrente di servizio per conduttore di fase (F) o di neutro (N)
- I_n = corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea
- I_r = corrente di regolazione termica per lo sganciatore su polo di fase (F) o neutro (N)
- I_z = portata del conduttore di fase (F) o di neutro (N)
- I_f/I_n = rapporto tra la corrente minima di funzionamento dell'interruttore e la sua corrente nominale

9.2.2 Protezione contro il cortocircuito

$$I^2 * t_{(1)} \leq K_f^2 * S_f^2$$

$$I^2 * t_{(2)} \leq K_n^2 * S_n^2$$

$$I_{cn} \leq I_{cc,max}$$

dove:

- $I^2 * t$ = energia specifica lasciata passare dall'interruttore per:
 - Su sganciatore di fase alla corrente di cortocircuito massima (trifase) ai morsetti
 - Su sganciatore adibito a protezione del neutro alla corrente di cortocircuito fase-neutro ai morsetti
- K = coefficiente che tiene conto del tipo di materiale del conduttore e del tipo del suo isolante, per il conduttore di fase (F) o neutro (N)
- S = sezione del conduttore di fase (F) o neutro (N)
- I_{cn} = potere di interruzione nominale del dispositivo di interruzione
- $I_{cc,max}$ = corrente di cortocircuito massima sulla linea (trifase ai morsetti per sistema trifase e fase-neutro ai morsetti per sistemi monofase)

9.3 Condizioni di posa di cavo MT

La linea in cavo interrata verrà realizzata entro tubo corrugato serie pesante in canalizzazione indipendente.

Il dimensionamento della tubazione tiene conto del criterio generale per cui il diametro interno della stessa, deve essere almeno 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti.

Il cavidotto in progetto, di Classe 2a secondo la definizione CEI 11-4, è costituito da tre cavi interrati (**ARE4H1R 3x1x630 mm²**).

Il percorso previsto per l'interramento delle linee suddette sarà su strade comunali e provinciali. Le terne avranno, ognuna le seguenti caratteristiche:


- Tipo linea: in cavo tripolare, in alluminio isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo elastico schermato sotto guaina in PVC, interrato
- Conduttori attivi n°: 3
- Diametro cavo (mm): **58**
- Diametro circoscritto D_{cmax} (mm): **2 x 58 =116**
- Massa nominale: (kg/km) **10.647**
- Portata: **710 A**
- Tensione nominale linea: **30 kV**

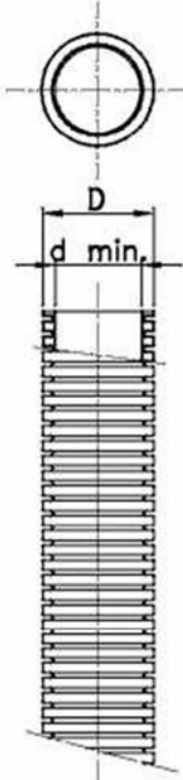
Il diametro del tubo interno sarà 1,4 volte il diametro del cavo, ovvero il diametro circoscritto del fascio dei cavi:

$$D > 1,4 \times 116 = 162,4 \text{ mm}$$

Dovendo scegliere un cavidotto con diametro interno di almeno **162,4 mm**, consultando la tabella dimensionale (qui sotto riportata) si ricava che è necessario un cavidotto di diametro pari a **200 mm**.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	49

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:



CCDICE	CAVIDOTTI Ø (mm)	D	d.min	
DX 35 000	40	40	+0,8 0	30
DX 35 001	50	50	+1 0	38
DX 35 002	63	63	+ 1,2 0	46
DX 35 00	75	75	+ 1,4 0	57
DX 35 004	90	90	+ 1,7 0	68
DX 35 005	110	110	+2 0	86
DX 35 006	125	125	+ 2,3 0	98
DX 35 007	140	140	+2,6 0	112
DX 35 008	160	160	+ 2,9 0	126
DX 35 009	200	200	+3,6 0	150

Figura 9: Tabella per la scelta del cavidotto

Inoltre, per i cavi interrati le Norme CEI 11-17 prevedono una protezione meccanica che può essere intrinseca al cavo oppure supplementare, a seconda del tipo di cavo e della profondità.

Nel caso in questione, i cavi precedentemente scelti verranno interrati entro tubo tipo 450 N ad una profondità maggiore o uguale a 1 mt dal piano campagna.

Superiormente al tubo deve essere previsto un nastro monitor.

Nella fase di posa del cavo MT saranno prese tutte le precauzioni possibili per non danneggiare il cavo stesso e le tubazioni dei sottoservizi limitrofi con particolare riferimento al raggio di curvatura, alla temperatura di posa ed alle sollecitazioni a trazione.

La posa del tubo corrugato contenente i cavi MT sarà preceduta dallo stendimento di un adeguato letto di sabbia. Tale letto di sabbia avrà lo scopo di livellare e regolarizzare la posa. Infine, per evitare eventuali danneggiamenti meccanici sul cavo, durante la posa si terrà conto dello sforzo di tiro massimo ammesso dal cavo scelto.

Il cavidotto sia interno che esterno sia in bassa che in media tensione viene dimensionato nel rispetto della norma CEI 11-17 e seguirà tipologie di posa diverse, a seconda della destinazione.

Il cavidotto in media sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati (tipologia di posa di tipo M) con protezione meccanica supplementare costituita da una coppella protettiva (posa tipo M2). Tale coppella dovrà essere in grado di sopportare, in relazione alla profondità di posa, le sollecitazioni derivanti dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo.


La posa verrà eseguita ad una profondità di 1,20 m in uno scavo di profondità 1,30-1,50 m e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti.

Durante l'esecuzione degli scavi si provvederà ove necessario alla messa in opera di idonee casse-formi onde evitare franamenti e danni.

La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- strato di sabbia vagliata di 5-10 cm;
- cavi posati a trifoglio direttamente sullo strato di sabbia;
- posa coppella protettiva;

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	50

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

- strato di sabbia;
- posa del tubo corrugato del diametro di 5 cm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione;
- strato di sabbia non vagliata di 10 cm;
- riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 20 cm;
- nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale (bynder e tappetino di usura) ove necessario.

Lungo tutto lo scavo dei collegamenti tra le cabine di trasformazione e la sottostazione sarà posata per le telecomunicazioni la fibra ottica dentro un tubo rigido di tipo almeno 450.

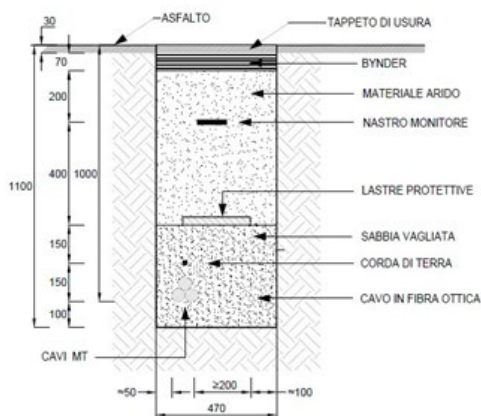
Le strade attraversate saranno ripristinate come ante operam e precisamente, per le strade sterrate si provvederà al rinterro con materiale di scavo e alla compattazione del terreno, per le strade bitumate si provvederà al rinterro con misto granulometrico selezionato e ripristino della pavimentazione stradale. Durante le operazioni di ripristino vanno posti in opera i segnacavi in ghisa in modo tale da permettere l'individuazione del tracciato delle linee.

L'energia prodotta da ciascun generatore fotovoltaico viene trasformata in media tensione per mezzo del trasformatore installato all'interno di appositi skid e quindi trasferita al quadro di media tensione a **30 kV**.

I generatori fotovoltaici della centrale fotovoltaica sono tra loro collegati mediante una rete di collegamento interna al parco, alla tensione di **30 kV**; i cavi elettrici saranno posati in cavidotti interrati il cui scavo avrà una profondità minima di 1 m ed una larghezza variabile in funzione del numero di terne:

- 0,47 m nel caso di una singola terna di cavi;
- 0,79 m nel caso di due terne di cavi;
- 1,10 m nel caso di tre terne di cavi;
- 1,75 m nel caso di cinque terne di cavi

SEZIONE TIPO "A" 1 TERNA DI CAVI MT



SEZIONE TIPO "A1" 1 TERNA CAVI MT

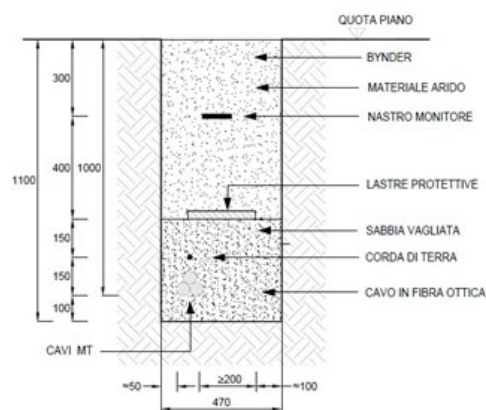

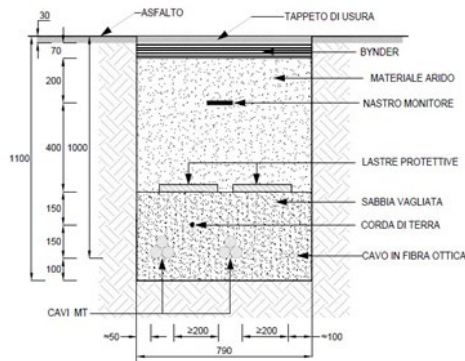


Figura 10: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (1 terna di cavi MT)

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	51

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023				Revisione:

SEZIONE TIPO "B" 2 TERNE DI CAVI MT



SEZIONE TIPO "B1" 2 TERNE CAVI MT

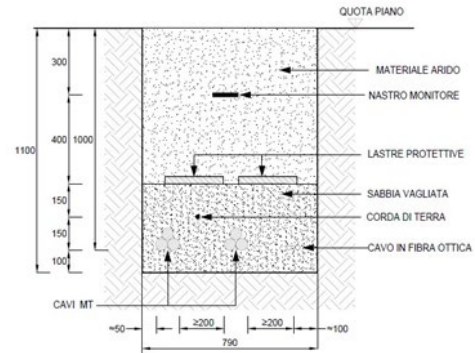


Figura 11: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (2 terne di cavi MT)

All'interno dello stesso scavo verranno posate la corda di terra (in rame nudo), il nastro segnalatore ed il cavo di trasmissione dati.

Data la presenza di tratte di cavidotto superiori a 2,5 km, il progetto prevede l'installazione di pozzettoni di sezionamento per l'installazione di giunti sconnettibili.

Di seguito si riporta un tipologico relativo all'installazione dei giunti sconnettibili all'interno dei suddetti pozzettoni:

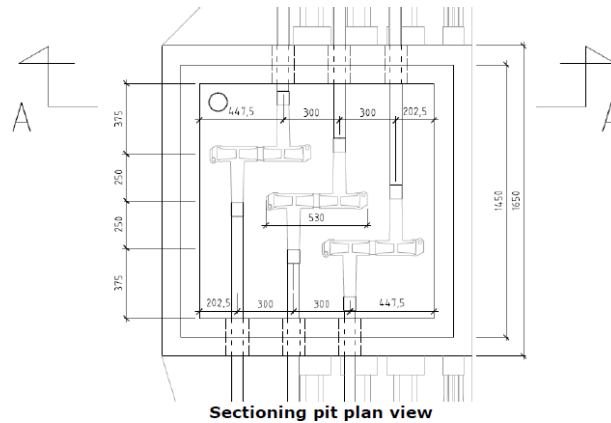


Figura 12: Vista in pianta dei giunti sconnettibili all'interno dei pozzettoni di sezionamento

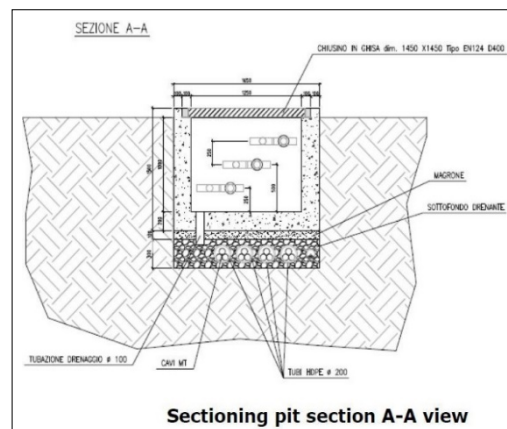



Figura 13: Vista in sezione dei giunti sconnettibili all'interno dei pozzettoni di sezionamento

Nei punti in cui verranno effettuate le giunzioni MT vi sarà il collegamento a terra degli schermi dei cavi di media tensione. La giunzione consiste, per ogni cavo, nell'accoppiamento elettrico di due connettori a T ad interfaccia C ed un plug di collegamento.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	52

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Di seguito si mostra un tipologico della connessione:

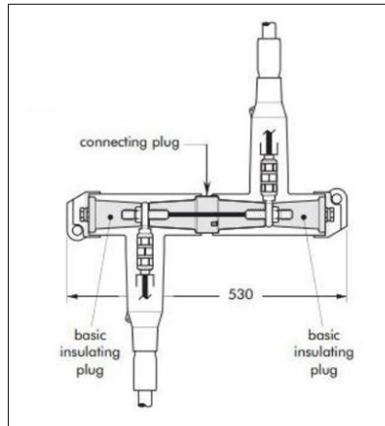


Figura 14: Dettaglio giunzione tra cavi MT all'interno del pozzettone di sezionamento

I cavi MT utilizzati saranno del tipo **ARE4H1R 18/30 kV** con le seguenti principali caratteristiche:

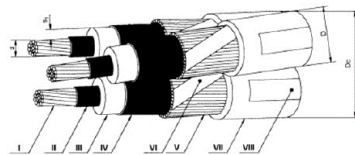
- conduttore in alluminio con formazione rigida compatta, classe 2;
- semiconduttore interno estruso;
- isolante in XLPE;
- semiconduttivo esterno in elastomerico estruso pelabile a freddo.

I cavi avranno sezione opportuna di modo che la portata nominale (nelle condizioni di posa previste) sia sufficiente a trasportare la corrente in condizioni di normale funzionamento.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea

Cavi tripolari ad elica visibile con conduttori in alluminio

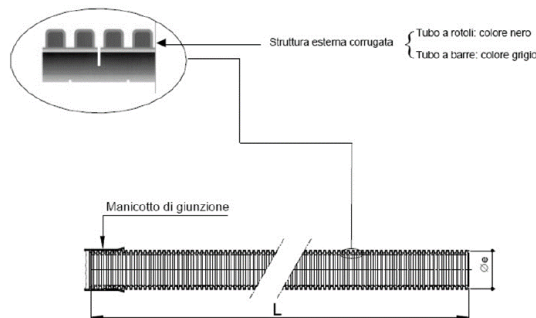


- | | |
|--|---------------------------------------|
| I - Conduttore | V - Schermo |
| II - Strato semiconduttore | VI - Nastro equalizzatore (eventuale) |
| III - Isolante | VII - Guaina di PVC |
| IV - Strato semiconduttore estruso sull'isolante | VIII - Stampigliatura |

Tipologia del Corrugato:

Il tubo flessibile corrugato sarà rispondente alla Norma Tecnica CEI 11-17 ovvero di tipo DS 4247.


PROTEZIONI MECCANICHE: TUBI IN POLIETILENE



- Conformi alle Norme CEI EN 60086-2-4 (23-46) (tubo "N" normale)
- resistenza all'urto:
 - tubo Øe 25450 mm: 15 J;
 - tubo Øe 63 mm: 20 J;
 - tubo Øe 125 mm: 28 J;
 - tubo Øe 160 mm: 40 J.

Figura 15: Particolari Cavo MT 30 kV

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	53

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

9.4 Specifiche tecniche cavo AT

Per l'immissione dell'energia prodotta dal parco agrivoltaico alla RTN sarà necessario realizzare un collegamento in antenna tra la sottostazione di trasformazione 150/30 kV e il nuovo stallo AT a 150 kV della stazione elettrica (S.E.) della RTN a 380/150 kV di Terna S.p.A. per mezzo di elettrodotto AT a 150 kV.

Le caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi che verranno utilizzati per il collegamento in alta tensione sono le seguenti:

- Sistema elettrico 3 fasi – c.a.
- Frequenza 50 Hz
- Tensione nominale 150 kV
- Tensione massima 170 kV
- Categoria sistema A

L'elettrodotto a 150 kV sarà realizzato con una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche principali

Tensione nominale:	150 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Potenza trasportata	220 MVA
Isolamento:	XLPE
Sezione del conduttore	1600 mm ²
Portata in corrente	Circa 1.100 A

La sezione impegnata è stata scelta sulla base della potenza trasportabile prevista in relazione agli scenari di condivisione dello stallo AT con altri produttori come indicato nella STMG ricevuto da Terna.

Il cavodotto AT di collegamento verrà percorso in terreno secondo le modalità valide per le reti di distribuzione elettrica riportate nella norma CEI 11-17, ovvero modalità di posa tipo M con protezione meccanica supplementare. Per la posa del cavodotto si dovrà predisporre uno scavo a sezione ristretta della larghezza di 0,70 m, per una profondità tale che il fondo dello scavo risulti ad una quota di -1,70 m dal piano campagna.

SEZIONE TIPO "E" 1 TERNA CAVI AT scala 1:20

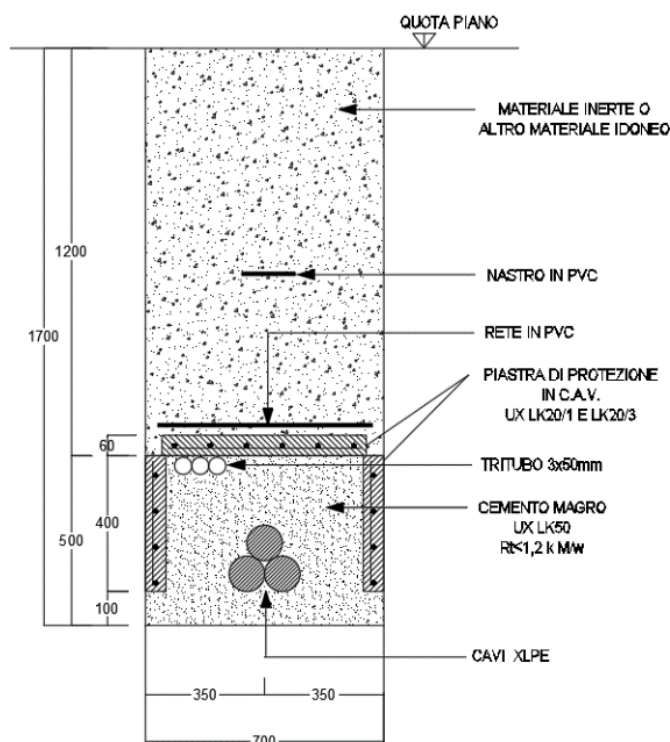



Figura 16: Sezione tipo cavi AT

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	54

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alla Norme tecniche CEI citate e alle prescrizioni Terna. Le caratteristiche elettriche della sezione AT saranno le seguenti

Tensione di esercizio	150 kV
Tensione massima di sistema	170 kV
Frequenza	50 Hz
Tensione di tenuta alla frequenza industriale:	
fase-fase e fase- terra	325 kV
Sulla distanza di isolamento	375 kV
Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us):	
Fase-fase e fase terra	750 kV
Sulla distanza di isolamento	860 kV
Corrente nominale di sbarre	2000 A
Corrente nominale di stallo	1250 A
Corrente di corto circuito	31,5 <u>kA</u>

9.5 SPECIFICA TECNICA SOTTOSTAZIONE AT/MT

La realizzazione della nuova Sottostazione di trasformazione AT/MT si rende necessaria per consentire l'immissione nella Rete Elettrica Nazionale (RTN), a tensione 150 kV, l'energia prodotta dal parco agrivoltaico in questione.

La Sottostazione di trasformazione è composta da una sezione a AT e da una sezione a MT. La sezione AT-150 kV è del tipo unificato TERNA con isolamento in aria ed è costituita da:

- N°1 sistema sbarra AT;
- N°1 stallo linea (in condivisione con altri produttori)
- N°1 stallo di trasformazione di proprietà della società proponente;
- N°2 stalli di trasformazione (altri produttori);

Lo stallo linea, in condivisione con altri produttori, sarà equipaggiato con:

- N°1 terna di Terminali per cavo AT;
- N°1 terna di scaricatori di sovratensione AT;
- N°1 terna di trasformatori di tensione per esterno con tre secondari (misure, protezione e misure fiscali);
- N°1 sezionatore di linea tripolare a 170 kV con lame di messa a terra;
- N°1 terna di trasformatori di corrente, unipolari isolati in gas SF6 con quattro secondari (misure e protezioni);
- N°1 sezionatore di linea tripolare a 170 kV senza lame di messa a terra;
- n. 1 interruttore tripolare per esterno in SF6;

Lo stallo di trasformazione di proprietà della società Enel Green Power Italia S.r.l sarà equipaggiato con:

- N°1 sezionatore di linea tripolare a 170 kV con lame di messa a terra;
- N°1 terna di trasformatori di corrente, unipolari isolati in gas SF6 con quattro secondari;
- N°1 terna di trasformatori di tensione con quattro secondari;
- N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno;
- N° 1 trasformatore trifase di potenza 150/30 kV, 125 MVA, ONAN/ONAF,

9.6 Giunzioni, attestazioni e terminazioni

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.


Convenzionalmente si definisce "giunzione" la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo dritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo alla norma CEI 20-62 seconda edizione e alle indicazioni riportate dal Costruttore dei Giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione.

In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	55

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici per ciascun giunto in modo da poter individuare l'Appaltatore, l'Esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

Esempio di giunzione dei cavi eseguiti nei pozzetti mediante giunti a resina colata.

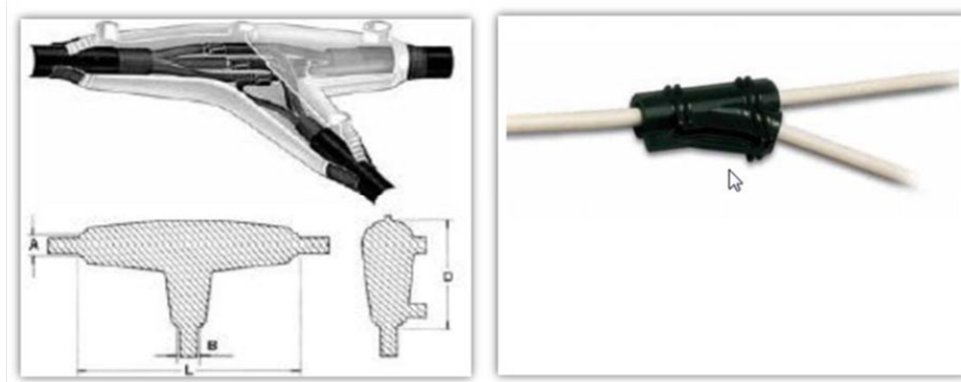


Figura 17: Esempio di giunzione dei cavi

Convenzionalmente si definiscono "terminazioni" e "attestazioni" la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Tutti i cavi Mt posati in impianto dovranno essere terminati da entrambe le estremità. I terminali adatti ai tipi di cavi adottati verranno forniti in conto lavorazione dalla ditta appaltatrice incaricata dei lavori. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'Appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta a identificare Appaltatore, Esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T).


La maggior parte dei cavi per l'impianto di media tensione a 30 kV saranno in alluminio di tipo unipolare schermati armati, quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detto, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo.

Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra in uno dei seguenti modi:

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione della codetta del cavo di rame)

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo. Tale messa a terra sarà connessa insieme alla messa a terra dello schermo. Il cavo di rame per la messa a terra sia dell'armatura che dello schermo deve avere una sezione di 35 mm².

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	56

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

9.7 Descrizione tecnica dell'impianto in fibra ottica

Per le caratteristiche dell'impianto di rete in fibra ottica si fa riferimento a quanto definito nei documenti di Unificazione E-DISTRIBUZIONE e nelle prescrizioni Tecniche per la posa di canalizzazioni e di cavi in fibra ottica.

Per quanto riguarda la fibra ottica si avrà l'utilizzo di un cavo ottico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alla tabella di unificazione E-Distribuzione DCFO02 (sigla TOS4 24 4(6SMR) T/EKE avente matricola E-DISTRIBUZIONE 359051 e unificazione DC4677) in conformità alla norma ITU-T/G.652 comprensiva di certificati di collaudo.


Di seguito la figura rappresentativa della fibra utilizzata:



Figura 18: Scheda tecnica cavo in fibra ottica

Le singole fibre costituenti i cavi di connessione ottica saranno attestate mediante idonei connettori in mini-armadi di terminazione da parete aventi grado di protezione minimo IP55 e dimensioni LxHxD rispettivamente non superiori a 230x400x130 mm.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	57

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

I connettori da utilizzare per collegare le singole fibre ottiche ad apparati di trasmissione o di misura dovranno essere di tipo SC-PC (DM-3300).

9.7.1 Modalità di posa fibra ottica

Per la posa della Fibra Ottica in trincea si impiegheranno di norma dei tritubi tipo PEHD, \varnothing 50 mm, (Tabella E-Distribuzione DY FO 03) si tratta di un profilato estruso in polietilene ad alta densità opportunamente stabilizzato con nerofumo per resistere all'invecchiamento, ove per ciascun tubo potrà essere utilizzato un singolo cavo.

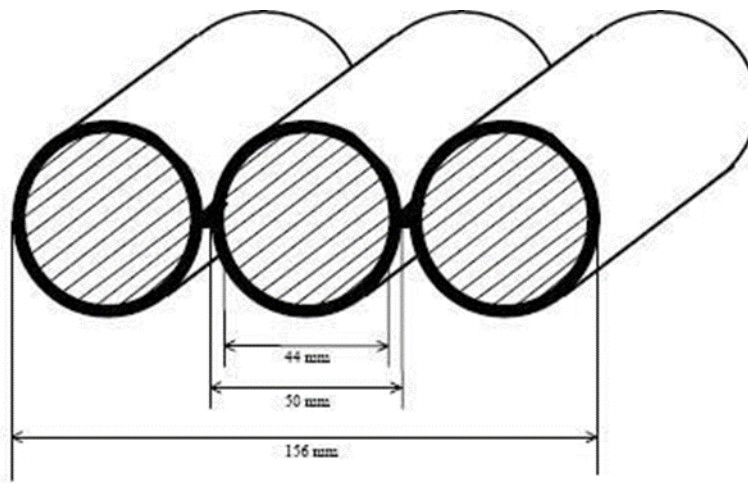


Figura 19: Modalità di posa cavo in fibra ottica

Le operazioni di scavo, di posa delle tubazioni e le opere di riempimento e di ripristino seguiranno le prescrizioni previste dalle normative generali in vigore e quanto prescritto dalla guida di E- Distribuzione.

Prima della posa nel fondo dello scavo, le teste dei singoli tubi dovranno essere chiuse con gli appositi tappi. La posa del tritubo verrà eseguita con andamento, il più possibile rettilineo.

Qualora sia necessario curvare i tritubo sul piano verticale od orizzontale, verrà rispettato il raggio di curvatura prescritto nelle specifiche del materiale.

Prima del rinterro saranno corretti eventuali serpeggiamenti verificatisi durante la posa. Prima di procedere alla chiusura dello scavo nella parte più prossima ai tubi sarà verificato che a contatto con gli stessi non vi siano frammenti rocciosi che potrebbero danneggiare i tubi stessi in fase successiva.

Per ogni tratta di tubi da giuntare, ove non siano previsti pozzetti, si dovranno lasciare le teste sovrapposte di circa un metro e chiuse con tappi.

L'esecuzione dei lavori e le distanze di rispetto terranno conto delle norme tecniche specifiche dei vari servizi, per quanto riguarda i parallelismi e gli attraversamenti.


Le parti componenti le infrastrutture inerenti la fibra ottica saranno costruite con il massimo risparmio di spazio possibile.

Negli scavi in trincea dovranno essere adottate tutte le cautele necessarie a prevenire scoscendimenti e smottamenti, dovranno essere rilevate la posizione di segnali indicatori stradali e di condutture sotterranee, di termini di proprietà o di segnaletica orizzontale, allo scopo di poter assicurare durante il susseguente ripristino la loro rimessa in sito con la maggior esattezza possibile.

I rinterri saranno realizzati con materiale adatto, sabbioso, ghiaioso e non argilloso, tipo stabilizzato, ponendo in opera strati orizzontali successivi di circa 30cm di spessore, ben costipati con adeguate attrezzature.

I singoli strati dovranno essere abbondantemente innaffiati in modo che il rinterro non dia luogo a cedimenti del piano viabile successivamente costruito.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	58

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

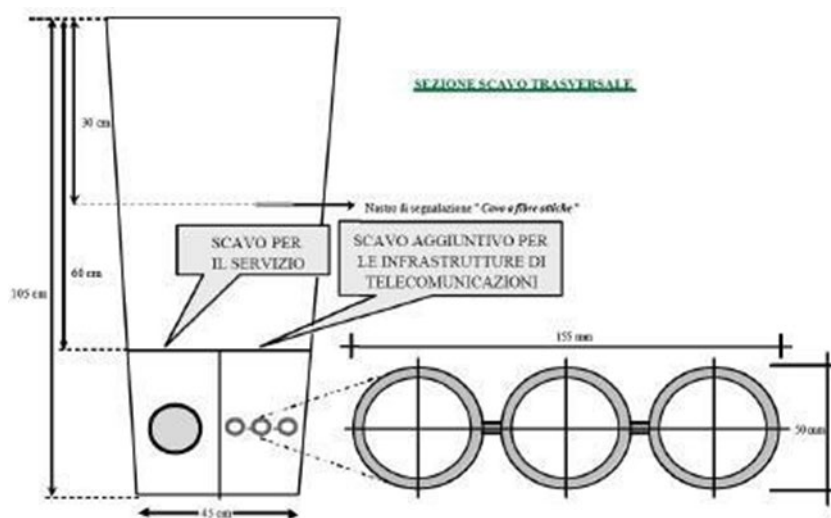


Figura 20: Sezione scavo per cavi in fibra ottica

Nastro Di Segnalazione

Un nastro di segnalazione in materiale plastico sarà posato a circa 30 cm al di sotto del piano stradale, per segnalare la presenza dell'infrastruttura per cavo fibra ottica.

Il nastro dovrà riportare la dicitura "E-Distribuzione Cavo a Fibre Ottiche"

Caratteristiche Dei Tubi

I tubi utilizzati saranno del tipo tritubo PEHD, con costolature antiatrito e coestruzione esterna, pressione di esercizio minima 16 bar, resistenza allo schiacciamento > 450 N.

Nelle tratte più brevi i tubi saranno di tipo corrugato doppia parete colore blu, marchio IMQ, resistenza allo schiacciamento 450N.

I tubi posti sul letto preventivamente spianato e battuto saranno collocati in opera in tratti rettilinei, con la massima attenzione per evitare l'introdursi di corpi estranei nella condotta e lo schiacciamento. In caso di giunzione di tubi in posizione dove non è previsto un pozzetto, questa avverrà mediante apposito giunto.

Ogni parte della infrastruttura della fibra ottica dovrà sopportare traffico stradale intenso anche di tipo pesante.

Ogni sottotubo ed ogni fodero del tritubo sarà equipaggiato con l'apposito cordino di nylon necessario per il collocamento della fune di tiro da utilizzare per la posa dei cavi a fibre ottiche. Completate le opere di posa, le estremità dei sottotubi o dei foderi dovranno essere chiuse con appositi tappi ad espansione per evitare l'ingresso di acqua, umidità e roditori.

I tritubi saranno giuntati tra loro utilizzando gli appositi manicotti autobloccanti.

Caratteristiche Dei Pozzetti / Chiusini

In tutti i tipi di infrastruttura per la posa di cavi ottici, occorre prevedere i pozzetti rompitratta, per la realizzazione di giunzioni o diramazioni dei cavi ottici, per facilitare la posa dei cavi (caso di cambi di direzione e/o quota) e per consentire un tempestivo ed agevole intervento di manutenzione.

In generale, i pozzetti saranno installati nelle due modalità "affioranti", con il chiusino che dopo il ripristino del manto stradale, nel caso di posa su asfalto, deve risultare a livello con lo stesso e "interrati".

Verrà adottata la tipologia di pozzetto affiorante nella posizione ove è prevista la giunzione dei cavi ottici, cambi di direzione e nei tratti ove c'è maggiore concentrazione di abitazione private.


In tutti i tratti rettilinei in assenza di giunti e di altri vincoli tecnici verranno realizzati e posizionati dei pozzetti interrati ad intervalli di 500 m.

Invece la distanza fra due pozzetti consecutivi in prossimità di aree in ambito extraurbano/urbane sarà ridotta a circa 120/170 m.

In linea generale, i pozzetti rompitratta avranno dimensioni 70x90 cm mentre quelli relativi ai cambi di direzione e/o quota e/o spillamento devono essere 125x80 cm.

I pozzetti affioranti sono manufatti in calcestruzzo equipaggiati con un coperchio in ghisa, provvisto di chiusure con chiavi di sicurezza.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	59

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

I pozzetti impiegati saranno di tipo monolitico in calcestruzzo, calcolati per carichi stradali di prima categoria. Le giunzioni tubo-pozzetto saranno eseguite con c.l.s.

Il monotubo o il tritubo devono fare il loro ingresso nel pozzetto dal lato più stretto, salvo cambi di direzione e spillamento, caso in cui è consentito l'ingresso del monotubo / tritubo anche dal lato più lungo del pozzetto.

Nel caso ponti e viadotti stradali lungo i percorsi interessati dalla rete, è previsto l'utilizzo di canalette in vetroresina e dei relativi elementi di raccordo con la tubazione esterna.

Le canalette dovranno essere fissate su mensole a loro volta fissate su appositi montanti.

La pavimentazione soprastante la copertura dei pozzetti deve essere uguale a quella del suolo pubblico circostante ed a filo con essa.

I pozzetti verranno installati sull'asse rettilineo della tratta, lungo l'infrastruttura e saranno di tre tipi:

- 800 mm x 1250 mm (dimensioni interne): per esecuzione di giunti dritti o di distribuzione sui cavi;
- 700 mm x 900 mm (dimensioni interne): per consentire il tiro dei cavi e nei cambi direzione;
- 450 mm x 450 mm (dimensioni interne): per consentire le derivazioni dei cavetti di distribuzione verso le cabine.

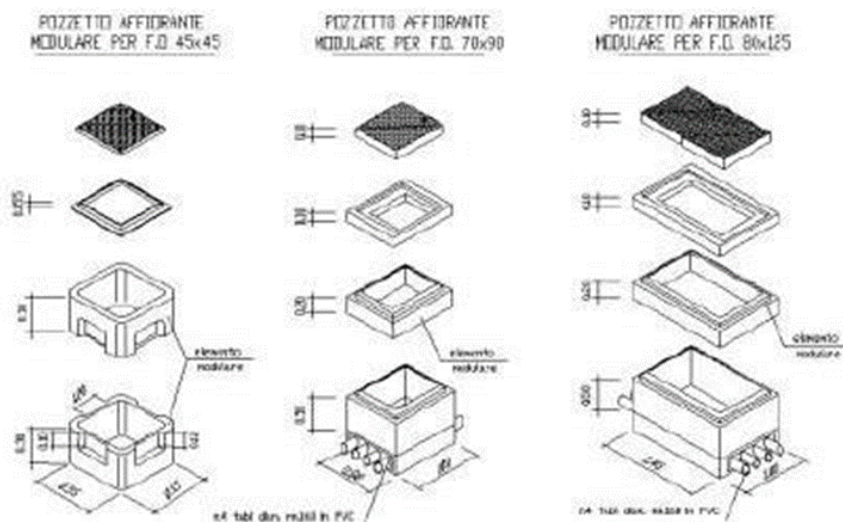


Figura 21: Caratteristiche pozzetti/chiusini

Il passo dettagliato dei pozzetti sarà stabilito in base alle caratteristiche planimetriche e altimetriche del percorso e alle condizioni di infilaggio.

Chiusini

I chiusini impiegati saranno in ghisa sferoidale a norma ISO 1083 (1987) conforme alla classe D400 della norma UNI-EN 124 (1995) con carico di rottura >400kN.

Compatibilità Con Altri Impianti

Le infrastrutture della fibra ottica saranno realizzate in modo tale da non pregiudicare il funzionamento di eventuali impianti speciali esistenti (reti idriche, reti fognarie, reti del gas, distribuzione energia elettrica MT e BT esistenti e nuove, pubblica illuminazione, sistemi per il controllo del traffico, impianti elettrici e simili).

Negli eventuali attraversamenti stradali ove si rileveranno particolari interferenze con servizi vari il tritubo contenente la fibra verrà ulteriormente protetto mediante un tubo in PVC di diametro minimo di 180 mm.


La realizzazione, l'esercizio e la manutenzione saranno effettuati adottando adeguate misure di sicurezza (nella fattispecie in relazione all'interferenza e all'emissione elettromagnetica ed in relazione alla messa a terra degli impianti).

In particolare, contro le interferenze elettromagnetiche i cavi in rame saranno del tipo schermati con tecnologie adeguate, per non arrecare disturbi ed essere sufficientemente immuni da perturbazioni causate da altre sorgenti.

I cavi in fibra ottica e in rame avranno la protezione antiroditore e altre protezioni meccaniche idonee.

Tutte le infrastrutture della Fibra ottica, anche quadri di attestamento /cassette ottiche, terminazioni, cabine, ecc. da installare su suolo e sottosuolo rispettare le presenti specifiche.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	60

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

Norme Di Riferimento

Per quanto riguarda i lavori di scavo, posa dei cavi, installazione delle apparecchiature, rinterrati e ripristini, vengono prese come riferimento le norme tecniche CEI (CEI 11-17), UNI, il D.M. 24/11/1984, il codice della strada, il codice delle comunicazioni Elettroniche.

9.8 Sistemi di monitoraggio - SCADA

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

a) Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;

b) Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

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

Il sistema di telecontrollo che consentirà la piena e completa gestione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dal campo, quali:

- tensioni e correnti di stringa
- tensioni e correnti parallelo CC
- stato scaricatori/interruttori CC
- tensioni e correnti in ingresso/uscita agli inverter
- tensioni e correnti in ingresso/uscita ai trasformatori MT/BT
- stato interruttori quadri bt e quadri MT
- principali grandezze elettriche (potenza attiva, reattiva, cosfi, etc.)
- principali grandezze fisiche (temperature di esercizio, etc.)

Il nucleo del sistema SCADA è costituito dalla coppia di PLC ridondanti installati nel quadro QPLC in MTR. Il PLC è una piattaforma aperta configurabile per mezzo del software di programmazione e copre le seguenti funzionalità:

Collezione dati:

- dagli organi MT mediante input digitali cablati presenti in MTR
- stati dei servizi ausiliari
- raccolta misure e eventi dai relay di protezione di MTR tramite porte seriali RS485 collegati al converter seriale-ethernet per mezzo del software installato sul PC Embedded
- raccolta dati da organi MT in MTR per mezzo dell'IO distribuito
- raccolta dati da campo FV per mezzo delle RTU installate nelle cabine di trasformazione, via Modbus TCP:
- raccolta dati da stazione monitoraggio ambientale


Attuazione comandi organi MT inviati da utente tramite HMI dello SCADA

Regolazione dei valori di potenza attiva e reattiva, inseguendo, tramite controlli a retroazione (PID) logici, i setpoint impostati dall'utente dall'HMI dello SCADA o provenienti da sistemi terzi tramite appositi canali di comunicazione che saranno specificati nel seguito della realizzazione

Elaborazione condizioni di allarme

- Aperture per guasto di organi MT
- Avviamenti e scatti dei relais di protezione
- Notifiche da sistema antintrusione cabine e perimetrale
- Notifiche da sistema antincendio cabine
- Inverter in avaria
- String box in avaria
- Mancanza di comunicazione con dispositivi sulla rete (LAN Monitoring)
- Fault da switch managed
- Aperture interruttori servizi ausiliari
- Mancata risposta o risposta intempestiva dei loop di regolazione potenza (PPC)

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	61

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

10. PRODUZIONE DI ENERGIA ATTESA

10.1 Panoramica

La tabella seguente rappresenta i dati principali di impianto.

Energia fotovoltaica erogata specifica	PVOUT_specific	1.629,7 kWh/kWp
Energia fotovoltaica erogata totale	PVOUT_total	50.292 GWh
Radiazione inclinata globale	GTI	2007,8 kWh/m ²
Performance Ratio	PR	81,2 %
Radiazione orizzontale globale	GHI	1.567,0 kWh/m ²
Radiazione normale diretta	DNI	1.606,8 kWh/m ²
Radiazione orizzontale diffusa	DIF	623,7 kWh/m ²
Temperatura media dell'aria	TEMP	15,8°C

Tabella 13: Caratteristiche principali di impianto

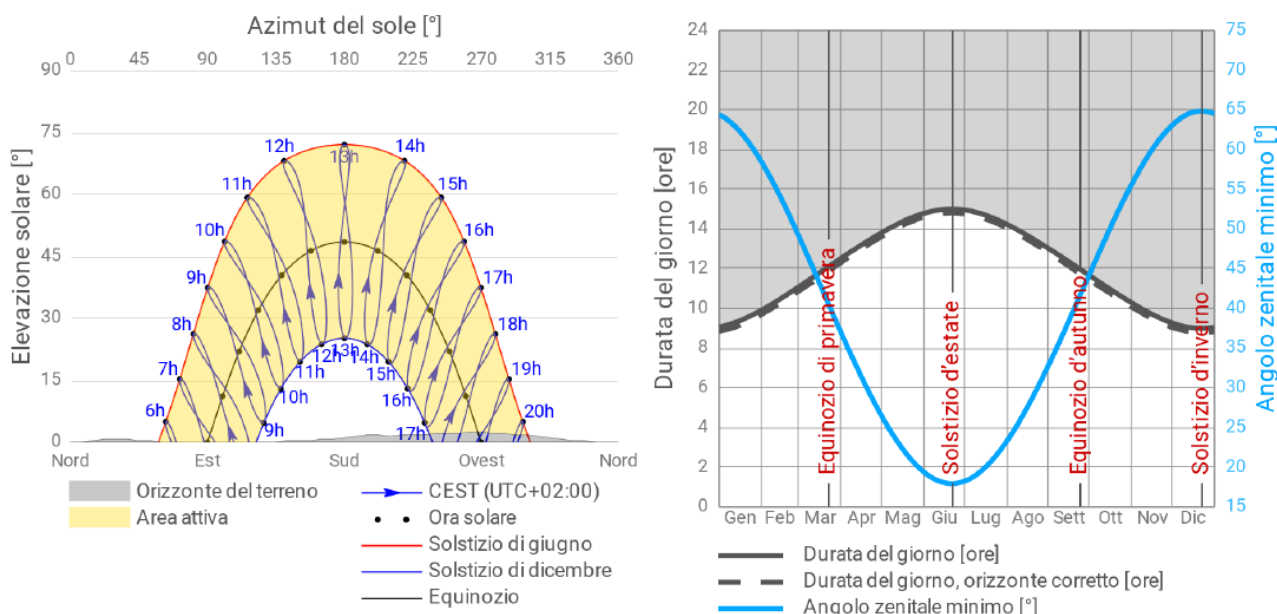


Figura 22: l'orizzonte del progetto rispetto all'altezza del Sole, e la durata del giorno con angolo dello Zenith.


10.2 Configurazione del sistema fotovoltaico

La tabella sottostante rappresenta la configurazione di impianto.

Capacità installata	30,86 MWp
Tipo di modulo fotovoltaico	c-Si – silicone cristallino
Backtracking	Si
Limiti di rotazione	-60° Est, 60° Ovest
Interdistanza strutture (pitch)	10 m
Efficienza Inverter (EU)	96,4 %
Perdite al trasformatore	0,9 %
Perdite dovute a neve e sporco	fino al 3 %
Perdite cavi DC	2 %
Perdite cavi AC	0,5 %
Disponibilità impianto	99,5 %

Tabella 14: Configurazione del sistema fotovoltaico

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	62

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

10.3 Energia solare e meteo: statistiche mensili

Il parametro meteorologico specifico più importante nel determinare la produzione di elettricità solare è la radiazione solare, che alimenta un impianto di produzione fotovoltaico. La produzione di energia è parimenti influenzata dalla temperatura dell'aria. Vi sono anche altri parametri meteorologici che influiscono sulla prestazione, sulla disponibilità e sull'obsolescenza di un impianto fotovoltaico.

La tabella sotto rappresenta i valori di riferimento di radiazione solare e meteo.

Mese	GHI kWh/m ²	DNI kWh/m ²	DIF kWh/m ²	D2G	TEMP °C	WS m/s	CDD gradi-giorni	HDD gradi-giorni
Gen	56.7	83.4	26.8	0.473	7.2	2.9	0	345
Feb	74.9	94.7	33.1	0.441	7.8	3.1	0	253
Mar	120.6	125.5	51.2	0.425	10.3	3.3	0	282
Apr	151.7	136.0	64.1	0.422	13.6	2.9	0	189
Mag	191.8	162.8	79.1	0.412	18.5	2.9	54	51
Giu	206.2	181.5	78.5	0.381	23.4	2.8	204	0
Lug	222.6	216.6	71.5	0.321	25.8	2.8	282	0
Ago	196.5	196.0	65.8	0.335	25.7	2.6	266	0
Sett	136.4	134.5	56.9	0.417	20.9	2.7	121	2
Ott	99.2	113.8	43.8	0.442	16.5	2.5	7	89
Nov	60.4	81.3	29.3	0.484	12.0	2.6	0	142
Dic	49.9	80.8	23.5	0.471	8.3	2.9	0	269
Annualm...	1567.0	1606.8	623.7	0.398	15.8	2.8	824	1609

Tabella 15: radiazione solare e meteo

La tabella sotto rappresenta i valori radiazione (orizzontale e diffusa, a sinistra), e la radiazione normale diretta (destra).

Figura 4.1: Radiazione + radiazione orizzontale diffusa

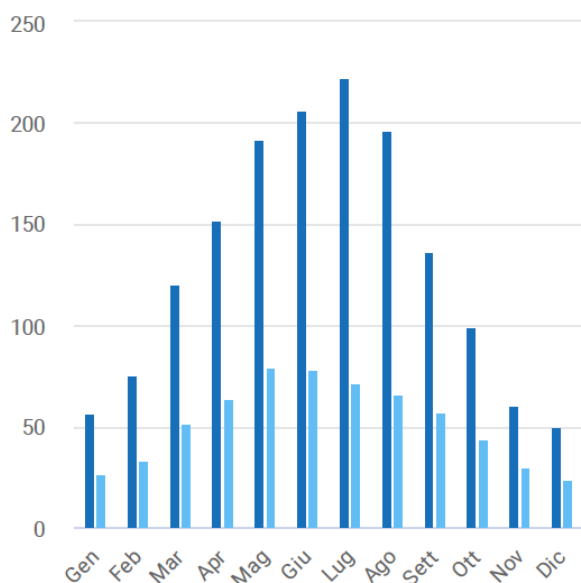


Figura 4.2: Radiazione normale diretta

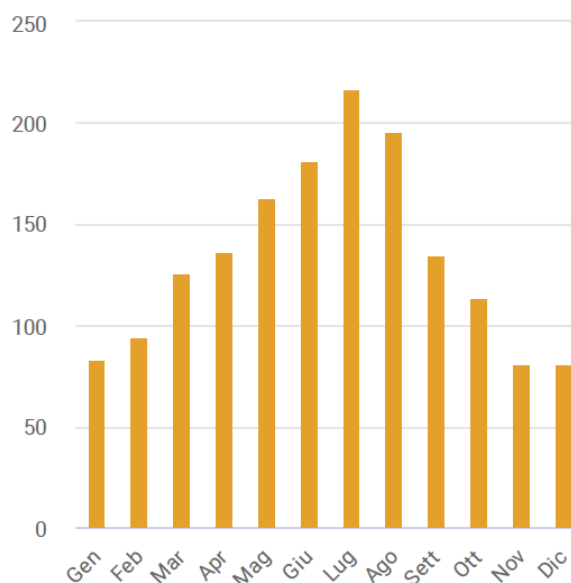



Figura 23: radiazione solare (orizzontale e diffusa); radiazione normale diretta

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	63

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

La tabella sotto rappresenta il rapporto tra radiazione diffusa e radiazione globale (sinistra), e la temperatura dell'aria (destra).

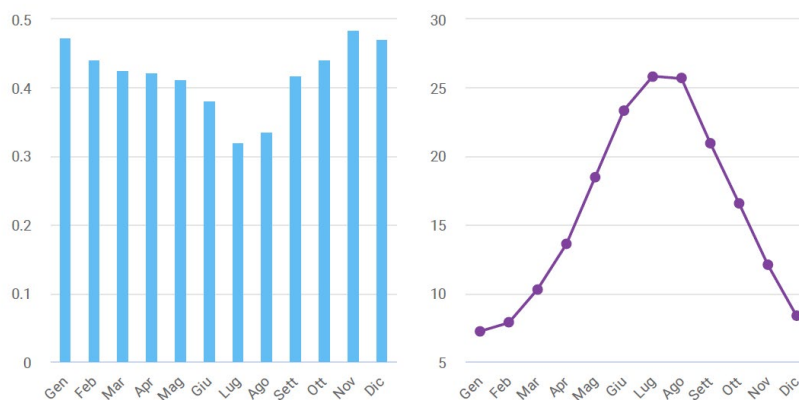


Figura 24: rapporto tra radiazione diffusa e radiazione globale (sinistra), e la temperatura dell'aria (destra)

La tabella sotto rappresenta l'albedo della superficie (sinistra), e la temperatura dell'aria (destra).

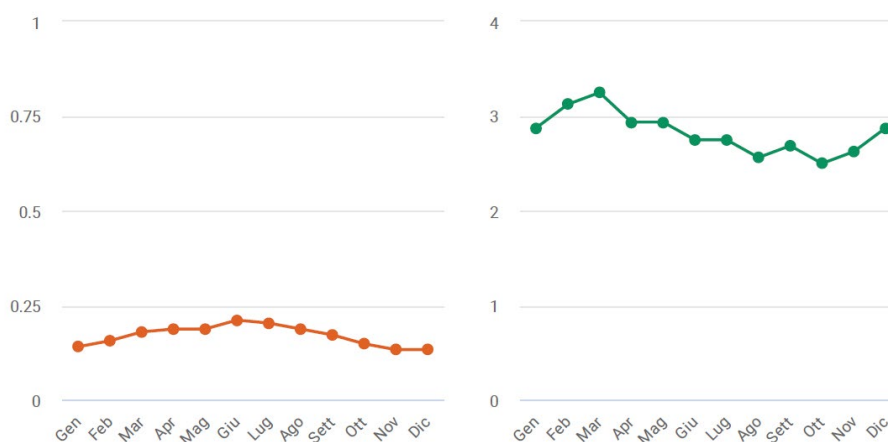



Figura 25: albedo della superficie (sinistra), e la temperatura dell'aria (destra)

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWp, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	

11. CONFIGURAZIONE ELETTRICA

Per la realizzazione dell'impianto si è considerata una superficie totale **58,96** ha della quale sono stati sfruttati **501.300 m² (50,13 ha)**. Nella tabella seguente sono elencate e descritte le principali caratteristiche tecniche e i dati di impianto.

Superficie di impianto:	50,13 ha
Potenza massima output impianto (AC):	25 MW
Tipo strutture di montaggio moduli fotovoltaici:	Inseguitori (tracker) mono-asse infissi al suolo
Moduli fotovoltaici (tipo):	RISEN TITAN RSM120-8-605M – bifacciali - monocristallino
Tensione max sistema:	1.500 Volt
Potenza nom. modulo fotovoltaico:	605 Wp
Totale moduli fotovoltaici:	51.000
Moduli per stringa:	34
Totale stringhe:	1.500
Potenza nominale generatore fotovoltaico (DC):	30,86 MWp
Inverter (tipo):	SUNGROW SG350HX
Potenza max inverter (PF=1):	350 kVA
Potenza Nominale inverter:	320 kW
Totale inverter:	80
Potenza totale inverter (AC):	25,6 MW
Tensione uscita inverter:	800 Volt
Trasformatore (tipo):	Skid (aperti) completi di protezioni MT (IP65)
Potenza trasformatore:	2.000 kVA
Tensione primario/secondario trasformatore:	30/0,8 kV
Totale trasformatori:	14
Potenza totale trasformatori:	28 MVA
Unità di accumulo:	14,3 KWh
Potenza max unità di accumulo:	3,150 MW
Totale unità di accumulo:	780
Potenza totale sistema di accumulo:	5,58 MW
Rete di collegamento:	Alta tensione 150 kV
Gestore della rete:	TERNA S.p.A.
Potenza in immissione ai fini della connessione:	30 MW (25 MW + 5 MW accumulo)

Tabella 16: Specifiche e caratteristiche dell'impianto di produzione

I moduli saranno raggruppati in stringhe da **34** pannelli connessi in serie.

si considerano i seguenti vincoli, imposti dal corretto funzionamento degli impianti e dalla scelta della soluzione più economica:

- Massima caduta di tensione per collegamento tra cabina di campo e cabina di consegna $\Delta V=2\%$;
- Tempo di intervento protezione $t=1$ s;
- Massime perdite ammesse 5%;
- Massimo carico previsto per il cavo 95%.

Le stringhe saranno poi connesse in parallelo in modo da rispettare i limiti di corrente e di tensione dell'inverter.

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:

$$V_m \min \geq V_{inv \text{ MPPT} \min}$$


$$V_m \max \leq V_{inv \text{ MPPT} \max}$$

$$V_{oc} \max < V_{inv \max}$$

Dove:

- V_m = tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche
- $V_{inv \text{ MPPT} \min}$ = tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter
- $V_{inv \text{ MPPT} \max}$ = tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter
- V_{oc} = tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	65

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW			
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO			
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.			
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.: ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

- $V_{inv\ max}$ = tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

In tutti i casi, le condizioni di verifica risultano rispettate e pertanto si può concludere che vi è compatibilità tra le stringhe di moduli fotovoltaici e il tipo di inverter adottato.

11.1 Modalità di calcolo

Le modalità con cui saranno eseguiti i calcoli sono di verifica, infatti dopo aver modellato il sistema con i parametri dei generatori, dei trasformatori, si introducono i parametri dei cavi e si risolve il problema del load flow con il metodo di Newton – Raphson e si verifica se sono rispettati i vincoli imposti sulla portata, caduta di tensione, perdite di potenze, etc.

La portata dei cavi in regime permanente viene determinata utilizzando la seguente espressione:

$$I_z = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Dove con I_z si indica la portata dei conduttori isolati in gomma E4, unipolari interrati direttamente, tali portate sono state calcolate in base alla norma IEC 60287 per le seguenti condizioni:

- Temperatura del terreno: 20°C;
- Profondità di posa 1,20 m;
- Resistività termica del terreno: 1,5 K*m/W;

Schermi metallici collegati fra loro e messi a terra ad entrambe le estremità;

Si indica con:

- K_1 = coefficiente che tiene conto della temperatura ambientale per posa in terra;
- K_2 = coefficiente che tiene conto della profondità di posa;
- K_3 = coefficiente che tiene conto della resistività del terreno;
- K_4 = coefficiente che tiene conto delle condizioni di posa (più cavi o tubi affiancati);

I coefficienti relativi a K_1 , K_2 e K_3 sono in parte tratti dalla tabella CEI UNEL 35027 e in parte ricavati da cataloghi dei costruttori e testi di impianti elettrici.

Il calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile viene effettuato con la seguente formula:

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

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{U} * 100$$

dove:

- I = corrente di impiego (espressa in Ampere)
- L = lunghezza della linea
- R = resistenza della linea
- X = reattanza della linea
- $\cos \varphi$ = fattore di potenza del carico
- V = tensione concatenata per linea trifase

Per la scelta delle caratteristiche delle apparecchiature elettriche e per la scelta definitiva dei cavi, si risolve sulla rete precedentemente modellata (con i cavi che rispettano tutti i vincoli imposti), il problema del corto circuito con la norma IEC 60909 equivalente alla norma CEI 11-25.


Risolto il problema del corto circuito, si verifica se tutti i cavi precedentemente scelti, sono in grado di sostenere la corrente presunta di corto circuito per un secondo. Se si verifica che una data linea non è in grado di sostenere il corto circuito, si migliora la sezione e si procede di nuovo alla verifica, il tutto fino a quando i risultati sono coerenti.

Dall'analisi dei valori ottenuti dalla risoluzione dei problemi del load flow e del corto circuito, si passa alla scelta dei quadri elettrici e dei componenti di protezione, manovra e misura (interruttori, sezionatori, TA, TV, relè ecc.).

11.2 Risultati di calcolo

Nella tabella seguente sono presenti i nodi, le linee dell'impianto, seguite dalla partenza e arrivo linea, dalla sezione, dalla corrente che passa nel conduttore e dalla caduta di tensione massima e dall'impegno della linea in termini di potenza dissipabile.

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	66

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:


CONFIGURAZIONE ELETTRICA LAYOUT LATO DC					
SOTTOCAMPO	POTENZA CABINA [kVA]	NR. INVERTER	STRINGHE	POTENZA DC [kWp]	POTENZA AC [kWn]
1	4000	10	186	3826,02	3200
2	5000	13	248	5101,36	4160
3	5000	13	248	5101,36	4160
4	4000	10	192	3949,44	3200
5	4000	10	192	3949,44	3200
6	4000	12	218	4484,26	3840
7	4000	12	216	4443,12	3840
TOTALE				30855,00	25600,00

Tabella 17: Configurazione elettrica lato DC

CONFIGURAZIONE ELETTRICA LAYOUT LATO AC						
da	a	POTENZA TRASMessa [KW]	LUNGHEZZA [m]	SEZIONE CAVO [mm ²]	CORRENTE IMPIEGO I _B [A]	CADUTA TENSIONE [ΔV%]
cab_1	cab_2	3200	256	3x1x70	64,83	0,06%
cab_2	cab_3	7360	311	3x1x95	149,10	0,12%
cab_3	cab_raccolta 3	11520	2300	3x1x185	233,37	0,76%
cab_7	cab_6	3200	234	3x1x70	64,83	0,05%
cab_6	cab_5	6400	703	3x1x95	129,65	0,23%
cab_5	cab_4	10240	342	3x1x185	207,44	0,10%
cab_4	cab_raccolta	14080	225	3x1x300	285,23	0,06%
cab_raccolta	SdU	25600	21000	3x3x1x630	518,60	2,12%

Tabella 18: Configurazione elettrica lato AC

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	67

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

12. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI

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

Il PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli). In analogia a quanto indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PR come segue:

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

e, più in dettaglio, come:

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

dove:

- Energia Misurata, è l'energia generata come misurata al contatore;
- Energia Teorica, è l'energia teoricamente generabile in condizioni ideali dall'impianto dato l'Irraggiamento Misurato e la Potenza di Picco installata;
- Irraggiamento Misurato, è l'irraggiamento effettivamente misurato sul piano dei moduli dai dispositivi di rilevamento dell'irraggiamento installati sull'Impianto. Il parametro verrà essere corretto in base alla reale temperatura misurata sui moduli.

12.1 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

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

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

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

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


- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo;
- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la Norma CEI EN 60904-5;
- misura della temperatura ambiente T_{amb} e calcolo della corrispondente T_{cel} secondo la formula:

$$T_{\text{cel}} = T_{\text{amb}} + (\text{NOCT} - 20) * G_p / 800$$

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

Il Progettista


Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	68

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0		Cod. doc.:

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Localizzazione dell'impianto su base Ortofoto	5
Figura 2: Schema della struttura - sezione	13
Figura 3: Schema della struttura - viste	13
Figura 4: Esempio di installazione strutture - viste	13
Figura 5: Elementi dimensionali del trasformatore	23
Figura 6: Cabine elettriche	26
Figura 7: Schema di principio sistema di accumulo	32
Figura 8: Misura dei flussi di energia con accumulo posizionato nella parte d'impianto in corrente alternata a monte del contatore dell'energia generata.....	32
Figura 9: Tabella per la scelta del cavo	50
Figura 10: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (1 terna di cavi MT).....	51
Figura 11: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (2 terne di cavi MT).....	52
Figura 12: Vista in pianta dei giunti sconnettibili all'interno dei pozzettoni di sezionamento.....	52
Figura 13: Vista in sezione dei giunti sconnettibili all'interno dei pozzettoni di sezionamento.....	52
Figura 14: Dettaglio giunzione tra cavi MT all'interno del pozzettone di sezionamento	53
Figura 15: Particolari Cavo MT 30 kV.....	53
Figura 16: Sezione tipo cavi AT.....	54
Figura 17: Esempio di giunzione dei cavi.....	56
Figura 18: Scheda tecnica cavo in fibra ottica.....	57
Figura 19: Modalità di posa cavo in fibra ottica	58
Figura 20: Sezione scavo per cavi in fibra ottica	59
Figura 21: Caratteristiche pozzetti/chiusini.....	60
Figura 22: l'orizzonte del progetto rispetto all'altezza del Sole, e la durata del giorno con angolo dello Zenith.	62
Figura 23: radiazione solare (orizzontale e diffusa); radiazione normale diretta	63
Figura 24: rapporto tra radiazione diffusa e radiazione globale (sinistra), e la temperatura dell'aria (destra)	64
Figura 25: albedo della superficie (sinistra), e la temperatura dell'aria (destra)	64

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	69

Progetto:	PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON ACCUMULO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DA REALIZZARSI IN AGRO DI LUCERA E TROIA (FG), DENOMINATO "LUCERA" E AVENTE POTENZA MODULI PARI A 30,86 MWP, POTENZA MASSIMA A.C. 25 MW, ACCUMULO PARI A 5 MW E POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE PARI A 30 MW				
Oggetto:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO				
Committente:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.				
Data:	02/2023	Revisione:	1.0	Cod. doc.:	ITOPW003.PD.01.REL.VIA2_RTI

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Dati geografici di progetto	5
Tabella 2: Dati catastali di progetto	6
Tabella 3: Caratteristiche dei trasformatori	23
Tabella 4: Dati tecnici dei trasformatori selezionati	24
Tabella 5: Dati tecnici del quadro di parallelo stringhe	25
Tabella 6: Caratteristiche del Battery System	36
Tabella 7: Caratteristiche Energy Storage System	38
Tabella 8: Dati costruttivi cavo MT	47
Tabella 9: Tabella per la scelta del coefficiente k1	48
Tabella 10:: Tabella per la scelta del coefficiente k2	48
Tabella 11: : Tabella per la scelta del coefficiente k3	48
Tabella 12: : Tabella per la scelta del coefficiente k4	48
Tabella 13: Caratteristiche principali di impianto	62
Tabella 14: Configurazione del sistema fotovoltaico	62
Tabella 15: radiazione solare e meteo	63
Tabella 16: Specifiche e caratteristiche dell'impianto di produzione	65
Tabella 17: Configurazione elettrica lato DC	67
Tabella 18: Configurazione elettrica lato AC	67

Subject:	Progetto Agrivoltaico "LUCERA" -Potenza in Immissione 30 MW con accumulo da 5 MW	Project Code:	ITOPW003.071028
Document Title	Relazione Tecnica Impianto	Date:	FEBRUARY 2023
Client:	AMBRA SOLARE 3 S.r.l.	Page:	70