

**REGIONE
FRIULI - VENEZIA GIULIA**

COMUNE DI BICINICCO (UD)

COMUNE DI SANTA MARIA LA LONGA (UD)

ATLAS SOLAR 1 s.r.l.
Via Cino Del Duca, 5
20122 MILANO (MI)
P.IVA 03035010309

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO CON FOTOVOLTAICO AD INSEGUITORI MONOASSIALI
PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, COMPRESIVO DI
IMPIANTO AGRICOLO CON ANNESSO APIARIO, SITO NEI COMUNI DI
BICINICCO (UD) E SANTA MARIA LA LONGA (UD), FORMATO DA DUE
SEZIONI CIASCUNO PER UNA POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 6668 KW
E POTENZA IN A.C. DI 5860 KW, ALLA TENSIONE RETE DI 20 KV E DELLE
RELATIVE OPERE DI RETE RICADENTI NEI COMUNI DI BICINICCO (UD),
SANTA MARIA LA LONGA (UD) E PALMANOVA (UD)**

**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE
COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

ELABORATO

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE
DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI**

DATA: 20/10/2021

aggiornamento :

PROGETTISTI
Ing. Nicola ROSSI
DEGLI INGEGNERI
DI CAMPOBASSO
Ing. Pocco P. 49 ME

CONSULENTE
Arch. Giantuca DI DONA
Dott. Massimo MACCHIARON
Ing. Elvio MURETTA
Archeol. Gerardo Fratianni
Geol. Davide SERAVALLI
Per. Ind. Alessandro CORTI

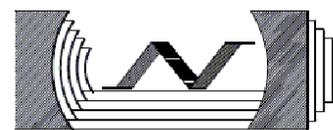


ATLAS RE

Energy for the Future

Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100
Partita IVA 02943070306
www.atlas-re.eu

revisione	descrizione	data	DOC R02
A	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE DESCRITTIVO DEGLI ELEMENTI TECNICI	20/10/2021	
B			
C			



A.01.A NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	2
A.01.B PREMESSA	5
A.01.C LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	6
A.01.D PROGETTO DELL'OPERA	9
A.01.D.1 Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica	9
A.01.D.2 Generatore fotovoltaico	10
A.01.D.3 Strutture di supporto	11
A.01.D.4 Producibilità	17
A.01.D.4.1 Dati di radiazione e prestazione di produzione – Campo fotovoltaico “Bicinicco” – Comune di Bicinicco (UD)	17
A.01.D.5 Cabine elettriche – Convertitori di potenza (Inverter)	19
A.01.D.6 Cavi e quadri di campo	25
A.01.D.6.1 Cavi	25
A.01.D.6.2 Quadri elettrici	27
A.01.D.6.3 Quadro di parallelo stringa	27
A.01.D.6.4 Giunzione cavi MT	28
A.01.D.6.5 Terminazione e attestazione cavi MT	29
A.01.D.6.6 Modalità di posa dei cavi MT	30
A.01.D.7 Sistemi ausiliari	31
A.01.D.7.1 Impianti speciali - Sorveglianza	31
A.01.D.7.2 Illuminazione	31
A.01.D.7.3 Alimentazione ausiliari	33
A.01.D.8 Protezione contro i contatti diretti	33
A.01.D.9 Protezione contro i contatti indiretti	33
A.01.D.10 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti	38
A.01.D.10.1 Protezione contro i sovraccarichi	39
A.01.D.10.2 Protezione contro i corto circuiti	39
A.01.D.10.3 Protezione lato c.c.	40
A.01.D.10.4 Protezione lato c.a.	40
A.01.D.11 Metodi di dimensionamento e calcolo	41
A.01.D.11.1 Dimensionamento dei cavi	41
A.01.D.11.2 Cadute di tensione	42
A.01.D.11.3 Dimensionamento conduttori di protezione	43
A.01.D.11.4 Calcolo dei guasti	43
A.01.D.11.5 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito	44
A.01.D.11.6 Calcolo delle correnti di cortocircuito	44
A.01.D.12 Protezioni contro le sovracorrenti	45
A.01.D.13 Impianto di messa a terra	45
A.01.D.13.1 Messa a terra lato cabina campo (MT/BT)	45
A.01.D.13.2 Messa a terra lato campo fotovoltaico	46
A.01.D.14 Gestione dell'impianto	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Biciniccio e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	--	---

A.01.A NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI 82-25; V2: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.

CEI EN 60904-1(CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento.

CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

CEI EN 61646 (82-12): moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 61724 (CEI 82-15): rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

CEI EN 61730-1 (CEI 82-27): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione.

CEI EN 61730-2 (CEI 82-28): qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove.

CEI EN 62108 (82-30): moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo.

CEI EN 62093 (CEI 82-24): componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.

CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

CEI EN 50521 (CEI 82-31): connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove.

CEI EN 50524 (CEI 82-34): fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	2	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

CEI EN 50530 (CEI 82-35): rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

EN 62446 (CEI 82-38): grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

CEI 20-91: cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

UNI 10349: riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI/TR 11328-1: "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

CEI 0-16: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 0-21: regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

CEI 11-20: impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.

CEI EN 50438 (CT 311-1): prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione.

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 EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

CEI EN 60439 (CEI 17-13): apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).

CEI EN 60445 (CEI 16-2): principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico.

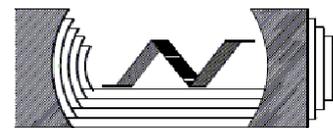
CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP).

CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	3	47



Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)



Studio di Ingegneria

Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso $I_n = 16$ A per fase).

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2).

CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3).

CEI EN 50470-1 (CEI 13-52): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C).

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54): apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C).

CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.

CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.

CEI 20-19: cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 20-20: cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.

CEI 13-4: sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008: requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Delibera ARG/ELT n. 33-08: condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV.

Deliberazione 84/2012/R/EEL: interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.

D.Lgs. 81/2008: (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e succ. mod. e int.

DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - DCPREV, prot.5158 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Nota DCPREV, prot.1324 - Edizione 2012.

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" - Chiarimenti alla Nota DCPREV, prot.1324

"Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – Edizione 2012".

Per quanto non esplicitato, normativa di riferimento del settore.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	4	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.B PREMESSA.

Il progetto in oggetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico connesso alla Rete Nazionale in MT. L'Area è ubicata nella Regione Friuli Venezia Giulia, nel Comune di Bicinicco e Santa Maria la Longa (Provincia di Udine) ad una quota altimetrica di circa 35 m s.l.m., con ingresso da strada pubblica (strada comunale Cividade) e non risulta acclive ma piuttosto pianeggiante.

Più precisamente l'impianto agrivoltaico "Bicinicco-Santa Maria la Longa 1" interesserà i due comuni, mentre l'impianto agrivoltaico "Bicinicco-Santa Maria la Longa 2" interesserà solo il comune di Santa Maria la Longa (UD).

L' Area oggetto dell'intervento è ubicata a sud-est del comune di Bicinicco (UD) e a sud-ovest del comune di Santa Maria la Longa (UD).

Per quanto riguarda le opere di connessione del campo fotovoltaico alla rete nazionale, queste sono state elencate da e-distribuzione nei rispettivi "preventivi di connessione" e riguardano la costruzione di due linee elettriche di media tensione (20 KV) in cavi interrati e necessarie al collegamento di due nuove cabine di connessione (costituite ciascuno da un blocco prefabbricato), ubicate ciascuna all'interno dell'area a disposizione del proponente, nel Comune di Bicinicco (UD), rispettivamente al foglio di mappa n. 11, particella n. 113; le opere di connessione prevedono anche, per il campo denominato "Bicinicco-Santa Maria la Longa 1", il collegamento della rispettiva cabina di consegna (Cabina FTV Felettis 1) alla linea esistente di E-Distribuzione esistente nell'area oggetto dell'intervento, attraverso l'inserimento a questa utilizzando un sostegno esistente.

Le opere di connessione, costituite da elettrodotto interrato, ricadono in parte nel Comune di Bicinicco (UD), in parte nel Comune di Santa Maria la Longa (UD) e in parte nel comune di Palmanova (UD).

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, strutture di supporto), ma resteranno invariate le

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	5	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

La realizzazione delle opere dovrà essere preceduta da approvazione da parte della Committenza e dalla presentazione della documentazione necessaria l'autorizzazione e l'esecuzione delle opere stesse, nonché dalla redazione di progetto esecutivo.

Le opere dovranno essere eseguite nel rispetto di tutte le prescrizioni tecniche, nonché nel totale rispetto delle disposizioni legislative, regolamentari e normative vigenti, quando siano applicabili, anche se non direttamente richiamate all'interno della presente relazione.

A.01.C LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO.

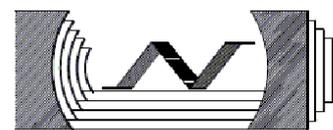
L'area d'interesse (di seguito "Area") per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico a terra ad inseguimento mono-assiale, presenta un'estensione complessiva di circa 25,3 ha e la superficie interessata solo dall'intervento è di circa 16,7 ha.

Gli impianti fotovoltaici avranno potenze rispettivamente di:

- Bicinicco - Santa Maria La Longa 1 (nel seguito "Bicinicco 1"): potenza massima di picco 6668 kW e potenza nominale in uscita dagli apparati di conversione (AC) pari a 5860 kW;
- Bicinicco - Santa Maria La Longa 2 (nel seguito "Bicinicco 1"): potenza massima di picco 6668 kW e potenza nominale in uscita dagli apparati di conversione (AC) pari a 5860 kW.

L'intero intervento, catastalmente, è così identificabile:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	6	47

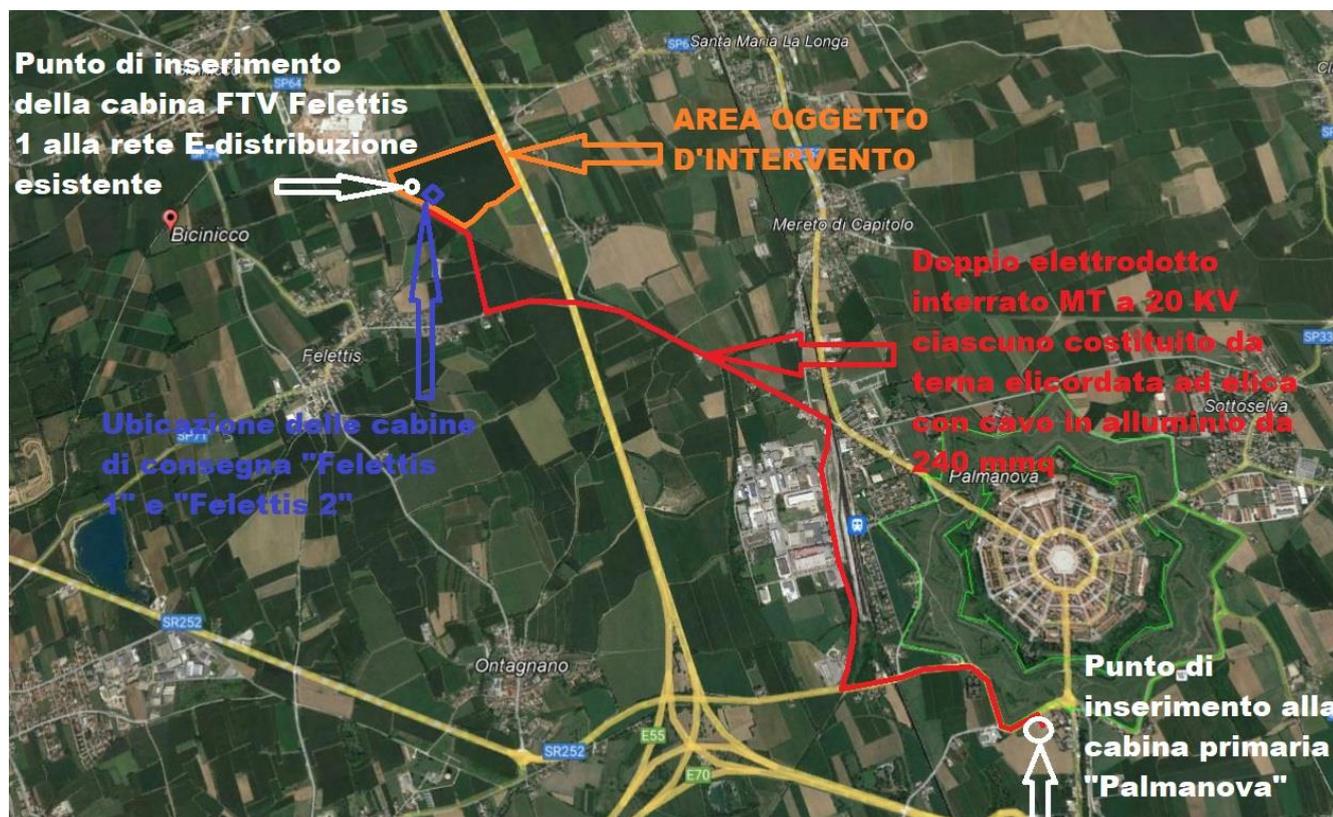


N.	Comune	Foglio di mappa	Particella	Superficie ha
1	Bicinicco	7	259	00.52.50
2	Bicinicco	7	138	01.01.40
3	Bicinicco	7	237	00.33.13
4	Bicinicco	11	334	00.12.40
5	Bicinicco	11	337	01.71.90
6	Bicinicco	11	109	00.36.60
7	Bicinicco	11	110	00.36.50
8	Bicinicco	11	111	00.27.40
9	Bicinicco	11	112	00.28.30
10	Bicinicco	11	113	01.00.00
11	Bicinicco	11	114	01.25.80
12	Bicinicco	11	115	00.40.60
13	Bicinicco	11	341	04.61.20
14	Bicinicco	11	346	00.28.80
15	Bicinicco	11	123	00.56.50
16	Santa Maria la Longa	10	152	00.01.73
17	Santa Maria la Longa	10	153	00.00.65
18	Santa Maria la Longa	10	18	08.68.00
19	Santa Maria la Longa	10	102	00.83.10
20	Santa Maria la Longa	10	19	00.21.30
21	Santa Maria la Longa	10	14	00.15.80
22	Santa Maria la Longa	10	106	00.21.50
23	Santa Maria la Longa	10	16	00.19.10
24	Santa Maria la Longa	10	109	00.16.80
25	Santa Maria la Longa	10	110	00.04.40
26	Santa Maria la Longa	10	20	00.44.20
27	Santa Maria la Longa	10	107	00.24.50
28	Santa Maria la Longa	10	21	00.26.00
29	Santa Maria la Longa	10	108	00.19.20
30	Santa Maria la Longa	10	66	00.50.40

Estremi catastali delle particelle interessate dall'intervento

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	7	47

Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato di collegamento del campo fotovoltaico alla cabina primaria di e-distribuzione, questo avrà una lunghezza di circa 5,8 km e percorrerà la viabilità esistente. Saranno posizionate due cabine di consegna (una per il campo agrivoltaico "Bicinicco – Santa Maria la Longa 1" e una per il campo agrivoltaico "Bicinicco – Santa Maria la Longa 2" e denominate rispettivamente "Cabina FTV Felettis 1" e "Cabina FTV Felettis 2"). La "cabina FTV Felettis 1" si collegherà alla rete elettrica esistente di e-distribuzione sia con un elettrodotto elicordato ad elica (20 KV) in prossimità di un sostegno esistente internamente al sito d'intervento e sia alla cabina primaria di e-distribuzione "Palmanova". La "cabina FTV Felettis 2" si collegherà alla rete elettrica esistente di e-distribuzione con un elettrodotto elicordato ad elica (a 20 KV) alla cabina primaria di e-distribuzione "Palmanova".



Vista d'insieme dell'impianto con collegamento elettrodotti interrati MT su base ortofoto

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	8	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D PROGETTO DELL'OPERA.

A.01.D.1 Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica

L'impianto in progetto è costituito dai seguenti componenti:

- strutture per il supporto dei moduli (tracker mono-assiali) ciascuna alloggiante i moduli fotovoltaici disposti in verticale su due file in modalità "portrait"; tali strutture di supporto costituiscono una stringa elettrica e ciascuna di esse presenta n. 24 moduli fotovoltaici; sono previsti 958 stringhe da 24 moduli cadauna;
- 22992 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino della tipologia Jinkosolar da 580 Wp o altro prodotto simile e/o di potenza elettrica tale da avere la stessa potenza totale stabilita in progetto;
- 4 inverter della tipologia SMA Solar Technology del tipo Sunny Central SC 2930 _UP, o altro prodotto simile, dotate di trasformatore, il tutto rinchiuso in strutture denominate "Power Station" dotate anche di vani tecnici per i servizi ausiliari e da ubicare all'interno della proprietà secondo le posizioni indicate nell'elaborato planimetria impianto;
- 4 containers in metallo adibito a vano tecnico per la gestione dell'impianto apiario;
- viabilità interna al parco per le operazioni di costruzione e manutenzione dell'impianto e per il passaggio dei cavidotti interrati in BT/MT;
- aree di stoccaggio materiali posizionate in diversi punti del parco, le cui caratteristiche (dimensioni, localizzazione, accessi, etc) verranno decise in fase di progettazione esecutiva;
- cavidotto interrato in MT (20 kV) di collegamento tra le cabine di campo (cabine inverter) e le cabine principali d'impianto per la connessione degli impianti fotovoltaici;
- rete telematica di monitoraggio interna per il controllo dell'impianto mediante trasmissione dati via modem o tramite comune linea telefonica;
- impianto di agro-forestazione e relativo apiario.

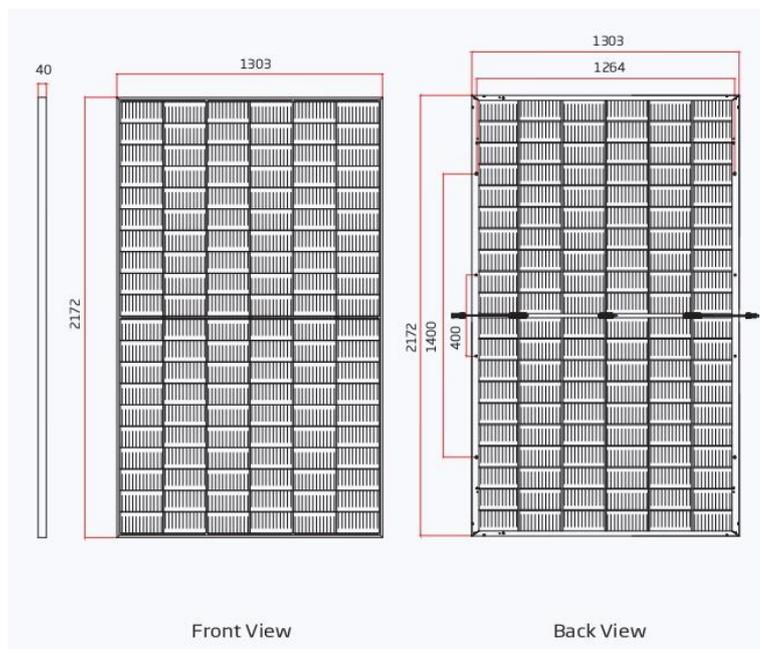
SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	9	47

A.01.D.2 Generatore fotovoltaico

Il dimensionamento del parco fotovoltaico è stato realizzato con un modulo fotovoltaico, bifacciale, composto da celle fotovoltaiche in silicio monocristallino ad alta efficienza e connesse elettricamente in serie, per una potenza complessiva del singolo pannello di 580 Wp (parametro che potrà subire variazioni in fase esecutiva come meglio specificato nel seguito).

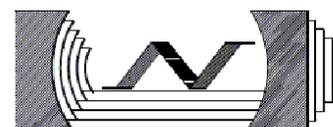
I relativi dati per ciò che attiene al numero dei pannelli e le potenze di picco, sono state sintetizzate nel paragrafo precedente. Come già sottolineato, essendo la tecnologia fotovoltaica in continua evoluzione, in fase esecutiva potranno adottarsi tecnologie e potenze differenti, fermo restando le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

Si riportano, nel seguito, i dettagli di pannelli fotovoltaici "tipo" che potranno essere utilizzati, fermo restando quanto sopra sottolineato.



Modulo fotovoltaico - dimensioni

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	10	47



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	580	585	590	595	600
Power Tolerance- P_{MAX} (W)			0 ~ +5		
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	17.16	17.21	17.25	17.30	17.34
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	18.21	18.26	18.31	18.36	18.42
Module Efficiency- η_m (%)	20.5	20.7	20.8	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 * Measuring tolerance: ±3%

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power- P_{MAX} (Wp)	621	626	631	637	642
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	18.36	18.41	18.46	18.51	18.55
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	19.48	19.54	19.59	19.65	19.71
Irradiance ratio (rear/front)			10%		

Power Bifaciality: 70±5%

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	439	443	447	451	454
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	31.5	31.7	31.9	32.0	32.2
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	13.93	13.97	14.01	14.06	14.10
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	38.5	38.7	38.9	39.1	39.3
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	14.68	14.72	14.76	14.80	14.84

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	120 cells
Module Dimensions	2172×1303×40 mm (85.51×51.30×1.57 inches)
Weight	35.3 kg (77.8 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	40mm (1.57 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm (11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm (55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per 40' container: 448 pieces

Modulo fotovoltaico – parametri tecnici ed elettrici

A.01.D.3 Strutture di supporto

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture con inseguitore mono assiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per 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.

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da struttura metallica (tracker) mono-assiali ad inseguimento solare del tipo "tracker bifacciale TRJ" della Convert, o equivalente, un sistema innovativo che sta trovando impiego in molte progettazioni; i moduli fotovoltaici in progetto saranno

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	11	47

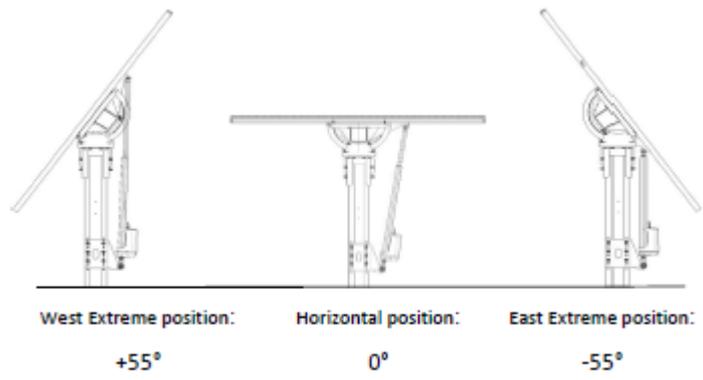
	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

posizionati in modalità 2 x "portrait" (2 moduli in verticale) e l'interasse delle stesse strutture sarà pari a ml 9,00.

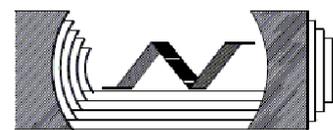
Gli inseguitori solari orizzontali monoasse aumentano le prestazioni dei campi fotovoltaici fino al 30% con un aumento limitato dell'investimento. Seguendo il sole per tutto il giorno, gli inseguitori fotovoltaici massimizzano la produzione di energia. Inoltre, corrispondono meglio al profilo della domanda di rete, che "sbircia" nel pomeriggio, e contribuiscono a un sistema energetico più intelligente e più sostenibile.

Da un punto di vista funzionale i predetti tracker offrono una elevata resistenza esterna. La struttura di supporto dei tracker è realizzata in acciaio da costruzione e progettata secondo gli Eurocodici standard direttamente dalla ditta fornitrice. La maggior parte dei componenti metallici del tracker (tubo di torsione, pile, ...) sono zincati a caldo secondo Standard ISO 1461 (bagno batch) o ISO 3575 (bagno continuo). Le guide del modulo possono essere hot dip zincato secondo ISO 1461, oppure in HDG, oppure pre-zincato secondo EN10346, oppure realizzato in Magnelis, un rivestimento di zinco-alluminio-magnesio, applicato come bene tramite bagno di immersione a caldo, che ha una resistenza ancora superiore in ambienti esterni difficili.

Grazie ai pochi componenti che costituiscono la struttura, il tempo di montaggio è particolarmente ridotto. La gamma di rotazione estesa è di 110° (-55°; + 55°) ma si può arrivare anche a 120° (-60°; + 60°).



SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	12	47



TECHNICAL SPECIFICATIONS

Type of tracking system	Horizontal Single Axis Tracker with balanced structure, North-South axis alignment and East-West tracking with independent rows and backtracking
Type of control	Control based on an astronomical clock algorithm; self-configuring; without irradiation sensors
Maximum tracking error	± 2°
Control System Architecture	1 control board each 10 rows with integrated GPS and anemometer for wind safety - control in closed loop with encoder
PV - Module Type	Structure adaptable to available PV modules types on market: Monofacial and Bifacial (Thin Film, Framed and Frameless)
Configurations	- 1 module in portrait - 2 modules in landscape - 2 modules in portrait
Rotation angle	Up to 120° (±60°)
Motors	Linear actuator with induction AC motor (oil-free trasmission) with integrated encoder
Power Supply	- AC power supply from auxiliary services - Selfpowered by PV string (with patented backup solution without batteries) - Smartpower by distributed inverters
Monitoring and data stream	Real-time communication or remote mode communication via ModBus
Communication	Communication between SCADA and control board: Wired (RS485) or Wireless (LoRa)
Maximum wind speed	In compliance with local codes
Operation temperature range	Standard Range -10°C / +50°C ; Extended Range Available
Foundation	Compatible with all widespread types: Driven Piles, Predrilled and concrete backfilled, Concrete Ballasts
Electrical Grounding	Selfgrounding system
Materials	Galvanized steel or Weathering Steel (CorTen) in compliance with site environmental conditions
Occupation factors	Totally configurable based on project specifications
Availability	> 99%

Specifiche tecniche

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	13	47



Particolari tracker – vista posteriore e vista anteriore

Per quanto riguarda la resistenza al vento e la relativa posizione di sicurezza, il tracker inizia la procedura di sicurezza quando la velocità del vento di raffica è superiore a 50 km / h e resistono a 55 km / h durante le operazioni; la procedura di sicurezza deve far assumere al tracker una resistenza al vento ad una velocità in accordo alle norme vigenti.

Le strutture dei tracker sono costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati da una trave orizzontale secondo l'asse nord-sud (mozzo) inserita all'interno di cuscinetti appositamente progettati per consentirne la rotazione lungo l'arco solare (asse est-ovest). Ogni tracker è dotato di elementi elettromeccanici che trasmettono il moto rotazionale al mozzo.

Le strutture di fondazione sono di tipo standard della tipologia, attraverso l'utilizzo di un profilato metallico in acciaio al carbonio galvanizzato conficcato nel terreno ad una profondità direttamente proporzionale alla tipologia di terreno esistente (la profondità d'infissione sarà definita in fase

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	14	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

esecutiva dopo Pullout test o prove analoghe); in fase esecutiva possono essere studiate diverse tipologia fondali come plinti in cemento da eseguire all'interno del terreno sotto il piano campagna. Il numero delle strutture verticali di sostegno sarà contenuto al massimo.

L'intero sistema elettromeccanico verrà gestito da software appositamente studiato dal fornitore dei tracker che garantirà il perfetto funzionamento di tutto il sistema; pertanto sarà presente un pannello centrale di controllo di tutti i tracker. Gruppi di tracker saranno dotati di un pannello di distribuzione.

La struttura dei tracker, in genere, è collegata a terra attraverso il suo palo di trasmissione. In fase esecutiva, qualora i requisiti di messa a terra non sono soddisfatti a causa delle caratteristiche del suolo o di sopravvenute disposizioni normative, più pali saranno collegati tra loro per ridurre la resistenza a terra per mezzo di trecce di messa a terra aggiuntive.

Infine l'alto grado di prefabbricazione riduce gli impatti ambientali specialmente durante le fasi di cantiere. Tutti i materiali saranno altamente riciclabili.



Immagini del tracker con pannelli

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	15	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

L'inserimento nel terreno dei profili in acciaio viene realizzato da ditte specializzate. La struttura di supporto sarà progettata per almeno l'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico.

Le traverse di sostegno dei moduli sono rapportate alle forze di carico. Tutti i profili sono integrati da scanalature che permettono un facile montaggio. Le stesse traverse saranno fissate al sostegno con particolari morsetti.

I pannelli saranno montati sui tracker, in configurazione bifilare in posizione verticale; ogni tracker alloggerà 2 filare per un totale di 24 moduli ognuno; potranno adottarsi configurazioni alternative come tracker con doppia fila di pannelli in posizione verticale per un totale di 12 pannelli.

Le singole stringhe saranno collegate tra di loro utilizzando cassette di parallelo stringa ubicate su appositi supporti alloggiati sotto le strutture di sostegno, protetti dagli agenti atmosferici e saranno realizzati in policarbonato ignifugo, dotato di guarnizioni a tenuta stagna con grado di isolamento IP 65 cercando di minimizzare le lunghezze dei cavi di connessione.

Ciascun modulo fotovoltaico sarà dotato di diodi di by-pass, così da escludere la parte di modulo contenente una o più celle guaste/ombreggiate al fine di evitarne la contro alimentazione e conseguente danneggiamento (tali diodi saranno inclusi nella scatola di giunzione abbinata al modulo fotovoltaico stesso).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	16	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.4 Producibilità

A.01.D.4.1 Dati di radiazione e prestazione di produzione – Campo fotovoltaico “Bicinicco” – Comune di Bicinicco (UD)

Il lotto di terreno su cui sarà realizzato l’impianto fotovoltaico è localizzabile attraverso le seguenti coordinate:

	Geografiche WGS84	
	LAT	LONG
Sottocampo “Bicinicco - Santa Maria La Longa 1” (baricentro)	45.924811°	13.267729°

	Geografiche WGS84	
	LAT	LONG
Sottocampo “Bicinicco - Santa Maria La Longa 2” (baricentro)	45.925647°	13.270990°

Opportuni rilievi effettuati sul sito non hanno evidenziato importanti ombreggiamenti dei moduli che possano influire sulla producibilità annua dell’impianto. Quelli residui saranno valutati ed evitati in sede esecutiva.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	17	47

	<p>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinico e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
---	--	--

Facendo riferimento ai dati radiometrici della provincia di Udine e con preciso riferimento al Comune di Bicinico (UD) – zona oggetto dell'intervento, si è proceduto al calcolo della producibilità dell'impianto in oggetto di cui si riporta il report completo nell'apposita relazione specialistica allegata al progetto. La produzione, comunque, potrà subire oscillazioni dipendenti dalle tecnologie disponibili sul mercato nella fase esecutiva della progettazione.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	18	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.5 Cabine elettriche – Convertitori di potenza (Inverter)

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico.
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	19	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Comunque tutta la progettazione è stata sviluppata ipotizzando tecnologie specifiche ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, si può ipotizzare, in fase esecutiva, anche l'utilizzo di differenti tecnologie, come gli inverter di stringa in cui i pannelli fotovoltaici vengono connessi fra loro in serie producendo la stessa potenza di uscita in watt ma con correnti più basse.

Le cabine previste nel campo fotovoltaico saranno del tipo:

- Cabina elettrica di campo (semplicemente cabina elettrica – Power Station);

Le cabine elettriche di campo svolgono la funzione di locali tecnici per la posa dei quadri, degli inverter, del trasformatore, delle apparecchiature di telecontrollo e dei servizi ausiliari e di misura. Esse saranno assemblate direttamente dalla ditta fornitrice degli inverter e saranno realizzate con struttura metallica leggera con zattera inferiore, anch'essa in metallo, predisposta con forature prestabilite per il passaggio dei cavi MT/BT.

Sono previsti tre cabine elettriche della tipologia MV POWER STATION 2930-UP della SMA, o prodotto simile, dotate di inverter, trasformatore di potenza come da scheda tecnica e vani tecnici.

Le cabine elettriche, situate all'interno del campo fotovoltaico come da planimetrie allegate, saranno di tipo modulare e saranno costituiti dai seguenti elementi:

MV POWER STATION 2930 - UP o similare:

- Un modulo per l'inverter (della tipologia SMA del tipo SUNNY CENTRAL 2930-UP, o similare);
- Un modulo per il trasformatore MT/BT;
- Un modulo locale distribuzione BT/MT con tutti gli apparati elettrici completo di porta metallica;
- Vano tecnico.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	20	47

La superficie complessiva occupata da tale cabina sarà di 14.78 mq (6,06 ml x 2,44 ml) per un'altezza fuori terra di circa 3,00 ml e sarà sistemata su una base di cemento di poco superiore alle dimensioni in pianta della cabina elettrica.



Immagine dell'inverter con trasformatore – MV POWER STATION 2930 - UP o similare

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	21	47



Immagine dell'inverter – SUNNY CENTRAL 2930-UP o similare

Ciascuna di tali cabine elettriche vengono fornite complete di impianto elettrico di illuminazione, impianto di terra interno, kit di dispositivi di protezione individuale.

L'accesso alle cabine elettriche di trasformazione avviene tramite la viabilità interna.

La ripartizione dei vari moduli su ognuno degli inverter utilizzati sarà effettuata sulla base delle caratteristiche tecniche sotto riportate.

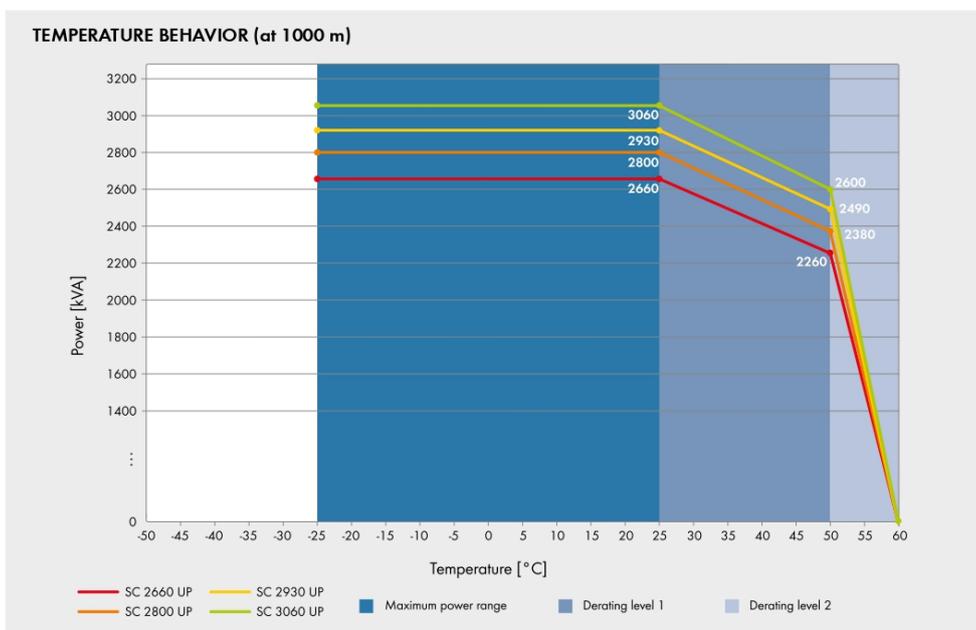
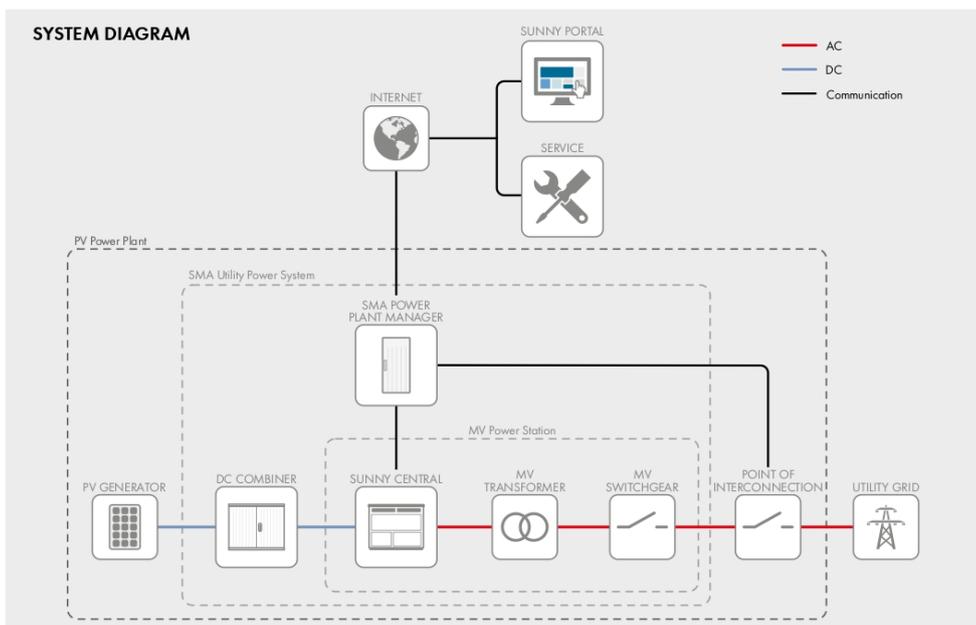
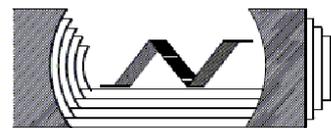
SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	22	47



Technical Data	MVPS 2930-S2	MVPS 3060-S2
Input (DC)		
Available inverters	1 x SC 2930 UP	1 x SC 3060 UP
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	dependent on the selected inverters	
Integrated zone monitoring	○	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
Output (AC) on the medium-voltage side		
Rated power at SC UP (at -25 °C to + 25 °C / 40 °C optional 50 °C) ¹⁾	2930 kVA / 2490 kVA	3060 kVA / 2600 kVA
Typical nominal AC voltages	11 kV to 35 kV	11 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN ²⁾	KNAN ²⁾
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign at 33 kV	3.0 kW / 2.3 kW	3.1 kW / 2.4 kW
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign at 33 kV	27.4 kW / 27.3 kW	28.4 kW / 28.3 kW
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	○	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Inverter efficiency		
Max. efficiency ³⁾ / European efficiency ³⁾ / CEC weighted efficiency ⁴⁾	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
Protective devices		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	
DC overvoltage protection	Surge arrester type I	
Galvanic isolation	●	
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s	
General Data		
Dimensions equal to 20-foot HC shipping container (W / H / D)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) ¹⁾	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) ¹⁾	< 370 W	
Ambient temperature -25 °C to +45 °C / -25 °C to +55 °C	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard / harsh	● / ○	
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fresh air consumption of inverter	6500 m ³ /h	
Features		
DC terminal	Terminal lug	
AC connection	Outer-cone angle plug	
Tap changer for MV-transformer: without / with	● / ○	
Shield winding for MV-Transformer: without / with	● / ○	
Monitoring package	○	
Station enclosure color	RAL 7004	
Transformer for external loads: without / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	
Medium-voltage switchgear: without / 3 feeders	● / ○	
2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200	● / ○	
Short circuit rating medium voltage switchgear (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1s)	● / ○ / ○	
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Integrated oil containment: without / with	● / ○	
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1, CSC Certificate	
● Standard features ○ Optional features – Not available		
Type designation	MVPS-2930-S2	MVPS-3060-S2

Caratteristiche Tecniche - MV POWER STATION 2930 -UP o similare

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	23	47



Inverter – schema e diagrammi

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	24	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Biciniccio e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	--	---

A.01.D.6 Cavi e quadri di campo

A.01.D.6.1 Cavi

Bassa Tensione

Il cablaggio elettrico in bassa tensione avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici o similare

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- ❑ Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- ❑ Conduttore di fase: grigio / marrone
- ❑ Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco. Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	25	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinico e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	--	---

Media Tensione

Il cablaggio elettrico in media tensione avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in alluminio con le seguenti prescrizioni:

- ❑ Sezione delle anime in alluminio calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- ❑ Tipo ARG7H1R 12/20 kV o similare
- ❑ Sezione 95mmq
- ❑ Conduttore a corda rigida di ALLUMINIO, classe 2
- ❑ Semiconduttore interno elastomerico estruso
- ❑ Isolamento in G7 di qualità DIH2
- ❑ Schermo costituito a fili di rame rosso
- ❑ Guaina PVC qualità RZ/ST2

Formazione: 3x(1x95)

Posa: Direttamente interrata a trifoglio



Trattandosi l'impianto in oggetto in luogo all'aperto e non essendo un'opera in costruzione non vi è l'obbligo dell'utilizzo dei cavi certificati CPR, salvo diverse indicazioni della committenza.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	26	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.6.2 Quadri elettrici

Si prevede di installare in cabina di ricezione un quadro in Media Tensione con la funzione di Protezione Generale e Protezione Interfaccia dell'impianto.

A.01.D.6.3 Quadro di parallelo stringa

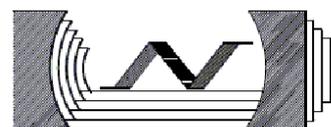
Le stringhe composte da 24 moduli (una struttura intera) verranno collegate alle cassette di parallelo stringa della SMA modello STRING COMBINER o prodotto similare, ubicate su appositi supporti alloggiati sotto le strutture, protetti da agenti atmosferici, e saranno realizzati in policarbonato ignifugo, dotato di guarnizioni a tenuta stagna grado isolamento IP54 cercando di minimizzare le lunghezze dei cavi di connessione.

I suddetti quadri di campo realizzano il sezionamento ed il parallelo delle stringhe dei moduli provenienti dal campo fotovoltaico. All'interno saranno presenti dispositivi di sezionamento, fusibili e scaricatori di sovratensione.

Esse disporranno al loro interno dell'elettronica necessaria per il cablaggio nonché protezione contro scariche provocate da fulmini e rotture dei moduli stessi. Dalle cassette di derivazione partiranno i cavi di collegamento (rivestiti in pvc o in gomma) fino alla MV POWER STATION in cui sono contenuti gli inverter. Il collegamento degli array all'inverter verrà realizzato con cavi del tipo FG16R16 doppio isolamento posati in tubi o canali per proteggerli dai raggi ultravioletti. Tutti i cavi utilizzati sono rispondenti alla norma CEI 20-22.

Le cassette di parallelo stringhe presentano le seguenti caratteristiche:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	27	47



Dati tecnici	DC-CMB-U15-16	DC-CMB-U15-24	DC-CMB-U15-32
Ingresso (CC)			
Tensione assegnata	1500 V	1500 V	1500 V
Derating dovuto all'altitudine (tensione assegnata)	2001 m a 3000 m s.l.m. = riduzione dell'1,0% ogni 100 m 3001 m a 4000 m s.l.m. = riduzione dell'1,2% ogni 100 m		
Numero di ingressi di stringa / portafusibili per polo	16	24	32
Corrente massima	17,2 A	13,75 A	10,31 A
Tipo di fusibile*	10,3 x 85 - 1500VCC - gPV		
Collegamento stringa	Collegamento al portafusibile		
Campo di tenuta del pressacavo	5 mm a 8 mm		
Uscita (CC)			
Corrente massima	275 A	330 A	330 A
Derating di temperatura (corrente massima)	>50 °C temperatura di esercizio = riduzione del 1% per ogni K		
Interruttore CC (sezionatore di carico)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Scaricatore di sovratensioni	Tipo 2, In = 15 kA; I _{max} = 40 kA		
Uscita CC	Sbarra collettrice (capocorda ad anello M12)		
Numero di uscite CC	1	1 / 2	1 / 2
Sezione conduttore	Sbarra collettrice 70 mm ² a 400 mm ²		
Zone di tenuta dei pressacavi	17 mm a 38,5 mm	17 mm a 38,5 mm	17 mm a 38,5 mm
Involucro / temperatura ambiente			
Grado di protezione IP secondo IEC 60529	IP 54 / autoventilato	IP 54 / autoventilato	IP 54 / autoventilato
Materiale dell'involucro	Poliestere rinforzato con fibra di vetro / resistente ai raggi UV		
Dimensioni (larg. / alt. / prof.), incl. supporto da parete e fascio di cablaggio per stringhe	550 / 650 / 260 mm (21,65 / 25,59 / 10,24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23,23 / 31,10 / 11,22 inch)
Peso max.	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Classe di isolamento (secondo IEC 61140)	II	II	II
Tipo di montaggio	Montaggio a parete		
Temperatura ambiente di funzionamento / di stoccaggio	-25 °C a +60 °C / -40 °C a +70 °C		
Umidità relativa	0% a 95%, non condensante		
Altitudine max s.l.m.	4000 m	4000 m	4000 m
Standard			
Conformità	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* Accessori necessari			

A.01.D.6.4 Giunzione cavi MT

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.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	28	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Tutti i materiali occorrenti e le attività di giunzione sono a carico dell'Appaltatore.

Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed 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.

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) 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.

A.01.D.6.5 Terminazione e attestazione cavi MT

Tutti i cavi MT posati nell'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.

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

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

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	29	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

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 ad 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 20 kV saranno in alluminio di tipo unipolare schermati armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, 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 alla 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; se di acciaio zincato il diametro della corda sarà pari a mm 10.

A.01.D.6.6 Modalità di posa dei cavi MT

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori). Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	30	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

- si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sarà inferiore a 0°C;
- i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non saranno mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

A.01.D.7 Sistemi ausiliari

A.01.D.7.1 Impianti speciali - Sorveglianza

L'accesso alle aree recintate del campo fotovoltaico sarà sorvegliato automaticamente da un sistema integrato Anti-intrusione conforme alla CEI 79-2, composto da:

- barriere perimetrali;
- contatti sulle porte di accesso ai locali di utente, con eccezione del locale misure e locale e-distribuzione;
- sirena auto-alimentata antischiuma;
- centrale elettronica di allarme con almeno 4 zone;
- trasponder o chiave elettronica con interfaccia presso il cancello di ingresso;
- compositore GSM;

L'area dell'intero parco fotovoltaico sarà dotata di impianto di videosorveglianza.

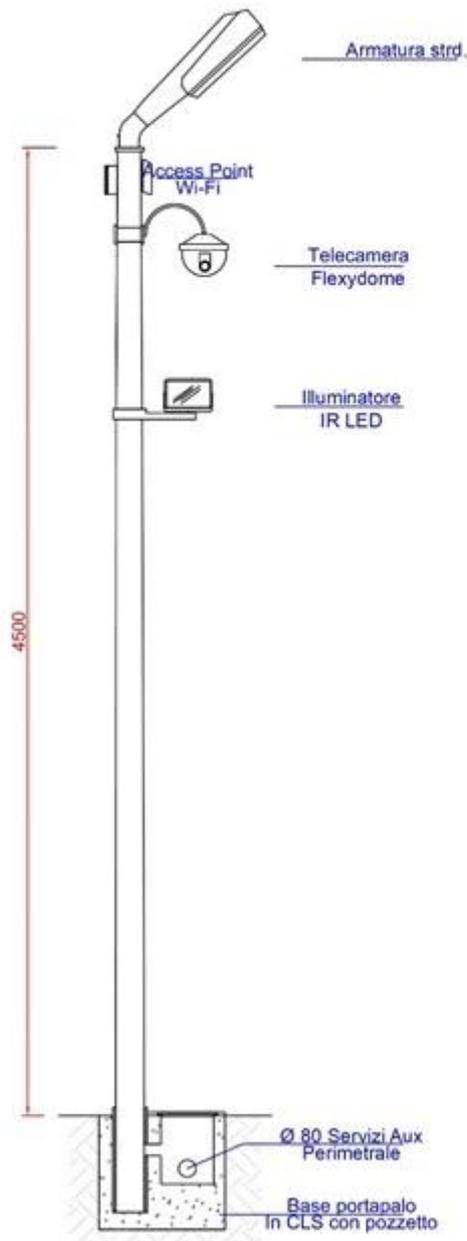
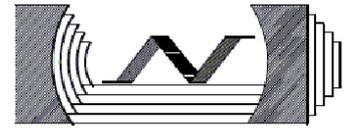
A.01.D.7.2 Illuminazione

L'impianto di illuminazione esterno sarà costituito da 2 sistemi:

- Illuminazione perimetrale
- Illuminazione esterno cabina

In fase di progetto esecutivo saranno definiti i rapporti tra gli illuminamenti minimi e massimi e l'illuminamento medio.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	31	47



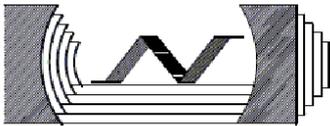
SCHEMA ILLUMINAZIONE

Particolare costruttivo pali perimetrali impianti speciali antintrusione e impianto di illuminazione:

- Palo rastremato Hft 4500 mm spessore 4 mm
- Armatura stradale IP67 LED fascio largo
- Access Point WI-FI
- Box connessioni IP67 in Silumin LxHxP 250x190x90
- Telecamera Flexydome HD I.V.A
- Illuminatore I.R. Led
- Base portapalo con pozzetto 200x200x200 in CLS

Particolare palo d'illuminazione del campo fotovoltaico e sistema videosorveglianza

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	32	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.7.3 Alimentazione ausiliari

L'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata direttamente dal trasformatore MT/BT a cui sarà installato un trafo 690/400 e farà capo al quadro generale ausiliari (QAUX) che alimenterà:

- gli impianti ausiliari dei locali tecnici;
- l'impianto di videocontrollo, antintrusione ed il relativo impianto di illuminazione.

A.01.D.8 Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti consiste nel proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con le parti in tensione di un impianto elettrico.

Protezione mediante isolamento

Le parti in tensione saranno completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione.

Protezione mediante involucri o barriere

Le parti in tensione saranno poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB (dito di prova) o IPXXD (filo di prova di 1 mm) se a portata di mano. Gli involucri o le barriere devono essere rimossi solo con l'uso di chiavi o attrezzi.

A.01.D.9 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti consiste nel proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti metalliche accessibili normalmente non in tensione, ma che potrebbero esserlo per cause accidentali o per cedimento dell'isolamento principale.

Guasti in media tensione

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- messa a terra delle masse e delle masse estranee;

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	33	47

- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8.
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo "TN", saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati in tabella I:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.

U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

Tab. I Tempi massimi di interruzione per sistemi TN

$U_0(V)$	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata sarà garantita dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

Guasti in bassa tensione

La protezione contro i contatti indiretti lato bassa tensione verrà realizzata con interruzione automatica del circuito secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, art. 413.1.

Le relazioni che regolano la scelta delle caratteristiche che dovranno possedere i dispositivi di protezione, cambiano in funzione dei modi di collegamento a terra definiti TN, TT e IT.

Sistema TN = Il sistema ha un punto collegato direttamente a terra mentre le masse dell'impianto sono collegate allo stesso punto per mezzo di un conduttore di protezione. In maniera più specifica, si ha sistema TN-S quando il conduttore di neutro e il conduttore di protezione sono separati, sistema TN-C quando il conduttore di neutro e il conduttore di protezione sono combinati in un unico conduttore (PEN), sistema TN-C-S quando il sistema TN-C è limitato ad una parte dell'impianto.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	35	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

Sistema TT = Il sistema ha un punto collegato direttamente a terra mentre le masse dell'impianto sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema di alimentazione.

Sistema IT = Il sistema ha le parti attive separate da terra (flottante) mentre le masse dell'impianto sono collegate a terra individualmente, a gruppi o collettivamente.

Il sistema TN è relativo agli impianti in bassa tensione lato CA posti all'interno e all'esterno del locale tecnico le cui alimentazioni sono derivate dal quadro ausiliari. Il comune (neutro) è collegato alla terra del locale tecnico e le masse sono collegate ai dispersori di terra posti nelle vicinanze dei quadri di controllo.

I singoli dispersori e la terra del locale tecnico sono collegati tramite conduttori di terra. Il sistema pertanto è riconducibile al tipo TN-S.

Il sistema IT è relativo all'impianto di produzione fotovoltaico lato c.c. in cui le masse (cornici) dei moduli sono collegate a terra tramite le strutture di sostegno a loro volta francamente a terra.

I dispositivi di protezione dovranno interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito quando, in caso di guasto, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione sia presente una tensione di contatto superiore a 50 V in c.a e 120 V in c.c.

La tensione di contatto dovrà essere eliminata in tempi sufficientemente bassi, stabiliti convenzionalmente, individuabili dalla "curva di sicurezza" e comunque mai superiori a 5s.

Per il sistema TN la condizione da soddisfare è la seguente:

$$Z_s \cdot I_a = U_o \text{ dove:}$$

Z_s = è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	36	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente

I_a = è la corrente che provoca l'interruzione automatica dell'alimentazione entro il tempo definito nella tabella 41A dell'art. 413.1.3.3 delle norme C.E.I. 64-8 in funzione della tensione nominale U_0

U_0 = è la tensione nominale in c.a. valore efficace trifase e terra che corrisponde alla tensione fase-neutro

La scelta del dispositivo nel sistema TN può essere fatta fra:

- dispositivo di protezione a corrente differenziale;
- dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.

Più specificatamente:

- nel sistema TN-C, quando cioè le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore detto PEN, non si devono usare dispositivi di protezione a corrente differenziale;
- nel sistema TN-C-S, quando cioè le funzioni di neutro e di protezione sono combinate in un solo conduttore in una parte del sistema, se si usano dispositivi di protezione differenziale, non si deve utilizzare un conduttore PEN a valle degli stessi.

Per il sistema IT la condizione da soddisfare è la seguente:

$RE \cdot I_d = U_L$ dove:

RE = è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse

I_d = è la corrente di guasto del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa

U_L = è la tensione limite convenzionale assunta a 50V per i sistemi in c.a. e a 120V per i sistemi

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	37	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

in c.c.

L'utilizzo di inverter grid connected permette la realizzazione di un sistema assimilabile al tipo IT. Nel caso di cedimento dell'isolamento nella parte c.c. si crea una debole corrente di primo guasto, dovuta unicamente alla generazione fotovoltaica c.c., che fluisce attraverso lo stesso inverter. La protezione interna nell'inverter rileva l'abbassamento del livello d'isolamento dell'impianto c.c. e genera un allarme sul pannello dell'inverter stesso. In caso di secondo guasto il sistema si trasforma nel tipo TNS e i fusibili di protezione intervengono aprendo il circuito c.c.

Si precisa che per l'impianto in questione, in cui sono adottati moduli fotovoltaici, apparecchiature e sistemi di cablaggio in classe II, si realizza una protezione di tipo passivo che non necessita di interruzione automatica del circuito secondo CEI 64-8 art. 413.2.

Resta inteso che, nonostante l'intervento dei dispositivi di protezione (fusibili), ai capi delle stringhe permangono tensioni pericolose (>120V) mentre ai morsetti dei moduli fotovoltaici permane un livello di tensione al di sotto delle tensioni di contatto limite stabilite dalle norme.

In conclusione occorre che prima di ogni operazione di manutenzione all'impianto fotovoltaico si rilevino eventuali segnalazioni di allarme emesse dagli inverter e si operi con dovuta cautela sul circuito in corrente continua soprattutto lungo e ai capi delle linee di collegamento delle stringhe agli inverter.

A.01.D.10 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

I conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi al verificarsi di sovracorrenti che possono essere causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

I dispositivi che assicurano tali protezioni sono:

- interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente;
- fusibili.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	38	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.10.1 Protezione contro i sovraccarichi

Al fine di evitare le correnti di sovraccarico che provocherebbero un riscaldamento nocivo all'isolamento o all'ambiente circostante, una conduttura, avente corrente di impiego **I_b** e portata **I_z** (**I_b ≤ I_z**), deve essere protetta da un dispositivo avente corrente nominale **I_n** e corrente convenzionale di funzionamento **I_f** tali che soddisfino le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

Gli interruttori conformi alle norme C.E.I. 23-3 e 17-5 soddisfano la seconda condizione

A.01.D.10.2 Protezione contro i corto circuiti

I dispositivi di protezione devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2, \text{ dove:}$$

I_b = corrente di impiego del cavo

I_n = corrente nominale dell'interruttore

I_z = portata del cavo

I_{cc} = corrente di cortocircuito

t = tempo di intervento

dell'interruttore

K = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo

S = sezione del conduttore

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	39	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.10.3 Protezione lato c.c.

I cavi dell'impianto fotovoltaico sono scelti per la massima corrente che i moduli possono generare nella condizione più gravosa, cioè alla corrente di corto circuito I_{sc} , quindi si può ragionevolmente ritenere che essi siano protetti contro i sovraccarichi dovuti a sovracorrenti.

I dispositivi di protezione sono scelti perciò per interrompere le correnti di corto circuito che, in un impianto fotovoltaico, possono essere determinate da:

- guasto tra due poli del sistema c.c.;
- guasto a terra nei sistemi con un punto a terra;
- doppio guasto a terra nei sistemi isolati da terra.

I dispositivi sono generalmente fusibili vengono installati sia nel quadro di parallelo stringhe (per proteggere il cavo di stringa contro la sovracorrente dovuta alla somma delle correnti delle altre stringhe in parallelo) che all'ingresso dell'inverter (per proteggere il cavo di collegamento tra questo e il quadro di parallelo stringa).

A.01.D.10.4 Protezione lato c.a.

Anche i cavi tra gli inverter ed il punto di parallelo sono dimensionati per la massima corrente prodotta risultando quindi superfluo prevedere una protezione contro le sovracorrenti dovute ai sovraccarichi. Si prevede pertanto la protezione contro le sovracorrenti dovute ai cortocircuiti che coincide solitamente con l'interruttore generale di bassa tensione in quanto adatto alle forti correnti lato rete. Infatti, in caso di cortocircuito, l'inverter limita la corrente in uscita ad un valore massimo pari a circa il doppio della propria corrente nominale facendo intervenire le protezioni interne mentre il cortocircuito viene alimentato direttamente dalla rete.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	40	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.11 Metodi di dimensionamento e calcolo

A.01.D.11.1 Dimensionamento dei cavi

Il dimensionamento dei cavi è tale da garantire la protezione della condotta alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2) il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la condotta in modo tale che siano soddisfatte le condizioni:

$$a) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) I_f \leq 1.45 I_z$$

Per soddisfare alla condizione *a)* è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente *I_b* viene determinata la corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si procede alla scelta della sezione.

La scelta viene fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile *I_z* in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

$$I_z \text{ minima} = I_n/k$$

dove il coefficiente *k* di declassamento tiene conto anche di eventuali paralleli. La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente *k*) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale (*I_z minima*). Gli eventuali paralleli vengono calcolati, nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza, posa, etc. (par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate dal numero di paralleli nel coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione *b* non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	41	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

23.3 IV Ed. hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 e costante per tutte le tarature inferiori a 125A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1,45. Ne deriva che in base a queste normative la condizione b sarà sempre soddisfatta.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono pertanto protette contro le sovracorrenti.

Dalla sezione del cavo di fase deriva il calcolo dell' I^2t del cavo o massima energia specifica ammessa dal cavo come:

$$I^2t = K^2S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), in funzione del materiale conduttore e del materiale isolante.

A.01.D.11.2 Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono valutate in base alle tabelle UNEL 35023-70.

In accordo con queste tabelle la caduta di tensione di un singolo ramo vale:

$$cdt(I_b) = kcdt \times I_b \times (L_c / 1000) \times [R_{cavo} \times \cos\varphi + X_{cavo} \times \sin\varphi] \times 100/V_n [\%]$$

dove:

$kcdt = 2$ per sistemi monofase

$kcdt = 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) e in base alla sezione dei conduttori; i valori della R_{cavo} riportate sono riferiti a 80°C, mentre la X_{cavo} è riferita a 50Hz, entrambe sono espresse in ohm/km.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	42	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di un'utenza viene determinata tramite la somma delle cadute di tensione, assolute di un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da questa viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

A.01.D.11.3 Dimensionamento conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 (par. 543.1) prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

- $Spe = Sf$ se $Sf < 16\text{mm}^2$;
- $Spe = 16\text{ mm}^2$ se $16 \leq Sf \leq 35$;
- $Spe = Sf / 2$ se $Sf > 35\text{ mm}^2$.

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule. Il metodo adottato in questo progetto è il secondo.

A.01.D.11.4 Calcolo dei guasti

Il calcolo dei guasti viene fatto in modo da determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione (inizio linea) e a valle dell'utenza (fine della linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	43	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto fase terra (dissimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza sono inizializzati da quelli della utenza a monte e i primi vanno, a loro volta, ad inizializzare i parametri della linea a valle.

A.01.D.11.5 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

- a) la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;
- b) l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20 °C.

A.01.D.11.6 Calcolo delle correnti di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

- a) la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;
- b) l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20 °C.

trascurando l'abbassamento della tensione di linea e l'innalzamento della temperatura si avrebbe:

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + L^2}}$$

La Norma 64-8 propone una formula che tiene conto dei parametri prima trascurati, precisando che *"i valori ottenuti con tale formula servono per la verifica della tempestività di intervento dei dispositivi di protezione, ma non per la determinazione del potere di interruzione"*:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	44	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot V \cdot S}{1.5 \cdot \rho \cdot 2l}$$

dove: I_{cc} = corrente di corto-circuito in A

0.8 = fattore che tiene conto dell'abbassamento di tensione

V = tensione in V

S = sezione del conduttore in mm²

1.5 = fattore che tiene conto dell'aumento di temperatura

ρ = resistività del conduttore a 20°C in mm²/m

2 = fattore per monofase

l = lunghezza della linea in m

A.01.D.12 Protezioni contro le sovracorrenti

Sui terminali di ogni quadro di parallelo stringhe (QPS) sono stati adottati scaricatori di sovratensione (SPD) tipo CPT CS3 al fine di garantire una protezione contro le sovratensioni indotte dalle scariche di origine atmosferica.

A.01.D.13 Impianto di messa a terra

L'impianto di terra sarà progettato e realizzato in accordo con la norma CEI 11-1, Norma CEI 99-3 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, partendo dai dati di resistività del terreno, corrente di guasto sul nodo elettrico e tempo di eliminazione del guasto che saranno riportati nel documento di progetto.

A.01.D.13.1 Messa a terra lato cabina campo (MT/BT)

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	45	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

- dagli schermi metallici dei cavi MT, collegati a terra ad entrambe le estremità;
- dagli anelli di terra delle cabine, realizzati con tondino in acciaio di sezione almeno 50 mm²;
- da quattro picchetti in acciaio zincato, lunghezza almeno 1,5 m, posti ai vertici dell'anello;
- dai nodi di terra delle cabine e dai conduttori di protezione ed equipotenziali.

All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le masse, le masse estranee, ed il conduttore neutro.

A.01.D.13.2 Messa a terra lato campo fotovoltaico

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dalle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici collegate alla terra dell'impianto;
- dai collegamenti alla terra dell'impianto fotovoltaico posizionati nei quadri di controllo.

All'impianto di terra dovranno essere collegate tutte le masse e le masse estranee dell'impianto.

La determinazione della sezione del conduttore di protezione è calcolata con la formula:

$$S_p^2 \cdot K^2 = I^2 \cdot t$$

S_p = Sezione del conduttore di protezione;

I = Corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa;

t = Tempo di intervento del dispositivo di protezione;

K = Valore caratteristico del conduttore.

Per l'impianto di terra del campo fotovoltaico si è stabilito un tondino di acciaio zincato diametro 10 mm.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	46	47

	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nei Comuni di Bicinicco e Santa Maria La Longa (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 1 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	---	---

A.01.D.14 Gestione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico non richiederà, di per sé, il presidio da parte di personale preposto.

La centrale, infatti, verrà esercita, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto, o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche. Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

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

Il sistema di controllo con software dedicato, permetterà l'interrogazione in ogni istante dell'impianto, al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le funzioni di stato, comprese le eventuali anomalie di funzionamento. Le principali grandezze controllate dal sistema saranno:

- Potenze dell'inverter;
- Tensione di campo dell'inverter;
- Corrente di campo dell'inverter;
- Radiazioni solari;
- Temperatura ambiente;
- Velocità del vento;
- Letture dell'energia attiva e reattiva prodotte.

La connessione tra gli inverter e il PC avverrà tramite un box acquisizione.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R02	0	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DISCIPLINARE	20/10/2021	47	47