

BLUE STONE
renewable IV

P.I. 15304981002
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA E
PRODUZIONI AGRICOLE, DELLA POTENZA IN DC DI 14,125
MWp E POTENZA IN IMMISSIONE DI 11 MW, DENOMINATO
"CSPV SAN DONACI" SITO NEL COMUNE DI SAN DONACI (BR)
ZONA MASSERIA MARIANA ED OPERE CONNESSE NEL COMUNE
DI CELLINO SAN MARCO (BR)**

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO



Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Carlo TEDESCO
geol. Lucia SANTOPIETRO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Martino LAPENNA
ing. Francesco GIGANTE

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
E01		RELAZIONE CALCOLI PRELIMINAREI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI	22138	D		
REVISIONE			CODICE ELABORATO			
01			DC22138D-E01			
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
01			-	-		
REV			DATA	NOME FILE	PAGINE	
00	24/10/22		Emissione	DC22138D-E01 rev01 .doc	27 + copertina + allegati	
01	25/11/22	Modifica recinzione, perimetro Stazione Elettrica RTN e numero inverter	Elaborato Lapenna	Controllato Mancini	Approvato Pomponio	
02			Lapenna	Mancini	Pomponio	
03						
04						
05						
06						

SOMMARIO

1. OGGETTO.....	4
2. DATI DI PROGETTO.....	5
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	5
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	6
4.1 Configurazione dell'impianto.....	6
4.2 Moduli Fotovoltaici	6
4.3 Gruppi di conversione CC/CA (inverter di stringa).....	8
4.4 Scelta del tipo di cavi BT.....	10
4.5 Temperatura di posa	11
4.6 Segnalazione della presenza dei cavi	11
4.7 Impianti di sicurezza.....	11
5. SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO	12
5.1 Protezione da corto circuito sul lato c.c. dell'impianto	12
5.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.....	12
5.3 Protezione dalle fulminazioni	12
5.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto.....	13
5.5 Impianto di messa a terra.....	13
6. CABINA DI TRASFORMAZIONE	13
6.1 Generalità	13
6.2 Impianti elettrici cabina di trasformazione	14
6.3 Impianto di terra cabina di trasformazione.....	14
7. RETE AD ALTA TENSIONE DI RACCOLTA.....	15
7.1 Descrizione.....	15
7.2 Cavi Elettrici.....	16
7.3 Segnalazione della presenza dei cavi	19
7.4 Coesistenza tra i cavi AT e i sottoservizi.....	20
7.4.1 Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione	20
7.4.2 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati	20
7.4.3 Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti	21
7.4.4 Serbatoi di liquidi e gas infiammabili.....	22
8. CABINA DI RACCOLTA UTENTE	22
8.1 Generalità	22
8.2 Descrizione Generale	22
8.3 Rete di terra.....	22
8.4 RTU della cabina utente e dell'impianto AT di consegna.....	23
8.5 SCADA	23
8.6 Apparecchiature di cabina	23

8.6.1	Apparecchiature di misura	23
8.6.2	Protezione di interfaccia	24
9.	CRITERI DI COSTRUZIONE.....	24
9.1	Esecuzione degli scavi.....	24
9.2	Esecuzione di pozzetti e camerette.....	24
9.3	Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni AT	25
9.4	Messa a terra dei rivestimenti metallici	25
10.	IMPIANTO DI CONSEGNA	25
10.1	Generalità	25
11.	ALLEGATO – CALCOLI ELETTRICI BT	27
12.	ALLEGATO – CALCOLI ELETTRICI AT	28

1. OGGETTO

Nell'area in oggetto si propone un progetto agro-energetico. Le scelte progettuali hanno tenuto conto degli attuali indirizzi produttivi di tutto il territorio circostante, della professionalità degli imprenditori della zona, delle manifestazioni d'interesse da parte di imprese agricole della zona ad occuparsi delle attività agricole.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento, impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in Puglia.

Il presente documento descrive tecnicamente la centrale di conversione dell'energia solare in energia elettrica tramite tecnologia fotovoltaica da realizzarsi nel Comune di San Donaci (LE) e delle relative opere e infrastrutture connesse e necessarie.

L'impianto è costituito da sei sottocampi per una potenza complessiva nominale DC pari a circa 14,125 MWp e una potenza complessiva AC, in immissione, pari a circa 11,00 MW (Codice Rintracciabilità Terna n. 202200713 del 25/07/2022).

La potenza in uscita dagli inverter, potenzialmente di 11.800 kW, sarà opportunamente regolata in maniera tale da non superare mai il valore massimo consentito dalla STMG pari a 11.000 kW.

L'impianto si collegherà in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Brindisi Sud – Galatina".

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

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

2. DATI DI PROGETTO

DATI TECNICI	
Potenza nominale dell'impianto	14,125 MWp
Range di tensione in corrente continua in ingresso al gruppo di conversione	<1500 V
Tensione in corrente alternata in uscita al gruppo di conversione	<1000 V
Tipo di intervento richiesto: - Nuovo impianto - Trasformazione - Ampliamento	SI NO NO
Dati del collegamento elettrico - Descrizione della rete di collegamento - Tensione nominale (Un) - Vincoli della Società responsabile della rete di trasmissione nazionale da rispettare	AT neutro isolato Trasporto 36.000 V Normativa Terna
Misura dell'energia	Contatore proprio e UTF sulla AT per la misura della produzione (eventualmente anche sulla BT)
Punto di Consegna	Futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Brindisi Sud - Galatina"

3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione del presente progetto sono state e dovranno essere osservate anche in fase di esecuzione dei lavori di installazione, le disposizioni di legge vigenti in materia e le norme tecniche del CEI. In particolare, si richiamano le seguenti Norme e disposizioni di legge:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale (in particolare CEI 64-8, CEI 99-3, CEI 81-10);
- norma CEI 0-16;
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici (in particolare CEI EN 60904, 61215)
- conformità al marchio CE per tutti gli apparati di bassa tensione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici e per le opere civili.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- il D. Lgs 81/2008 "Testo Unico della sicurezza" e s.m.i.
- il D.M. 37/2008 e s.m.i per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- norma CEI 99-3 per le sezioni MT ed AT e per il collegamento alla rete pubblica, la CEI EN 61727 e le disposizioni del documento Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" per il collegamento alla rete ad alta tensione di Terna S.p.A.;
- norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati;
- norme CEI 82-1; CEI 82-25 per i sistemi fotovoltaici;

Dovranno essere inoltre rispettate tutte le leggi in materia fiscale ed in materia di edilizia e realizzazione di strutture.

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

4.1 *Configurazione dell'impianto*

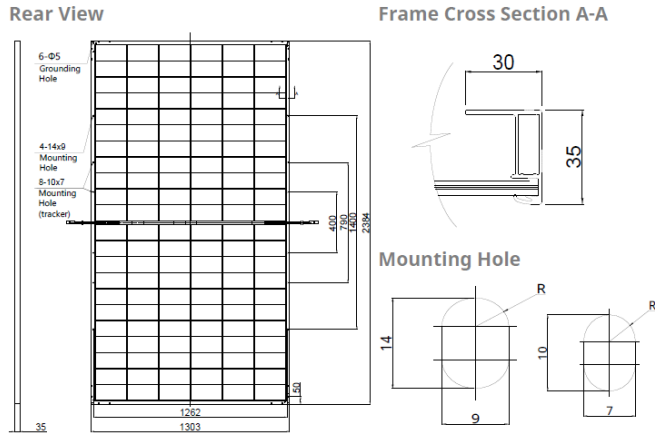
L'impianto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura fissa; questi avranno direzione longitudinale Est-Ovest, e trasversale Nord-Sud con inclinazione rispetto al suolo di 30°.

L'impianto prevede l'installazione di n. 59 inverter, ciascuno di potenza da 200 kW settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato.

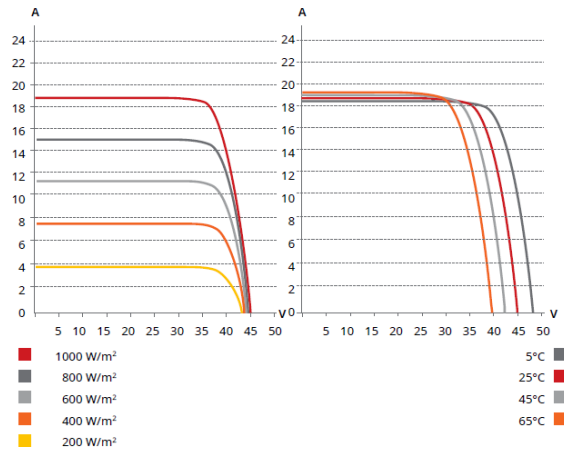
4.2 *Moduli Fotovoltaici*

I moduli fotovoltaici che saranno installati avranno una potenza nominale di 645 W con caratteristiche simili a quelle riportate nella seguente specifica tecnica:

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-635MB-AG	635 W	37.3 V	17.03 A	44.4 V	18.27 A	20.4%
Bifacial Gain**	5%	667 W	37.3 V	17.89 A	44.4 V	21.5%
	10%	699 W	37.3 V	18.74 A	44.4 V	22.5%
	20%	762 W	37.3 V	20.44 A	44.4 V	24.5%
CS7N-640MB-AG	640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	24.7%
CS7N-645MB-AG	645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	24.9%
CS7N-650MB-AG	650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	25.1%
CS7N-655MB-AG	655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	25.3%
CS7N-660MB-AG	660 W	38.3 V	17.24 A	45.4 V	18.47 A	21.2%
Bifacial Gain**	5%	693 W	38.3 V	18.10 A	45.4 V	22.3%
	10%	726 W	38.3 V	18.96 A	45.4 V	23.4%
	20%	792 W	38.3 V	20.69 A	45.4 V	25.5%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = $P_{max_{rear}} / P_{max_{front}}$, both $P_{max_{rear}}$ and $P_{max_{front}}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: $\pm 5 \%$

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-635MB-AG	476 W	35.0 V	13.61 A	42.0 V	14.73 A
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A
CS7N-660MB-AG	495 W	35.9 V	13.79 A	42.9 V	14.89 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	37.9 kg (83.6 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 10 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) (supply additional jumper cable: 2 lines / Pallet) or customized length*
Connector	T4 series or MC4-EVO2
Per Pallet	31 pieces

Per Container (40' HQ) 527 pieces or 465 pieces (only for US)

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 \pm 3°C

Figura 1 - Scheda tecnica modulo fotovoltaico

4.3 Gruppi di conversione CC/CA (inverter di stringa)

Gli inverter che saranno utilizzati sono inverter di stringa trifase del tipo SUN2000-215KTL-H0 dell'azienda costruttrice Huawei o similari di potenza massima in uscita pari a 200 kW, con tensione nominale in uscita di 800 V, di cui è riportata di seguito la scheda tecnica. Saranno utilizzati n. 59 inverter posizionati sul campo.

A tal proposito, si fa presente che l'inverter verrà scelto in funzione delle tecnologie disponibili sul mercato europeo al momento della costruzione, e quindi, poiché la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, si presume che dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione, tali tecnologie potrebbero cambiare; pertanto gli inverter che verranno presi in considerazione saranno ovviamente quelli di ultima generazione.

Dall'analisi effettuata risultano richieste le seguenti caratteristiche principali:

- conformità alle normative europee di sicurezza;
- disponibilità di informazione di allarme e di misura sul display integrato;
- funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- massima sicurezza, con il trasformatore di isolamento a frequenza di rete incorporato;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati (interfaccia seriale RS485).

L'inverter sarà certificato CE e munito di opportuna certificazione sia sui rendimenti che sulla compatibilità elettromagnetica.

SUN2000-215KTL-H0
Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.00%
European Efficiency	≥98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 2 - Scheda tecnica inverter

4.4 Scelta del tipo di cavi BT

Per il collegamento tra i moduli fotovoltaici e tra i moduli e gli inverter di stringa saranno utilizzati cavi del tipo **H1Z2Z2-K** o similare¹, costituito da conduttore in rame stagnato, formazione flessibile, classe 5, isolati in mescola speciale reticolata HT-PVI (LS0H), guaina in mescola speciale reticolata HT-PVG (LS0H), conforme alle norme CEI EN 50618, CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50525-1, CEI EN 61034-2, CEI EN 50289-4-17 (A), CEI EN 50396, CEI EN 60216-1/2, CEI EN 50575:2014+A1:2016; conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Eca", tensione di esercizio 1,0/1,0 kV in c.a. e 1,5/1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,8 kV in c.c..

Per il collegamento tra gli inverter di stringa e le cabine di trasformazione, dovranno essere impiegati cavi del tipo **ARG16R16** o similare¹ di sezione pari a 240 mm².

Il suddetto cavo è costituito da conduttore in alluminio, corda rigida compatta, classe 2, isolati in Gomma di qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche, riempitivo termoplastico penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari), guaina in PVC speciale di qualità R16, conforme alle norme CEI 20-13, IEC 60502-1, CEI UNEL 35318, EN 50575:2014+A1:2016, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), classe di reazione al fuoco "Cca-s3,d1,a3", tensione di esercizio 0,6/1 kV in c.a. e 1,5 kV in c.c., tensione massima di esercizio 1,2 kV in c.a. e 1,8 kV in c.c..

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le correnti di impiego determinate dalla potenza nominale che i moduli FV riescono a produrre e gli inverter a convertire;
- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21);
- il contenimento delle perdite di linea.

In allegato alla presente relazione sono riportati i risultati della scelta delle sezioni e la portata dei cavi BT per la posa in tubo interrato.

I coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

¹ Per quanto riguarda i cavi non "CPR", se immessi sul mercato dopo il 01/07/2017, dovranno essere sostituiti con cavi "CPR" corrispondenti, qualora disponibili sul mercato prima dell'esecuzione dell'impianto (**D.lgs n 106 del 16/06/2017**)

- resistività termica del terreno pari a $2,0^{\circ}\text{K m/W}$;
- temperatura terreno pari a 20°C (CEI 20-21 A.3);
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti condutture affiancate;
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione dei cavi è stata effettuata considerando le seguenti equazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b = Corrente d'impiego del circuito in condizioni ordinarie

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata della conduttura

I_f = Corrente convenzionale d'intervento del dispositivo di protezione

4.5 Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati, non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

4.6 Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando l'opportuna segnaletica.

4.7 Impianti di sicurezza

Gli impianti di videosorveglianza ed antintrusione saranno installati lungo il perimetro dell'area della centrale fotovoltaica, garantendo la copertura totale dei confini delimitati dalla recinzione.

I dispositivi di videosorveglianza saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (telecamere fisse, dome, apparecchiatura di videoregistrazione, ecc.).

I dispositivi di antintrusione saranno scelti in fase esecutiva in funzione della tecnologia disponibile (contatti reed, barriere a infrarossi, sensori a microonde, ecc.).

Gli impianti suddetti verranno alimentati dallo scomparto dedicato ai servizi ausiliari presente nelle cabine utente.

5. SICUREZZA ELETTRICA DELL'IMPIANTO

5.1 Protezione da corto circuito sul lato c.c. dell'impianto

Gli impianti FV sono realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di un determinato numero di moduli FV, a loro volta realizzati attraverso il collegamento in serie/parallelo di celle FV inglobate e sigillate in un unico pannello d'insieme. Pertanto gli impianti FV di qualsiasi dimensione conservano le caratteristiche elettriche della singola cella, semplicemente a livelli di tensione e correnti superiori, a seconda del numero di celle connesse in serie (per ottenere tensioni maggiori) oppure in parallelo (per ottenere correnti maggiori).

Negli impianti fotovoltaici la corrente di corto circuito dell'impianto non può superare la somma delle correnti di corto circuito delle singole stringhe.

Essendo le stringhe composte da una serie di generatori di corrente (i moduli fotovoltaici) la loro corrente di corto circuito è di poco superiore alla corrente nominale e questo conferisce una certa sicurezza intrinseca alle stringhe stesse.

5.2 Protezione da contatti accidentali lato c.c.

Le tensioni continue sono particolarmente pericolose per la vita. Il contatto accidentale con una tensione di oltre 500 V. c.c., valore certamente superato dalle stringhe, può avere conseguenze letali. 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 è garantita dalla presenza del trasformatore AT/BT.

In tal modo affinché 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 gli inverter sono muniti di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

5.3 Protezione dalle fulminazioni

Un campo fotovoltaico correttamente collegato a massa, non altera in alcun modo l'indice ceraunico della località di montaggio, e quindi la probabilità di essere colpito da un fulmine.

I moduli fotovoltaici sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche, che invece possono risultare pericolose per le apparecchiature elettroniche di condizionamento della potenza. Per ridurre i danni dovuti ad eventuali sovratensioni i quadri di parallelo sottocampi sono muniti di varistori su entrambe le polarità dei cavi d'uscita.

In caso di sovratensioni i varistori collegano una od entrambe le polarità dei cavi a massa e provocano l'immediato spegnimento degli inverter e l'emissione di un segnale d'allarme.

5.4 Sicurezze sul lato c.a. dell'impianto

La limitazione delle correnti del campo fotovoltaico comporta analogo limitazione anche nelle correnti in uscita dagli inverter.

Eventi di corto circuito sul lato alternata dell'impianto sono tuttavia pericolosi perché possono provocare ritorni da rete di intensità non limitata.

L'interruttore AT in SF6 è equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra.

5.5 Impianto di messa a terra

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e da una corda di rame nudo di sezione pari a 35 mm², interrati ad una profondità di almeno 0,8 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione. L'impianto di terra dovrà essere conforme alle prescrizioni della norma CEI 99-3 e dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete AT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni.

6. CABINA DI TRASFORMAZIONE

6.1 Generalità

Le cabine saranno prefabbricate realizzate in cemento armato vibrato (c.a.v.), complete di vasca di fondazione del medesimo materiale, assemblate con quadri di parallelo inverter, trasformatori AT/BT (36/0,8 kV) e quadri di alta tensione, posate su un magrone di sottofondazione in cemento. Le cabine saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani:

- il vano raccolta BT, in cui è alloggiato il quadro di parallelo degli inverter di stringa;
- il vano trasformazione, in cui è alloggiato il trasformatore AT/BT;
- il vano quadri di alta tensione, in cui sono alloggiati i quadri elettrici di alta tensione.

All'interno di tali cabine, avverrà l'elevazione di tensione a 36.000 V in corrente alternata, così da poter convogliare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico verso la cabina di raccolta per essere ceduta a Terna. Per ulteriori dettagli tecnici si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati.

Tutte le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra, mentre le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra di protezione; a protezione dei contatti indiretti, in ottemperanza alla norma CEI 64-8/4, l'impianto disporrà di un dispositivo di controllo

dell'isolamento che indicherà il verificarsi del primo guasto a terra, interrompendo il circuito e quindi il servizio. La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento delle parti attive o con l'utilizzo di involucri e barriere; in ogni caso il contatto verrà impedito in modo totale. L'impianto sarà realizzato con grado di protezione complessivo IP65. La protezione contro i contatti indiretti nella sezione bassa tensione, in corrente alternata alla frequenza di rete, si attuerà mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, soddisfacendo la prescrizione:

$$R_t \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

Ove:

R_t è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse

I_d è la corrente di 1° guasto

50 V è il valore di tensione verso massa.

6.2 Impianti elettrici cabina di trasformazione

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavi unipolari di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e deve consentire la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. In particolare:

- n.1 quadro di bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- lampade di illuminazione;
- l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione è realizzata con cavi unipolari o multipolari di sezione idonea;
- prese a spina alimentate due cavi unipolari o multipolari di sezione idonea.

Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico sarà corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

6.3 Impianto di terra cabina di trasformazione

Particolare cura è stata posta nel progettare la maglia di terra afferente alla cabina di trasformazione, rispettando rigorosamente la normativa, in particolare la norma CEI 99-3 e CEI 99-5 che dettano le prescrizioni da seguire per realizzare un impianto di terra a regola d'arte, in modo da attenersi a quanto segue:

- Avere sufficiente resistenza meccanica ed alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare da un punto di vista termico le correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni ai componenti elettrici;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni presenti sull'impianto di terra per effetto delle elevate correnti di guasto a terra.

L'impianto di dispersione per la messa a terra sarà realizzato mediante anello di rame nudo avente sezione pari a 50 mm², interrato alla profondità di almeno 80 cm dal piano di calpestio, integrato da n. 4 picchetti in acciaio di sezione minima 50 mm² a lunghezza 1,6 m, installati uno per ogni angolo in opportuni pozzetti prefabbricati.

Le giunzioni tra i conduttori costituenti la maglia di dispersione e tra questi ultimi e i conduttori di terra saranno realizzate mediante morsetti a compressione in rame.

Il collegamento del conduttore di terra alle strutture metalliche sarà realizzato mediante capicorda a compressione diritti, in rame stagnato con bullone in acciaio zincato.

L'efficienza di tale impianto verrà verificata attraverso apposita misura della resistenza di terra ed eventualmente delle tensioni di passo e di contatto.

Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con connettori in acciaio inox.

L'impianto di dispersione, attraverso conduttori di terra, fa capo a collettori posti all'interno dei locali, attraverso i quali si effettua il collegamento a terra tutte le masse presenti nel locale, nonché tutti gli schermi dei cavi entrati ed uscenti.

Tutti gli inserti metallici previsti saranno connessi elettricamente all'armatura del manufatto.

7. RETE AD ALTA TENSIONE DI RACCOLTA

7.1 *Descrizione*

La rete elettrica a 36 kV interrata assicurerà il collegamento fra le cabine di trasformazione e fra queste e la cabina di raccolta utente per poi raggiungere la SE Terna.

La rete AT di raccolta ha schema radiale ed è costituita da linee in cavo interrato collegate in entra-esce attraverso le cabine di trasformazione, determinando tre linee che convergeranno verso la cabina di raccolta.

Dalla cabina di raccolta partirà una linea che, con un percorso interrato, provvederà al trasporto dell'intera energia prodotta dal parco fotovoltaico fino all'ingresso del quadro elettrico di raccolta, nella stazione TERNA.

I percorsi delle linee, illustrati negli elaborati grafici, potranno essere meglio definiti in fase costruttiva. Pertanto si possono identificare due sezioni della rete AT:

- la rete di raccolta dell'energia prodotta dai 6 sottocampi presenti, costituiti da linee che collegano i quadri AT delle cabine di trasformazione in configurazione entra-esce che confluiranno nella cabina di raccolta
- la rete di vettoriamento che collega la cabina di raccolta utente alla stazione di connessione.

All'atto dell'esecuzione dei lavori, i percorsi delle linee elettriche saranno accuratamente verificati e definiti in modo da:

- evitare interferenze con strutture, altri impianti ed effetti di qualunque genere;
- evitare curve inutili e percorsi tortuosi;
- assicurare una facile posa o infilaggio del cavo;
- effettuare una posa ordinata e ripristinare la condizione ante-operam.

7.2 *Cavi Elettrici*

I collegamenti elettrici saranno tutti realizzati direttamente interrati mediante terna di conduttori a corda rigida compatta in alluminio, disposti a trifoglio. Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di alluminio, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U=26/45$ kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

HV XLPE CABLE WITH COPPER WIRES SCREEN AND ALUMINIUM LAMINATED FOIL

26/45 ÷ 47 (52) kV

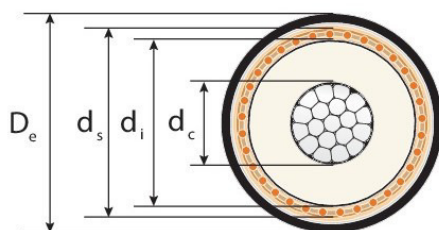
XRUHAKXS according to ZN-TF-530

A2XS(FL)2Y according to IEC 60840

NA2XS(FL)2Y according to DIN VDE 0276-632

26

ALUMINIUM CONDUCTOR



Cross section of conductor	Diameter of conductor	Insulation		Metallic screen		D _e Outer diameter of cable	Cable weight	Maximum pulling force	Minimal bending radius
		Nominal thickness	Diameter over insulation	Cross section	Diameter over screen				
mm ²	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	kg/km	kN	m
95RM	11.3 ^{+0.20}	9.0	30.5	35	34.3	41	1690	2.9	1.0
120RM	12.5 ^{+0.20}	9.0	31.7	35	35.5	42	1810	3.6	1.1
150RM	14.1 ^{+0.30}	9.0	33.3	35	37.1	43	1940	4.5	1.1
185RM	15.8 ^{+0.20}	9.0	35.0	35	38.8	45	2110	5.6	1.1
240RM	17.9 ^{+0.10}	9.0	37.1	35	40.9	47	2350	7.2	1.2
300RM	20.0 ^{+0.30}	9.0	39.2	35	43.0	49	2590	9.0	1.2
400RM	22.9 ^{+0.30}	9.0	42.5	35	46.7	53	3040	12.0	1.3
500RM	25.7 ^{+0.40}	9.0	45.3	35	49.5	56	3470	15.0	1.4
630RM	29.3 ^{+0.50}	9.0	49.1	35	53.3	60	4030	18.9	1.5
800RM	33.0 ^{+0.50}	9.0	52.8	35	57.0	64	4650	24.0	1.6
1000RM	38.0 ^{+0.50}	9.0	58.2	35	62.8	71	5570	30.0	1.8
1200RM	42.5 ^{+0.60}	9.0	62.7	50	67.3	75	6560	36.0	1.9
1200RMS	43.0 ^{+0.80}	9.0	65.2	50	69.8	78	6840	36.0	2.0
1400RMS	45.1 ^{+0.80}	9.0	67.3	50	71.9	80	7490	42.0	2.0
1600RMS	48.5 ^{+1.2}	9.0	70.7	50	75.3	84	8270	48.0	2.1

Figura 3 - Caratteristiche fisiche del cavo

Electrical data

D_e – Cable diameter

Cables in flat formation, the distance between the cable axes = $2 \times D_e$



Cables in trefoil formation, the distance between the cable axes = D_e



Cross section of conductor	Resistance of conductor 90°C	Electrical field stress at the		Capacitance	Zero reactance	Inductance	
		conductor	insulation screen				
mm ²	Ω/km	kV/mm		μF/km	Ω/km	Ω/km	
95RM	0.4110	4.70	1.95	0.150	0.087	0.200	0.145
120RM	0.3247	4.55	2.00	0.160	0.083	0.195	0.140
150RM	0.2645	4.40	2.05	0.175	0.078	0.190	0.135
185RM	0.2108	4.25	2.10	0.185	0.074	0.185	0.130
240RM	0.1610	4.15	2.15	0.205	0.069	0.180	0.125
300RM	0.1291	4.00	2.20	0.220	0.065	0.180	0.120
400RM	0.1009	3.90	2.25	0.245	0.062	0.175	0.115
500RM	0.0792	3.80	2.30	0.265	0.058	0.170	0.110
630RM	0.0622	3.70	2.35	0.295	0.055	0.165	0.105
800RM	0.0498	3.60	2.40	0.320	0.052	0.160	0.105
1000RM	0.0408	3.50	2.45	0.360	0.049	0.160	0.100
1200RM	0.0359	3.45	2.45	0.395	0.046	0.155	0.095
1200RMS	0.0319	3.45	2.50	0.415	0.048	0.155	0.095
1400RMS	0.0275	3.40	2.50	0.430	0.047	0.155	0.095
1600RMS	0.0242	3.40	2.55	0.455	0.045	0.155	0.095
1800RMS	0.0216	3.35	2.55	0.485	0.043	0.150	0.095
2000RMS	0.0195	3.35	2.55	0.500	0.042	0.150	0.095
2500RMS	0.0168	3.30	2.60	0.540	0.042	0.150	0.090
3000RMS	0.0130	3.25	2.60	0.600	0.039	0.150	0.090

Figura 4 - Caratteristiche elettriche del cavo AT

La potenza elettrica raccolta dall'area di produzione (AT) è trasferita in elettrodotto, in esecuzione completamente interrata, fino alla stazione Terna (punto di connessione).

Risultato progettuale è che tutto l'elettrodotto è per la maggior parte su viabilità rurale esistente. Il tracciato dei cavidotti dovrà essere quanto più rettilineo possibile e parallelo all'asse della strada.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a "trifoglio", ad una profondità 1,5 m (quota piano di posa) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti sempre di sabbia per uno strato di 70 cm, sopra il quale sarà posata una lastra in cemento armato avente funzione di protezione meccanica dei cavi (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo.

L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando le correnti di impiego e le portate dei cavi per la tipologia di posa considerando anche che devono essere minimizzate le perdite.

Sono state utilizzate preliminarmente sezioni da 95 e 300 mm² con tensione nominale 26/45 kV. Nella tabella allegata sono riportati i risultati dei calcoli delle correnti di impiego (a tensione e potenza nominale e $\cos\phi$ 0,90), la scelta delle sezioni e la portata dei cavi AT per la posa interrata. I coefficienti di calcolo sono stati assunti secondo le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a 2 K•m/W (coefficiente C_i);
- temperatura terreno pari a 20° C (coefficiente C_a);
- fattori di riduzione quando nello scavo sono presenti più condutture (coefficiente C_g);
- profondità di posa pari a 1,20 m per il collegamento fra le cabine di trasformazione e fra queste e la cabina di raccolta; 1,50 m invece per il collegamento fra cabina di raccolta e SE Terna (coefficiente C_d)
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

La scelta della sezione è stata effettuata considerando che il cavo deve avere una portata I_z uguale o superiore alla corrente di impiego I_b del circuito. Sono stati così dimensionati i vari tratti di elettrodotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo. Per il cavidotto di vettoriamento, la scelta del numero di cavi e della sezione tiene conto anche della caduta di tensione sulla linea.

7.3 Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica.

Su viabilità pubblica si dovranno apporre in superficie opportune paline segnaletiche con l'indicazione della tensione di esercizio e con i riferimenti della Società responsabile dell'esercizio della rete AT.

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a AT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le norme CEI 11-17.

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danni agli stessi.

Le condizioni ambientali (temperatura, umidità) durante la posa dei cavi dovranno essere nel range fissato dal fabbricante dei cavi.

Per quanto riguarda le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo si terrà conto di quanto segue:

- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 0 e 1: 0,5 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 2: 0,6 o 0,8 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 3: 1,0 o 1,2 m.

Nei tratti in cui si attraverseranno terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non potranno essere rispettate le profondità minime sopra indicate, dovranno essere predisposte adeguate protezioni.

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

7.4 Coesistenza tra i cavi AT e i sottoservizi

Lungo il percorso del cavidotto si potrebbero riscontrare interferenze con dei sottoservizi (acquedotto, gas, telecomunicazione ecc.); a tal proposito saranno verificate, in sede di conferenza di servizio, eventuali interferenze con i gestori dei sottoservizi. Di seguito sono state indicate le distanze da mantenere da eventuali sottoservizi secondo quanto indicato dalla norma CEI 11-17.

7.4.1 Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione

Nei percorsi dove vi potrebbe essere l'incrocio con cavi di telecomunicazioni, la tubazione dei cavi di energia dovrà essere posta al di sotto del cavo di telecomunicazioni ad una distanza non inferiore di 0,30 m.

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione devono essere posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso in cui, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato tale criterio, bisognerà mantenere, fra essi, una distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Nel caso in cui i cavi di energia e di telecomunicazione dovranno essere posati nello stesso manufatto, occorrerà posare i cavi in tubazioni distinte in modo tale da evitare che possano venire a diretto contatto fra loro.

7.4.2 Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metalli interrati

L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non deve effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno effettuare giunti sui cavi di energia a

distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio. In ogni caso la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione dovrà essere di 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico; questo elemento dovrà coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica. Le distanze di cui sopra possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo con gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Per quanto riguarda i parallelismi tra cavi di energia e le tubazioni metalliche si dovrà osservare una distanza minima di 0,30 m, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione. Tuttavia sarà possibile derogare tale prescrizione, previo accordo con gli esercenti, nei seguenti casi:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m:
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici, nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non dovranno mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro uso, tale tipo di posa sarà consentito, purché il cavo di energia e le tubazioni non siano posti a diretto contatto fra loro.

7.4.3 Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti

Nei parallelismi tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di metano (energia e segnale) non dovrà essere inferiore:

- alla profondità di posa adottata per il tubo del metano per le condotte di 1^a, 2^a e 3^a specie;
- a 0,5 m per condotte di 4^a e 5^a specie, UNI 9165, art. 6.7.3;
- alla distanza che consenta di eseguire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati, per le condotte di 6^a e 7^a specie, UNI 9165, art. 6.7.3.

La distanza va misurata tra le due superfici affacciate.

Negli incroci tra linee elettriche posate in tubi interrati e condotte di la distanza di sicurezza tra condotte di metano non drenate (1^a, 2^a, 3^a specie) e le tubazioni per cavi elettrici (energia e segnale) nel caso in cui vi sia un incrocio dovrà essere almeno 1,5 m (Secondo il DM 17/04/08, All. A, art. 2.7). Per le altre condotte si dovrà avere una distanza:

- di 0,5 m per le condotte di 4^a e 5^a specie;

- tale da consentire l'esecuzione di eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati per le condotte di 6^a e 7^a specie.

La distanza va misurata in senso verticale tra le due superfici affacciate.

7.4.4 Serbatoi di liquidi e gas infiammabili

I cavidotti contenenti cavi di energia dovranno distare almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi e gas infiammabili.

8. CABINA DI RACCOLTA UTENTE

8.1 Generalità

La cabina di raccolta, da realizzarsi nei pressi dell'ingresso al campo fotovoltaico, è il punto di raccolta dei cavidotti provenienti dall'impianto per consentire il trasporto dell'intera energia prodotta dal campo fotovoltaico fino al punto di consegna della rete di trasmissione nazionale e riceve l'energia prodotta dal campo, convertita dagli inverter ed elevata nelle cabine di trasformazione, attraverso la rete di raccolta a 36 kV.

8.2 Descrizione Generale

Il progetto della cabina di raccolta prevede che sia l'entrata che l'uscita dei cavi AT (36 kV) avvenga mediante posa interrata al fine di garantire il raccordo con la stazione RTN.

All'interno dell'area recintata della cabina di raccolta sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri AT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, ecc. Inoltre sarà installata una reattanza shunt per permettere l'eventuale rifasamento delle correnti reattive.

8.3 Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 50 mm², interrati ad una profondità di almeno 0,8 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 35 mm². La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della cabina utente con quello dell'impianto di consegna AT.

8.4 RTU della cabina utente e dell'impianto AT di consegna

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della sottostazione, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;
- Comando della sezione AT della cabina di raccolta;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna.

La RTU sarà comandabile in locale dalla sottostazione tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

8.5 SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

8.6 Apparecchiature di cabina

8.6.1 Apparecchiature di misura

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (36 kV) in cabina utente (con apparecchiature ridondanti);
- eventualmente sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in sottostazione.

La cabina utente sarà conforme alle prescrizioni della normativa ENEL, TERNA e alle norme CEI già citate. Tutti i componenti sono stati dimensionati in base ai calcoli effettuati sulla producibilità massima dell'impianto eolico, con i dovuti margini di sicurezza, e in base ai criteri generali di sicurezza elettrica.

8.6.2 *Protezione di interfaccia*

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione dalla rete di trasmissione in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione.

9. CRITERI DI COSTRUZIONE

9.1 *Esecuzione degli scavi*

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m)
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m)

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

9.2 *Esecuzione di pozzetti e camerette*

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

9.3 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni AT

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi 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 chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

9.4 Messa a terra dei rivestimenti metallici

Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi saranno sempre atterrati alle estremità di ogni linea e possibilmente in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

10. IMPIANTO DI CONSEGNA

10.1 Generalità

In data 20/10/2021 è stata aggiornato dell'Allegato A.2 al Codice di Rete – “Guida agli schemi di connessione”. Il documento prevede l'introduzione di un nuovo standard di connessione alla RTN a 36 kV per gli impianti di produzione con potenza fino a 100 MW.

Pertanto la connessione alla rete avverrà senza l'utilizzo di una sottostazione utente per l'innalzamento della tensione in quanto avverrà direttamente all'interno della stazione Terna.

La soluzione di connessione ottenuta da Terna in data 25/07/2022, codice pratica 202200713, prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV “Brindisi Sud – Galatina”.

La connessione in antenna avverrà mediante una terna di cavi interrati AT provenienti dal parco agrivoltaico che si attesterà nei quadri presenti all'interno della nuova stazione elettrica (SE).

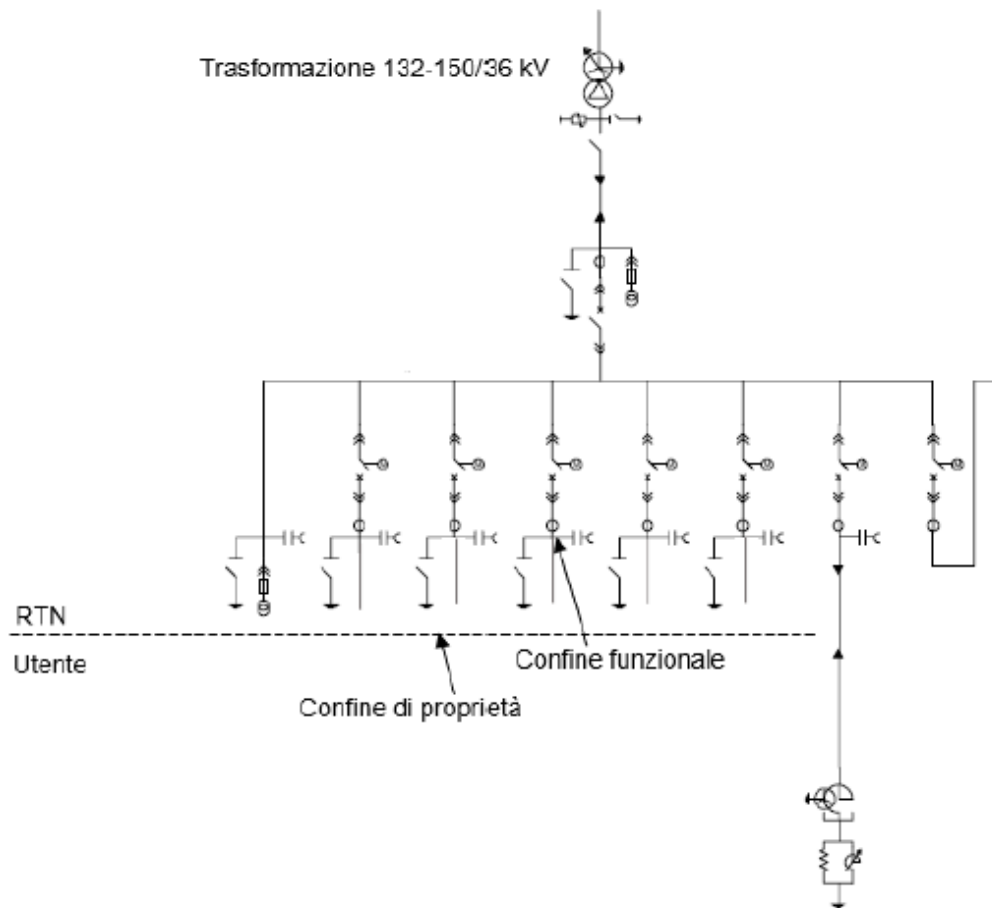


Figura 5 - Schema di connessione esemplificativo a 36 kV

11. ALLEGATO – CALCOLI ELETTRICI BT

Linea BT					Parametri del carico					Cavo					Calcolo della portata del cavo										Protezione					Verifica termica del cavo			Caduta di tensione FV		Perdite di potenza FV																
Linea	Origine	Destinazione	Distanza CAD (m)	Distanza Extra (m)	Distanza (m)	cosφ	Potenza attiva (kW)	Distribuzione	U (V)	Ib (A)	I _{max} (A)	Sezione (mm²)	N° Cond.	Caratteristiche del cavo				Cap. max (nF/km)	Tipo inst.	Codice ricerca	Intercambiabilità	Formazione della linea	Iz (A)	Tamb (°C)	inst.	K1 (T _{amb})	N. corrugati nello stesso cavo	Distanza a (cm)	K2 (distanza (nominale corrugati))	Profondità	K3 (D _{amb})	Resist. termica (°C/mW)	inst.	K4 (T _{amb})	I'z (A)	Fattore di carico del cavo (Ib/I'z)	Fu/In aut.	In max	In reg.	Ib < In < I'z	I'z < 1,45 I'z	Ib < In	I _{max} < I'z	Max. Corrente di progetto (I _{ca}) (A)	K	Tempo di intervento protezione	Thermal Check (integral Joule)	ΔV tot. (V)	ΔV tot. (%)	ΔP (W)	ΔP (%)
TC1.01	INV.TC1.01	QPAR.TC1	235	10	245	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,80 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	8,64	1,08%	2159,27	1,08%	
TC1.02	INV.TC1.02	QPAR.TC1	208	10	218	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	7,62	0,95%	1905,32	0,95%	
TC1.03	INV.TC1.03	QPAR.TC1	190	10	200	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	6,99	0,87%	1748,00	0,87%	
TC1.04	INV.TC1.04	QPAR.TC1	150	10	160	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	5,59	0,70%	1398,40	0,70%	
TC1.05	INV.TC1.05	QPAR.TC1	138	10	148	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	5,17	0,65%	1293,52	0,65%	
TC1.06	INV.TC1.06	QPAR.TC1	120	10	130	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	4,54	0,57%	1136,20	0,57%	
TC1.07	INV.TC1.07	QPAR.TC1	5	10	15	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	0,52	0,07%	131,10	0,07%	
TC1.08	INV.TC1.08	QPAR.TC1	38	10	48	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	1,68	0,21%	419,52	0,21%	
TC1.09	INV.TC1.09	QPAR.TC1	70	10	80	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	2,80	0,35%	699,20	0,35%	
TC1.10	INV.TC1.10	QPAR.TC1	90	10	100	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	3,50	0,44%	874,00	0,44%	
TC1.11	INV.TC1.11	QPAR.TC1	110	10	120	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	4,20	0,52%	1048,80	0,52%	
TC2.01	INV.TC2.01	QPAR.TC2	325	10	335	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	11,71	1,46%	2927,89	1,46%	
TC2.02	INV.TC2.02	QPAR.TC2	260	10	270	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	9,44	1,18%	2359,79	1,18%	
TC2.03	INV.TC2.03	QPAR.TC2	215	10	225	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	7,87	0,98%	1966,49	0,98%	
TC2.04	INV.TC2.04	QPAR.TC2	208	10	218	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	7,62	0,95%	1905,32	0,95%	
TC2.05	INV.TC2.05	QPAR.TC2	200	10	210	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	7,34	0,92%	1835,40	0,92%	
TC2.06	INV.TC2.06	QPAR.TC2	33	10	43	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	1,50	0,19%	375,82	0,19%	
TC2.07	INV.TC2.07	QPAR.TC2	40	10	50	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	1,75	0,22%	437,00	0,22%	
TC2.08	INV.TC2.08	QPAR.TC2	5	10	15	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	0,52	0,07%	131,10	0,07%	
TC2.09	INV.TC2.09	QPAR.TC2	32	10	42	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	1,47	0,18%	367,08	0,18%	
TC2.10	INV.TC2.10	QPAR.TC2	60	10	70	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	2,45	0,31%	611,80	0,31%	
TC2.11	INV.TC2.11	QPAR.TC2	77	10	87	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	3,04	0,38%	760,38	0,38%	
TC3.01	INV.TC3.01	QPAR.TC3	132	10	142	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	4,96	0,62%	1241,08	0,62%	
TC3.02	INV.TC3.02	QPAR.TC3	120	10	130	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	4,54	0,57%	1136,20	0,57%	
TC3.03	INV.TC3.03	QPAR.TC3	95	10	105	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	3,67	0,46%	917,70	0,46%	
TC3.04	INV.TC3.04	QPAR.TC3	80	10	90	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020	2,00	Ducts	1,050	184	78,34%	CB	250	160	YES	YES	YES	YES	27,063	92	0,01	YES	3,15	0,39%	786,60	0,39%	
TC3.05	INV.TC3.05	QPAR.TC3	55	10	65	1,00	200,0	3P	800	144,3	144,3	240	1	XLPE or EPR	1-CORE	AI	3F	D1	1-CORE3FD1AI	19	3x(1x240) mm²	253,0	20,0	Ground	1	6	20,0 cm	0,680	0,50 m	1,020																					

12. ALLEGATO – CALCOLI ELETTRICI AT

LINE	Total Dist. (m)	Power (kW)	Power factor	U (V)	I (A)	Section (mm2)	N° Cond	Cable					Design, Cable	Nominal Capacity (A)	Ca Tmp	Cd Deph	Cg Group	Ci Ther res	Iz (A)	Load Factor	ΔV (%)	ΔV cumul. (%)	ΔP (W)	ΔP cumul. (kW)
TC01-TC06	367	2.200	0,90	36.000	39,2	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	3x1cx95 mm2	255	1	0,96	0,802	0,76	149	26%	0,03%	0,15%	695,4457	6,53
TC06-CU	734	4.400	0,90	36.000	78,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	3x1cx95 mm2	255	1	0,96	0,715	0,76	133	59%	0,11%		5563,566	
TC02-TC03	141	2.200	0,90	36.000	39,2	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	3x1cx95 mm2	255	1	0,96	0,802	0,76	149	26%	0,01%	0,12%	267,1876	6,37
TC03-TC05	204	4.400	0,90	36.000	78,4	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	3x1cx95 mm2	255	1	0,96	0,802	0,76	149	53%	0,03%		1546,277	
TC05-CU	388	5.400	0,90	36.000	96,2	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	3x1cx95 mm2	255	1	0,96	0,715	0,76	133	72%	0,07%		4429,667	
TC04-CU	251	2.000	0,90	36.000	35,6	95	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	3x1cx95 mm2	255	1	0,96	0,715	0,76	133	27%	0,02%	0,02%	393,0841	0,39
CU- SE TERNA	6.635	11.800	0,90	36.000	210,3	300	1	XLPE or EPR	1-CORE	NON-ARM	Al	3F	3x1cx300 mm2	480	1	0,96	1	0,76	350	60%	0,93%	0,93%	113616,4	113,62
La potenza in uscita dagli inverter, potenzialmente di 11.800 kW, sarà opportunamente regolata in maniera tale da non superare mai il valore massimo consentito dalla STMG pari a 11.000 kW.																				MAX ΔV (%)	0,93%	ΔP Tot (W)	126,51	