

**SKI 02 S.r.l.**  
 Sede Legale:  
 Via Caradosso 9,  
 20123 Milano,  
 P. IVA 11478620963



CODE

**SCS.DES.R.ELE.ITA.P.0491.051.00**

PAGE

1 di/of 37

**TITLE:** Calcoli Preliminari Impianti

**AVAILABLE LANGUAGE:** IT

IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 12,667 MWp  
 UBICATO NEL COMUNE DI TARANTO LOCALITA' CONTRADA ABBADIA

# RELAZIONE SUI CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

File name: SCS.DES.R.ELE.ITA.P.0491.051.00

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	21/06/2022	EMISSIONE	SCS INGEGNERIA V. DECAROLIS	SCS INGEGNERIA S. MICCOLI	SCS INGEGNERIA A. SERGI

**SOGGETTO PROPONENTE / Proponent**

**SKI 02 S.r.l.**  
 Sede Legale:  
 Via Caradosso 9,  
 20123 Milano,  
 P. IVA 11478620963

**PROGETTISTA / Technical Advisor**



**IMPIANTO / Plant**

**TARANTO  
(0491)**

**CODE**

GROUP	FUNCION	TYPE	DISCIPLINE	COUNTRY	TEC	PLANT	PROGRESSIVE	REVISION
SCS	DES	R	E L E I T A	P	0	4 9 1	0 5 1	0 0

**CLASSIFICATION:**

**UTILIZATION SCOPE : PROGETTO DEFINITIVO**

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3	DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	6
3.1	Pannelli fotovoltaici .....	6
3.2	Generatore fotovoltaico.....	6
3.3	Inverter .....	7
3.4	Quadri di campo di parallelo (String Box) .....	19
3.5	Quadro MT .....	19
3.6	Trasformatore BT/MT.....	20
3.7	Trasformatore BT/BT e quadro Aux.....	23
4	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI.....	24
4.1	Determinazione della sezione in funzione della caduta di tensione .....	24
4.2	Determinazione della sezione in funzione dell'energia specifica passante .....	24
4.3	Dimensionamento del conduttore di neutro .....	25
4.4	Dimensionamento del conduttore di protezione .....	25
4.5	Dimensionamento dei cavi in BT.....	26
4.6	Dimensionamento dei cavi in MT .....	27
4.7	Calcoli di dimensionamento .....	28
5	SCELTA DELLE PROTEZIONI .....	31
5.1	Protezione da sovraccarico .....	31
5.2	Protezione da cortocircuito .....	32
6	IMPIANTO GENERALE DI TERRA.....	33
7	SISTEMA DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI .....	33
8	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA .....	35
9	IMPIANTO FIBRA OTTICA .....	36

### INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 1/5).....	9
Figura 2 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 2/5).....	10
Figura 3 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 3/5).....	11
Figura 4 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 4/5).....	12
Figura 5 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 5/5).....	13
Figura 6 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,249 MVA (parte 1/5).....	14
Figura 7 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,249 MVA (parte 2/5).....	15
Figura 8 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,249 MVA (parte 3/5).....	16
Figura 9 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,249 MVA (parte 4/5).....	17
Figura 10 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,249 MVA (parte 5/5).....	18
Figura 11 Caratteristiche tecniche quadro MT delle CU.....	20

### INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Caratteristiche della stringa.....	7
Tabella 2 Numero di string box facenti capo a ciascuna cabina di conversione.....	7
Tabella 3 Taglia degli inverter per ciascuna cabina di conversione.....	8
Tabella 4 Dati tecnici trasformatore BT/MT da 2000 kVA.....	22
Tabella 5 Dati tecnici trasformatore BT/MT da 1300 kVA.....	23
Tabella 6: Caratteristiche tecniche dei cavi di bassa tensione (String Box - Cabine di Trasformazione/Conversione).....	30
Tabella 7: Caratteristiche tecniche dei cavi di media tensione.....	30

## **1 PREMESSA**

La società "SKI 02 S.r.l." è una società italiana del gruppo STATKRAFT Italia S.R.L.. Il gruppo, con sede legale a Milano in via Caradosso 9, fa capo alla multinazionale STATKRAFT AS, società avente come base amministrativa e produttiva in Norvegia.

Il gruppo STATKRAFT è attivo nella realizzazione di importanti progetti in diversi settori, realizzando impianti fotovoltaici ad elevato valore aggiunto per famiglie, per aziende e grandi strutture, realizzando e connettendo alla rete impianti fotovoltaici per una potenza di diverse decine di MW.

Il gruppo STATKRAFT si pone l'obiettivo di investire ulteriormente nel settore delle energie rinnovabili in Italia e con particolare focus alle iniziative sul territorio della Regione Puglia coerentemente con gli indirizzi e gli obiettivi del Piano Energetico Regionale.

Per il conseguimento del proprio obiettivo predilige lo sviluppo di progetti miranti al raggiungimento della produzione di energia rinnovabile mediante impiego di tecnologie, materiali e metodologie in grado di salvaguardare e tutelare l'ambiente, avvalendosi anche di una fitta rete di collaborazioni con partner industriali e finanziari, nazionali ed internazionali.

Il presente progetto prevede la realizzazione, tramite la società di scopo SKI 02 S.r.l., di un impianto fotovoltaico avente potenza DC pari a 12,667 MWp e una potenza AC pari a 10,478 MW.

L'impianto è ubicato in agro del comune di Taranto, nell'omonima provincia, su un'area di circa 19,01 ha complessivi ed è suddiviso in due lotti, ciascuno con una potenza in DC pari a 6,333 MWp e una potenza in AC pari a 5,239 MW.

L'area di impianto è ubicata in contrada Abbadia SNC, a circa 14 chilometri in linea d'aria a nord-est rispetto al centro abitato di Taranto.

Nella presente relazione si riportano i calcoli preliminari dell'impianto fotovoltaico.

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

A seguire un elenco della normativa di riferimento:

- 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 64-8 Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI 11-20 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- 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 99-2 (CEI EN 61936-1): Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a
- Guida CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- IEC 60502-2 IIa Ed. 2005-03: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema, possono essere referenziate. In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani
- Leggi e regolamenti comunitari (EU)
- Documento in oggetto

- Specifiche di società (ove applicabili)
- Normative internazionali

### **3 DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

#### **3.1 PANNELLI FOTOVOLTAICI**

Il progetto prevede l'installazione di una tipologia di struttura portamoduli di tipo tracker. La tipologia di strutture a prevedersi permetterà l'alloggiamento di una o due stringhe per ognuna, stringhe formate nello specifico da 28 moduli bifacciali connessi in serie. Pertanto, verranno utilizzate le configurazioni 2X28 e 2X14, avendo così maggiore flessibilità nella fase di progettazione.

Di seguito si riportano le caratteristiche principali dei moduli usati, moduli bifacciali monocristallini, realizzati da Canadian Solar e appartenenti alla serie "BiHiKu7". In particolare, quelli utilizzati sono quelli da 650 Watt, identificati dalla sigla "**CS7N-650MB-AG**".

- Potenza di picco [Wp]: 650
- Corrente in corto circuito (Isc) [A]: 18,39
- Tensione a circuito aperto (Voc) [V]: 45,0
- Tensione al punto di max potenza (Vmp) [V]: 37,90
- Corrente al punto di max potenza (Imp) [A]: 17,16
- Coefficiente di temperatura modulo P [%/C]:-0,34;
- Coefficiente di temperatura Isc [%/C]: 0.05;
- Coefficiente di temperatura Voc [%/C] -0,26;
- Temperatura operativa da - 40°C a + 85 °C;
- Tensione massima di sistema [V]: 1.500 d.c.(IEC);
- Indice di tolleranza sui valori: 0/+ 3% ;
- Dimensioni modulo: 2384 x 1303 x 35 mm
- Superficie modulo 3,106 m<sup>2</sup>
- Peso (Kg): 37,9
- Copertura: vetro temprato da 2 mm.

Il layout dell'impianto e gli schemi delle strutture sono riportati negli elaborati grafici progettuali.

#### **3.2 GENERATORE FOTOVOLTAICO**

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in due lotti, ciascuno suddiviso in tre sottocampi identificabili con le diverse cabine di trasformazione/conversione (di seguito CU) presenti all'interno dell'area d'impianto. Inoltre, ogni lotto ha una propria cabina utente e di consegna.

Ogni CU ospita due inverter DC/AC, trasformatore di potenza MT/BT, un trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari d'impianto, i quadri elettrici BT ed MT ed i servizi ausiliari.

In ciascuna stringa i moduli sono collegati in serie. Essa avrà le seguenti caratteristiche:

Moduli per stringa	N°	28
Potenza nominale	Wp	18.200
Tensione nominale	V	1061,2
Tensione a circuito aperto	V	1260
Corrente nominale	A	17,2
Corrente di cortocircuito	A	18,39

**Tabella 1 Caratteristiche della stringa**

I terminali positivi e negativi di ciascuna stringa saranno collegati ad un quadro elettrico di campo (string box) per il parallelo lato corrente continua; ad ogni quadro di campo è previsto il collegamento di un numero di stringhe variabili (vedere lo schema unifilare).

Di seguito è riportata una tabella in cui è indicato il numero di string box facenti capo a ciascuna CU:

ID LOTTO	ID CU	n° string box
1	1.1	11
	1.2	11
	1.3	7
2	2.1	10
	2.2	10
	2.3	6

**Tabella 2 Numero di string box facenti capo a ciascuna cabina di conversione**

Il lato corrente alternata di ciascuno degli inverter di ogni cabina sarà collegato ad un interruttore nel quadro di parallelo BT, a sua volta collegato al trasformatore BT/MT al servizio del sottocampo.

L'uscita in media tensione sarà formata da una linea radiale che si attesterà su un quadro MT installato in un'altra CU o nella cabina d'utente (per dettagli si veda lo schema elettrico unifilare).

### **3.3 INVERTER**

Gli inverter a installarsi sono adatti per il collegamento a linee di distribuzione MT.

L'interfaccia di rete avanzata, certificata in conformità con i requisiti più avanzati, garantisce affidabilità e massima disponibilità, fornendo funzionalità di supporto alla rete come FRT, modulazione della potenza attiva, controllo della tensione. Le funzionalità interattive di utilità sono integrate, controllate da software, completamente configurabili in base al codice di griglia applicabile. Nell'impianto sono previste complessivamente 6 CU con due inverter ciascuno per la conversione in corrente alterna dell'energia elettrica prodotta dal generatore fotovoltaico in corrente continua. Gli inverter saranno del tipo senza trasformatore con uscita lato CA collegata ad un quadro di parallelo BT posto a monte (nel senso dell'energia erogata del generatore PV) dell'avvolgimento BT del trasformatore BT/MT. Nello schema unifilare si riportano le caratteristiche ed i collegamenti.

Gli inverter a installarsi nel parco fotovoltaico saranno di due diverse tipologie in termini di potenza AC. Gli inverter a installarsi nei cabinati di conversione saranno della taglia indicata nella tabella sottostante.

<b>ID LOTTO</b>	<b>ID CU</b>	<b>Mod. inverter SUNWAY</b>	<b>Potenza inverter [MVA]</b>
1	1.1	TG 1800 1500V TE 640	1,995
	1.2	TG 1800 1500V TE 640	1,995
	1.3	TG 1800 1500V TE 640	1,249
2	2.1	TG 1800 1500V TE 640	1,995
	2.2	TG 1800 1500V TE 640	1,995
	2.3	TG 1800 1500V TE 640	1,249

**Tabella 3 Taglia degli inverter per ciascuna cabina di conversione**

Di seguito viene riportato il datasheet di ciascun inverter (in ordine decrescente di potenza).

**SKI 02 S.r.l.**  
Sede Legale:  
Via Caradosso 9,  
20123 Milano,  
P. IVA 11478620963



CODE

**SCS.DES.R.ELE.ITA.P.0491.051.00**

PAGE

9 di/of 37

INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD nella configurazione da 1,995 MVA



SUNWAY TG STANDARD series

**SUNWAY TG1800 1500V TE - 640**  
**STD**  
Indoor Application



Sede legale: via della Concia, 7 - 40023 Castel Guelfo (Bo) | t +39 0542 489711 | f +39 0542 489722  
Pec: santerno.group@legalmail.it | info@santerno.com | www.santerno.com  
Cap. Soc. € 4.412.000 | C.F. – P.IVA: 03686440284 | R.E.A. BO 457978 | Cod. Ident IVA Intracom. IT03686440284  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Enertronica S.p.A. | www.enertronica.it

Figura 1 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 1/5)



Designed for utility scale applications, the **SUNWAY TG** inverters feature best-in-class technology and deliver the highest power density and reliability.

Thanks to its intrinsic flexibility, the **SUNWAY TG** product range allows optimal configuration of medium and large PV plants, at the lowest system costs and with maximum yield.

The **SUNWAY TG** inverters are designed and manufactured in Italy by the technicians and engineers of Elettronica Santerno S.p.A.

#### **BENEFITS**

- Very high conversion efficiency with a single power conversion stage, optimized for minimum losses
- Modular construction and cabinet industrialization for maximum reliability and easy access to all components for maintainability and ease of on-site servicing
- Grid Code integrated features (LVRT, Reactive Power Control, Frequency and Voltage control) in compliance with the most advanced European and worldwide standards
- Remote monitoring via Sunway Portal website and REMOTE SUNWAY™ software, both for single- and multi-inverter installations
- Integrated DC-side protection provided by disconnect switch with release coil
- Integrated miswiring protection on DC side
- Integrated AC-side protection with automatic-disconnection on load breaker
- Integrated active monitoring of DC isolation
- Integrated Modbus on RS485 and TCP-IP on Ethernet data connection
- Integrated inputs for environmental sensors
- Compatible with photovoltaic modules requiring one earthed pole (positive or negative pole)
- Made in Italy with first class materials

Figura 2 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 2/5)



Main features	
Model	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD
MPPT voltage range <sup>(1)</sup>	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range <sup>(1)(2)</sup>	910 - 1500 V
Number of independent MPPTs	1 (Master-Slave) or 2 (Independent)
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8 % / 99.7 %
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V ± 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range <sup>(3)</sup>	Circular Capability
Operating temperature range	-25 ÷ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP54
Maximum operating altitude <sup>(4)</sup>	4000 m

Input ratings (DC)	
Maximum short circuit PV input current	1500 A each MPPT (double MPPT configuration) or 3000 A (single MPPT configuration)
PV voltage Ripple	< 1%

Output ratings (AC)			
	25 °C	45 °C	50 °C
Rated output power	1995 kVA	1774 kVA	1663 kVA
Rated output current	1800 A	1600 A	1500 A
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		

Inverter efficiency	
Maximum / EU / CEC efficiency <sup>(1) (5)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %

Inverter dimensions and weight	
Dimensions (W x H x D)	3000 x 2100 x 800 mm
Weight	2700 kg

Auxiliary consumptions	
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W
Auxiliary consumptions	1800 W

**NOTES**

<sup>(1)</sup> @ rated V<sub>AC</sub> and cos φ =1.

<sup>(2)</sup> With power derating

<sup>(3)</sup> Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.

<sup>(4)</sup> Up to 1000 m without derating.

<sup>(5)</sup> Certified according to standard IEC 61683:1999

Figura 3 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 3/5)



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 5650 m <sup>3</sup> /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m <sup>(1)</sup>	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected <sup>(2)</sup>	14 / 14
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

**NOTES**

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) Fuses to be ordered separately.

**Description of Operation**

The **SUNWAY TG** are grid connected solar inverters, suitable for connection to LV or MV distribution lines, as well as HV grids.

Advanced grid interface, certified in compliance with the most advanced requirements, ensures reliability and maximum uptime, providing grid support features such as FRT, active power modulation, voltage control. Utility Interactive Features are embedded, software-controlled, completely configurable based on the applicable grid code.

Moreover, the Sunway TG inverters can be integrated in smart grid plants, installed together with off-grid inverters.

Best reliability is ensured by design. All electronics PCBs are coated for best protection against harsh environments. Redundant protection systems and auto-diagnostic functions are also implemented.

Auxiliary power and LVRT are self-supplied. Neither external power nor UPS is needed; however, an external source may be connected, if desired.

Figura 4 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 4/5)



### PV earthing

Optionally, the **SUNWAY TG** inverters can be provided with positive or negative earth connection of the PV field. PV earthing is recommended whenever modules sensitive to PID (potentially induced degradation) are used. Earthing configuration shall be defined upon ordering the equipment.

### Standard Supply

All inverters are supplied with user manuals, technical documents complying with the regulations in force, keys and lifting hooks, special pallets for easy and safe transport.

### Main Normative References

The **SUNWAY TG** inverters have been developed, designed and manufactured in accordance with up-to-date requirements of the Low Voltage directives, Electromagnetic Compatibility directives and Grid Connection standards (as per applicable parts).

Standards <sup>(1)</sup>	
Certification	CE, BDEW, CQC
Immunity	IEC 61000-6-4, IEC 61000-6-2
Harmonics	IEC 61000-3-12
Emissions	IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-1
Safety	IEC 62109-1, IEC 62109-2
Grid connection	CEI 0-16, A.70, BDEW, Arrêté du 23 Avril 2008, RD 1699/2011, RD 661/2007, CQC, IEEE 1547
Efficiency certification	IEC 61683:1999

#### NOTES

(1) Some standards apply to specific models only.

**Figura 5 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,995 MVA (parte 5/5)**

**SKI 02 S.r.l.**  
Sede Legale:  
Via Caradosso 9,  
20123 Milano,  
P. IVA 11478620963



CODE

**SCS.DES.R.ELE.ITA.P.0491.051.00**

PAGE

14 di/of 37

INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD nella configurazione da 1,249 MVA<sup>1</sup>



SUNWAY TG STANDARD series

## **SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD**

Indoor Application

(Custom Output Power 1500 kVA)



Sede legale: via della Concia, 7 - 40023 Castel Guelfo (Bo) | t +39 0542 489711 | f +39 0542 489722  
Pec: [santerno.group@legalmail.it](mailto:santerno.group@legalmail.it) | [info@santerno.com](mailto:info@santerno.com) | [www.santerno.com](http://www.santerno.com)  
Cap. Soc. € 4.412.000 | C.F. - P.IVA: 03686440284 | R.E.A. BO 457978 | Cod. Ident IVA Intracom. IT03686440284  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di Enertronica S.p.A. | [www.enertronica.it](http://www.enertronica.it)

**Figura 6 datasheet INVERTER SUNWAY TG 1800 1500V TE – 640 STD da 1,249 MVA (parte 1/5)**

<sup>1</sup> Il datasheet riportato è relativo all'inverter con potenza di 1,500 MVA: nel caso di specie tale inverter viene limitato ad erogare una potenza di 1,249 MVA.



Designed for utility scale applications, the **SUNWAY TG** inverters feature best-in-class technology and deliver the highest power density and reliability.  
Thanks to its intrinsic flexibility, the **SUNWAY TG** product range allows optimal configuration of medium and large PV plants, at the lowest system costs and with maximum yield.

The **SUNWAY TG** inverters are designed and manufactured in Italy by the technicians and engineers of Elettronica Santerno S.p.A.

#### **BENEFITS**

- Very high conversion efficiency with a single power conversion stage, optimized for minimum losses
- Modular construction and cabinet industrialization for maximum reliability and easy access to all components for maintainability and ease of on-site servicing
- Grid Code integrated features (LVRT, Reactive Power Control, Frequency and Voltage control) in compliance with the most advanced European and worldwide standards
- Remote monitoring via Sunway Portal website and REMOTE SUNWAY™ software, both for single- and multi-inverter installations
- Integrated DC-side protection provided by disconnect switch with release coil
- Integrated miswiring protection on DC side
- Integrated AC-side protection with automatic-disconnection on load breaker
- Integrated active monitoring of DC isolation
- Integrated Modbus on RS485 and TCP-IP on Ethernet data connection
- Integrated inputs for environmental sensors
- Compatible with photovoltaic modules requiring one earthed pole (positive or negative pole)
- Made in Italy with first class materials



Main features	
<b>Model Name</b>	<b>SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD</b>
Configuration	Custom Output Power 1500 kVA
MPPT voltage range <sup>(1)</sup>	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range <sup>(1)(2)</sup>	910 - 1500 V
Maximum open-circuit voltage	1500 V
Rated AC voltage	640 V ± 10 %
Rated output frequency	50 / 60 Hz (up to -3 / +2 Hz)
Power Factor range <sup>(3)</sup>	Circular Capability
Operating temperature range	-25 ÷ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP20
Maximum operating altitude <sup>(4)</sup>	4000 m
Base Unit Converter Model <sup>(5)</sup>	TG 900 1500V TE
Input ratings (DC)	
Maximum short circuit PV input current	2 x 1500A
PV voltage Ripple	< 1%
Output ratings (AC)	
Output power	1500 kVA up to 50°C ambient temperature <sup>(8)</sup>
Rated output current	1353 A <sup>(8)</sup>
Power threshold	1% of Rated output power
Total AC current distortion	≤ 3% <sup>(7)</sup>
MPPT and conversion efficiency	
Static / Dynamic MPPT efficiency	99.8% / 99.7%
Max / EU / CEC conversion efficiency <sup>(1) (6)</sup>	98.7 % / 98.4 % / - %
Inverter dimensions and weight	
Dimensions (W x H x D)	3000 x 2100 x 800 mm
Weight	2700 kg
Auxiliary consumptions	
Stop mode losses / Night losses	90 W / 90 W
Auxiliary consumptions	1800 W

**NOTES**

<sup>(1)</sup> @ rated  $V_{AC}$  and  $\cos \phi = 1$ .

<sup>(2)</sup> With power derating

<sup>(3)</sup> Default range: 1 - 0.85 lead/lag. Settings may be modified upon request.

<sup>(4)</sup> Up to 1000 m without derating.

<sup>(5)</sup> The inverter is a modular cabinet, composed by n.2 Independent converters model TG 900 1500V TE.

<sup>(6)</sup> Certified according to standard IEC 61683:1999

<sup>(7)</sup> At nominal power

<sup>(8)</sup> Custom Output Power option. AC Power limited to 1500 kVA



Additional information	
Protection against overvoltage (SPD)	DC Side: Yes - AC Side: Optional
Maximum value for relative humidity	95% non-condensing
Cooling system / Fresh air consumption	Forced air / 5650 m <sup>3</sup> /h
Thermal protection	Integrated, 5 sensors, both on cabinet and power stack
Environmental sensors	4 embedded inputs
Digital communications channels	2 x RS485 with Modbus + Ethernet with TCP/IP
Noise emission @ 1m / 10m <sup>(1)</sup>	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole / fuse protected <sup>(2)</sup>	14 / 14
DC inputs current monitoring	Optional
DC side disconnection device	DC disconnect switch
AC side disconnection device	AC circuit breaker
Ground fault monitoring, DC side	Yes
Ground fault monitoring, AC side	Optional
Grid fault monitoring	Yes
Display	Alphanumeric display/keypad
Power modulation	Digital, via RS485 or Ethernet
RAL	RAL 7035
PV plant monitoring	Optional, via Sunway Portal

**NOTES**

(1) Noise level measured in central and front position.

(2) DC Fuses not included. Number and current rating of DC fuses configurable.

**Description of Operation**

The **SUNWAY TG** are grid connected solar inverters, suitable for connection to LV or MV distribution lines, as well as HV grids.

Advanced grid interface, certified in compliance with the most advanced requirements, ensures reliability and maximum uptime, providing grid support features such as FRT, active power modulation, voltage control. Utility Interactive Features are embedded, software-controlled, completely configurable based on the applicable grid code.

Moreover, the Sunway TG inverters can be integrated in smart grid plants, installed together with off-grid inverters.

Best reliability is ensured by design. All electronics PCBs are coated for best protection against harsh environments. Redundant protection systems and auto-diagnostic functions are also implemented.



Auxiliary power and LVRT are self-supplied. Neither external power nor UPS is needed; however, an external source may be connected, if desired.

#### PV earthing

Optionally, the **SUNWAY TG** inverters can be provided with positive or negative earth connection of the PV field. PV earthing is recommended whenever modules sensitive to PID (potentially induced degradation) are used. Earthing configuration shall be defined upon ordering the equipment.

#### Standard Supply

All inverters are supplied with user manuals, technical documents complying with the regulations in force, keys and lifting hooks, special pallets for easy and safe transport.

#### Main Normative References

The **SUNWAY TG** inverters have been developed, designed and manufactured in accordance with up-to-date requirements of the Low Voltage directives, Electromagnetic Compatibility directives and Grid Connection standards (as per applicable parts).

Standards <sup>(1)</sup>	
Certification	CE, BDEW, CQC
Efficiency	IEC 61683:1999
Immunity	IEC 61000-6-4, IEC 61000-6-2
Harmonics	IEC 61000-3-12
Emissions	IEC 61000-6-3, IEC 61000-6-1
Safety	IEC 62109-1, IEC 62109-2
Grid connection	CEI 0-16, A.70, BDEW, Arrêté du 23 Avril 2008, RD 1699/2011, RD 661/2007, CQC, IEEE 1547

#### NOTES

(1) Some standards apply to specific models only.

Elettronica Santerno reserves the right to make any technical changes to this document without prior notice.

### 3.4 QUADRI DI CAMPO DI PARALLELO (STRING BOX)

Nell'impianto sono previsti complessivamente 55 quadri di campo, per consentire il parallelo delle stringhe. A ciascun quadro saranno collegate 10, 11, 12, 13 e 14 stringhe: in tabella sono riportate le potenze nominali.

Stringhe per quadro di campo	N°	10	11	12	13	14
Potenza nominale	kWp	182,00	200,20	218,40	236,60	254,8

### 3.5 QUADRO MT

Il Quadro di Media Tensione a semplice sistema di sbarre sarà esente da manutenzione, assemblato in fabbrica, testato con prove di tipo.

Di seguito vengono indicate le caratteristiche del quadro di media tensione della Santerno Power Units.

Rated Voltage	24	kV
Service Voltage	20 + o - 10%	kV
Rated Frequency	50 ±3 Hz	Hz
Rated current	630	A
Lightning impulse withstand voltage (between phases and towards the ground)	125	kV
Lightning impulse withstand voltage(across the isolating distance)	145	kV
Power frequency withstand voltage (between the phases)	50	kV
Power frequency withstand voltage (across the isolating distance)	60	kV
Rated short time withstand current I <sub>k</sub>	16	kA
Rated peak withstand current IP(making capacity )	2.5 I <sub>k</sub>	kA
Rated duration of short circuit t <sub>k</sub>	3	s
Terminals	Type C connectors	
Degree of protection on front face	IP33	

Degree of protection on electrical MV circuits	IP67	
Internal Arc withstand current AFLR	20 kA 1s	kA
Loss of Service Continuity class	LSC 2A	

**Figura 11 Caratteristiche tecniche quadro MT delle CU**

Il quadro è progettato, prodotto e testato in conformità agli standard IEC (International Electrical Code) e in particolare possono essere applicati i seguenti standard di riferimento.

- IEC 62271 – 100 - High voltage alternating current circuit breakers
- IEC 62271-102 - Alternating current disconnectors and earthing switches
- IEC 62271-103 - High voltage switches for rated voltage above 1kV and up to 52kV
- IEC 62271-105 - Alternating current switch - fuse combination
- IEC 62271-1 - Common specifications for high voltage switchgear and controlgear
- IEC 62271-200 - A.C. Metal enclosed switchgear and controlgear for rated voltage above 1kV and up to 52kV
- IEC 62271-201 - AC insulated enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-202 - Compact sub-station system
- IEC 60282-1 - Protection fuse
- IEC 60265-1 - Switch disconnectors • IEC 60376 - Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment
- IEC 60447 - Basic and safety principles for HMI, marking and identification -Actuating principles
- IEC 60470 - Contactors
- IEC 60044 - Instrument transformers
- IEC 60125 - Protection relays
- IEC 60529 Degrees of protection provided by enclosures (IP code)

### **3.6 TRASFORMATORE BT/MT**

L'uscita dell'inverter sarà collegata ad un trasformatore trifase BT/MT avente potenza in funzione del cabinato di trasformazione corrispondente (2000 kVA oppure 1249 kVA).

L'uscita MT di ogni trasformatore sarà collegata ad un quadro di media tensione composto da uno scomparto con un interruttore automatico MT con relativa protezione di massima corrente, come indicato nello schema unifilare.

L'uscita in media tensione di ciascuna CU sarà collegata, mediante una linea MT indipendente, ad una partenza nel quadro MT installato nella CU successiva oppure alla cabina utente di campo.

Di seguito vengono riportare le caratteristiche tecniche di ciascun tipo di trasformatore in ordine decrescente di potenza.

- Trasformatore da 2000 kVA (sottocampi n°. 1.1, 1.2, 2.1 e 2.2)

Rated Power	2000 (1000+1000)	kVA
Frequency	50	Hz
Phases	3	
Primary Voltage	20 +/- 10%	kV
Primary Tapping Voltage Range	(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	<= 1000 a.s.l.	m
Primary Connection	Delta	
Secondary Voltage	640 - 640	V
Secondary Connections	Wye - Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	24/50/125	kV
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	3.6/10/-	kV
Phase Displacement	Dy11y11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method	AN	
Climatic Classification	C2	
Environmental Classification	E2	
Fire Behaviour Classification	F1	
Insulating Material Classification pri/sec	F/F	
Operating Temperature min / max	-20 / +45	°C
Core Temperature Rise - pri/sec	95/95	°C
No-Load Loss (at rated voltage)	A0 - According to UE N.548/2014	W
Load Loss (at 120°C)	Ak - According to UE N.548/2014	W
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/ sec @ rated power	6	%
No-Load Current (at rated voltage)	0.6	%

Partial Discharge Level	≤10	pC
Windings Material	Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	<80	dB(A)
Weight (indicative)	5200 to be e confirmed	kg
Wheelbase (Lu x La)	1070 x 1070 to be confirmed	mm
Installation room dimensions (L x H x W)	3230 x 2640 x 2240	mm

**Tabella 4 Dati tecnici trasformatore BT/MT da 2000 kVA**

- Trasformatore da 1300 kVA (sottocampi n°. 1.3 e 2.3)

Rated Power	1300	kVA
Frequency	50	Hz
Phases	3	
Primary Voltage	20 +/- 10%	kV
Primary Tapping Voltage Range	(+2) (-2) x 2.5%	
Altitude	≤ 1000 a.s.l.	m
Primary Connection	Delta	
Secondary Voltage	640 - 640	V
Secondary Connections	Wye - Wye	
Withstand Voltages - primary: Um/FI/imp	25/50/125	kV
Withstand Voltages - secondary: Um/FI/imp	3.6/10/-	kV
Phase Displacement	Dy11y11	30 degree, primary leading secondary
Cooling Method	AN	
Climatic Classification	C2	
Environmental Classification	E2	
Fire Behaviour Classification	F1	
Insulating Material Classification pri/sec	F/F	
Operating Temperature min / max	-20 / +45	°C
Core Temperature Rise - pri/sec	95/95	°C
No-Load Loss (at rated voltage)	A0 - According to UE	W

	N.548/2014	
Load Loss (at 120°C)	Ak - According to UE N.548/2014	W
Short-Circuit Impedance (at 120°C) pri/ sec @ rated power	6	%
No-Load Current (at rated voltage)	0.6	%
Partial Discharge Level	≤10	pC
Windings Material	Al/Al	
Sound Pressure (at 1m distance)	<80	dB(A)
Weight (indicative)	5200	kg
Wheelbase (Lu x La)	1070 x 1070 to be confirmed	mm
Wheelbase (L x H x W)	3230 x 2640 x 2240	mm

Tabella 5 Dati tecnici trasformatore BT/MT da 1300 kVA

### 3.7 TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX

A monte di ogni trasformatore BT/MT (quindi lato BT), è prevista una linea per l'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina e dell'intero impianto che andrà a confluire in un quadro elettrico specifico.

L'alimentazione in BT dei servizi ausiliari sarà consentita tramite la presenza di un trasformatore BT/BT (640/400 Vac) di potenza nominale di 10 kVA (isolato in resina) e, in parallelo, in assenza di alimentazione dall'impianto, sarà comunque garantita da una linea temporanea di backup indipendente.

## 4 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

### 4.1 DETERMINAZIONE DELLA SEZIONE IN FUNZIONE DELLA CADUTA DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate mediante la formula approssimata:

$$c_{dt}(I_b) = k_{c_{dt}} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{c_{dt}} = 2$  per sistemi monofase;
- $k_{c_{dt}} = 1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70°C per i cavi con isolamento PVC, a 90°C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50 Hz, ferme restando le unità di misura in  $\Omega/\text{km}$ .

### 4.2 DETERMINAZIONE DELLA SEZIONE IN FUNZIONE DELL'ENERGIA SPECIFICA PASSANTE

Dalla sezione dei conduttori selezionati deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

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

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC:  $K = 115$
- Cavo in rame e isolato in gomma G:  $K = 135$
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:  $K = 143$
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:  $K = 74$
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:  $K = 92$

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- |  |         |
|--|---------|
| ▪ Cavo in rame e isolato in PVC:         | K = 143 |
| ▪ Cavo in rame e isolato in gomma G:     | K = 166 |
| ▪ Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7: | K = 176 |
| ▪ Cavo in rame nudo:                     | K = 228 |

### 4.3 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>, se il conduttore è in rame, e a 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

### 4.4 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE 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 mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente

formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- $S_p$  è la sezione del conduttore di protezione ( $\text{mm}^2$ );
- $I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- $t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- $K$  è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5  $\text{mm}^2$  rame o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4  $\text{mm}^2$  o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se non è prevista una protezione meccanica.

#### **4.5 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN BT**

Il presente sottoparagrafo si riferisce specificatamente al tratto di cavo tra la singola stringa e la string box e a quello tra la string box e la cabina di conversione a cui afferisce.

Il dimensionamento di tali tratte viene eseguito in base a due criteri: criterio della caduta di tensione e criterio termico.

Relativamente alla caduta di tensione la normativa non prevede specifici valori per gli impianti fotovoltaici; tuttavia in considerazione che le perdite hanno un elevato valore economico, derivante dall'incentivo del conto energia è opportuno limitare la caduta di tensione totale in CC a valori prossimi al 2% nella quasi totalità dei circuiti.

Il calcolo della caduta di tensione nei diversi tratti è eseguito applicando l'espressione:

$$\Delta V = \frac{2xIxLx\rho}{S}$$

dove:

- $I$  = l'intensità della corrente in A;
- $L$  = la lunghezza del cavo in m;
- $S$  = la sezione del cavo in  $\text{mm}^2$ ;

- $r$  = la resistività (rame  $0,01725 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$  ed alluminio  $0,028 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ ).

Relativamente al criterio termico per i singoli conduttori, si fa riferimento, come corrente di impiego  $I_b$ , alla corrente di cortocircuito (la massima che può percorrere il circuito) stilata in accordo alle prescrizioni della normativa vigente in materia e, a favore della sicurezza, ulteriormente maggiorata del 25%. Tale corrente, dovrà essere inferiore alla portata del conduttore scelto, calcolata con la seguente espressione:

$$I_Z^e = I_Z \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

Dove:

- $K_1$ : Fattore di correzione che tiene conto della temperatura dell'aria/terreno;
- $K_2$ : Fattore di correzione che tiene conto del mutuo distanziamento dei circuiti;
- $K_3$ : Fattore di correzione che tiene conto della profondità di posa del circuito (valido per installazioni caratterizzate da posa interrata);
- $K_4$ : Fattore di correzione che tiene conto della resistività termica del terreno (valido per installazioni caratterizzate da posa interrata);
- $I_Z$ : portata del cavo dai datasheet o dalle norme;
- $I_Z^e$ : portata del cavo equivalente, dopo l'applicazione dei suddetti coefficienti.

La protezione dal sovraccarico e dal corto circuito deve essere garantita sia per la tratta stringa-string box che per quella string box-inverter.

La tratta stringa-string box è protetta mediante i fusibili previsti per ciascuna stringa all'interno del quadro di campo; la loro corrente nominale risulta inferiore alla corrente di cortocircuito di una stringa e, pertanto, idoneo a garantire la protezione dei moduli che tollerano sempre una corrente inversa (quella che li interessa in caso di cortocircuito) superiore a 2 volte la corrente di cortocircuito del modulo (che è pari alla corrente di cortocircuito della stringa).

#### **4.6 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI IN MT**

I cavi in media tensione sono previsti:

- a) Tra le CU 1.3 e 1.2; tra le CU 2.3 e 2.2;
- b) Tra le CU 1.1, 1.2, 2.1 e 2.2 e le rispettive cabine utente;
- c) Tra le cabine utente e le cabine di consegna;
- d) Tra le cabine di consegna e la cabina di sezionamento;
- e) Tra la cabina di sezionamento e lo stallo MT della cabina primaria Taranto Nord.

Maggiori dettagli si possono trovare nello schema elettrico unifilare.

I cavi saranno posati direttamente nel terreno e saranno caratterizzati da un conduttore in alluminio con isolamento in XLPE con tensione di isolamento 12/20 kV.

#### 4.7 CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO

Si riportano di seguito due tabelle esemplificative relative alle caratteristiche tecniche dei cavi utilizzati per la distribuzione dell'energia prodotta dal generatore fotovoltaico oggetto della presente relazione di calcolo e in particolare riferite a:

- cavi di bassa tensione in alluminio per il collegamento tra String Box e le cabine di conversione/trasformazione di campo;
- cavi di media tensione in alluminio per la distribuzione della potenza AC dalle cabine di conversione/trasformazione di campo alla cabina utente MT interna al campo fotovoltaico.

Per quanto riguarda i cavi di stringa invece, necessari per il collegamento in parallelo a livello di ciascuna String Box delle stringhe di moduli fotovoltaici, è stata considerata una sezione di 6 mm<sup>2</sup>.

Tutti i cavi considerati ai fini della progettazione sono in linea con le specifiche tecniche della committenza in termini di caratteristiche tecniche richieste.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di bassa tensione, in particolare delle tratte che vanno dalle string box alle rispettive CU, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60364-5-52 applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono (metodo di installazione D2):

- K1: (Temperatura del terreno 25°C) = 0,96
- K2: (numero di 3 circuiti nello stesso scavo a distanza pari a 0.25 m) = 0,8
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1,00
- K4: (resistività termica del suolo 2 K\*m/W) = 1,12.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con le caratteristiche dei cavi (STR = stringa; S.B. = string box; CU = cabinato di trasformazione/conversione).

CIRCUITO BT		DETTAGLIO STRING BOX		CARATT. DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO							
A	DA	STRINGHE IN PARALLELO	POTENZA (Wp)	Vdc (V)	Ib (A)	CONFORMAZ.	L (m)	ΔV (%)			ΔP TOT (%)	MATERIALE	
								STR - S. B.	S. B. - CU	STR - CU		CONDUTTORE	ISOLANTE
CU.1.1	SB1.1.1	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	205	0,97%	0,55%	1,52%	1,49%	Al	XLPE

CIRCUITO BT		DETTAGLIO STRING BOX		CARATT. DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO							
A	DA	STRINGHE IN PARALLELO	POTENZA (Wp)	Vdc (V)	Ib (A)	CONFORMAZ.	L (m)	ΔV (%)	ΔV (%)	ΔV TOT (%)	ΔP TOT (%)	MATERIALE	
A	SB1.1.2	12	218400	1500,0	275,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	297	0,97%	0,74%	1,71%	1,65%	Al	XLPE
	SB1.1.3	11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	141	0,97%	0,32%	1,29%	1,26%	Al	XLPE
	SB1.1.4	12	218400	1500,0	275,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	99	0,97%	0,25%	1,22%	1,19%	Al	XLPE
	SB1.1.5	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	57	0,97%	0,17%	1,14%	1,13%	Al	XLPE
	SB1.1.6	11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	69	0,97%	0,16%	1,13%	1,11%	Al	XLPE
	SB1.1.7	10	182000	1500,0	229,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	163	0,97%	0,34%	1,31%	1,27%	Al	XLPE
	SB1.1.8	10	182000	1500,0	229,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	87	0,97%	0,18%	1,15%	1,13%	Al	XLPE
	SB1.1.9	11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	215	0,97%	0,49%	1,46%	1,41%	Al	XLPE
	SB1.1.10	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	257	0,97%	0,75%	1,72%	1,69%	Al	XLPE
	SB1.1.11	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	409	0,97%	1,19%	2,16%	2,11%	Al	XLPE
	CU.1.2	SB1.2.1	11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	379	0,97%	0,86%	1,84%	1,76%	Al
SB1.2.2		11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	343	0,97%	0,78%	1,75%	1,68%	Al	XLPE
SB1.2.3		11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	309	0,97%	0,70%	1,68%	1,61%	Al	XLPE
SB1.2.4		13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	247	0,97%	0,67%	1,64%	1,60%	Al	XLPE
SB1.2.5		13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	251	0,97%	0,68%	1,65%	1,61%	Al	XLPE
SB1.2.6		13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	199	0,97%	0,54%	1,51%	1,47%	Al	XLPE
SB1.2.7		14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	97	0,97%	0,28%	1,25%	1,24%	Al	XLPE
SB1.2.8		11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	61	0,97%	0,14%	1,11%	1,09%	Al	XLPE
SB1.2.9		11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	61	0,97%	0,14%	1,11%	1,09%	Al	XLPE
SB1.2.10		12	218400	1500,0	275,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	143	0,97%	0,36%	1,33%	1,30%	Al	XLPE
SB1.2.11		12	218400	1500,0	275,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	185	0,97%	0,46%	1,43%	1,39%	Al	XLPE
CU.1.3	SB1.3.1	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	49	0,97%	0,13%	1,10%	1,09%	Al	XLPE
	SB1.3.2	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	147	0,97%	0,40%	1,37%	1,34%	Al	XLPE
	SB1.3.3	12	218400	1500,0	275,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	163	0,97%	0,41%	1,38%	1,34%	Al	XLPE
	SB1.3.4	11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	259	0,97%	0,59%	1,56%	1,51%	Al	XLPE
	SB1.3.5	12	218400	1500,0	275,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	369	0,97%	0,92%	1,89%	1,82%	Al	XLPE
	SB1.3.6	11	200200	1500,0	252,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	413	0,97%	0,94%	1,91%	1,83%	Al	XLPE
	SB1.3.7	12	218400	1500,0	275,9	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	457	0,97%	1,14%	2,11%	2,02%	Al	XLPE
CU.2.1	SB2.1.1	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	283	0,97%	0,76%	1,73%	1,69%	Al	XLPE
	SB2.1.2	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	183	0,97%	0,49%	1,46%	1,43%	Al	XLPE
	SB2.1.3	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	221	0,97%	0,60%	1,57%	1,53%	Al	XLPE
	SB2.1.4	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	77	0,97%	0,21%	1,18%	1,16%	Al	XLPE
	SB2.1.5	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	233	0,97%	0,63%	1,60%	1,56%	Al	XLPE
	SB2.1.6	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	63	0,97%	0,17%	1,14%	1,13%	Al	XLPE
	SB2.1.7	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	67	0,97%	0,18%	1,15%	1,14%	Al	XLPE
	SB2.1.8	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	111	0,97%	0,30%	1,27%	1,25%	Al	XLPE
	SB2.1.9	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	153	0,97%	0,44%	1,42%	1,40%	Al	XLPE
	SB2.1.10	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	193	0,97%	0,56%	1,53%	1,51%	Al	XLPE
CU.2.2	SB2.2.1	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	95	0,97%	0,26%	1,23%	1,21%	Al	XLPE
	SB2.2.2	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	137	0,97%	0,37%	1,34%	1,32%	Al	XLPE
	SB2.2.3	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	179	0,97%	0,48%	1,45%	1,42%	Al	XLPE
	SB2.2.4	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	241	0,97%	0,65%	1,62%	1,58%	Al	XLPE
	SB2.2.5	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	269	0,97%	0,72%	1,70%	1,65%	Al	XLPE
	SB2.2.6	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	313	0,97%	0,84%	1,81%	1,77%	Al	XLPE

CIRCUITO BT		DETTAGLIO STRING BOX		CARATT. DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO							
A	DA	STRINGHE IN PARALLELO	POTENZA (Wp)	Vdc (V)	Ib (A)	CONFORMAZ.	L (m)	$\Delta V$ (%)	$\Delta V$ (%)	$\Delta V$ TOT (%)	$\Delta P$ TOT (%)	MATERIALE	
A	SB2.2.7	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	321	0,97%	0,86%	1,84%	1,79%	Al	XLPE
	SB2.2.8	13	236600	1500,0	298,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	365	0,97%	0,98%	1,95%	1,90%	Al	XLPE
	SB2.2.9	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	407	0,97%	1,18%	2,15%	2,11%	Al	XLPE
	SB2.2.10	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	453	0,97%	1,31%	2,29%	2,24%	Al	XLPE
CU.2.3	SB2.3.1	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	81	0,97%	0,23%	1,21%	1,19%	Al	XLPE
	SB2.3.2	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	169	0,97%	0,49%	1,46%	1,44%	Al	XLPE
	SB2.3.3	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	291	0,97%	0,84%	1,82%	1,78%	Al	XLPE
	SB2.3.4	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	473	0,97%	1,37%	2,34%	2,29%	Al	XLPE
	SB2.3.5	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	355	0,97%	1,03%	2,00%	1,96%	Al	XLPE
	SB2.3.6	14	254800	1500,0	321,8	2x(1x300 mm <sup>2</sup> )	497	0,97%	1,44%	2,41%	2,36%	Al	XLPE

**Tabella 6: Caratteristiche tecniche dei cavi di bassa tensione (String Box - Cabine di Trasformazione/Conversione)**

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di media tensione, la corrente nominale è stata calcolata secondo le tabelle IEC 60502-2 2005, applicando i fattori di correzione (K) che dipendono dalla temperatura e dalle specifiche condizioni di installazione.

Per il progetto in esame i fattori di correzione utilizzati sono (metodo di installazione B.5.2.a):

- K1: (Temperatura del terreno 30°C) = 0,93
- K2:
  - (numero di 2 circuiti installati nello stesso scavo a distanza 0,2 m) = 0,86
  - (numero di 4 circuiti installati nello stesso scavo a distanza 0,2 m) = 0,72
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1
- K4: (resistività termica del suolo 2 K\*m/W) = 0,88

Di seguito si riporta una tabella che riassume le caratteristiche essenziali dei cavi MT che collegano tra loro le CU e le CU alle cabine utente (C.U.).

ID	CIRCUITO MT		DETTAGLIO CIRCUITO		CARATT. DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO						
LINEA	DA	A	3ph/1ph	P (kVA)	V (kV)	Ib (A)	CONFORMAZIONE	L (m)	$\Delta V$ (%)	$\Delta P$ (%)	MATERIALE		U <sub>0</sub> /U(Um) (kV)
											CONDUTTORE	ISOLANTE	
Linea 1	CU.1.3	CU.1.2	3 $\phi$	1249	20	36,1	(3x120 mm <sup>2</sup> )	123	0,09	0,01	AL	XLPE	12/20
	CU.1.2	C.U.1	3 $\phi$	3244	20	93,6	(3x120 mm <sup>2</sup> )	916	0,08	0,26	AL	XLPE	12/20
	CU.1.1	C.U.1	3 $\phi$	1995	20	57,6	(3x120 mm <sup>2</sup> )	417	0,05	0,07	AL	XLPE	12/20
Linea 2	CU.2.3	CU.2.2	3 $\phi$	1249	20	36,1	(3x120 mm <sup>2</sup> )	157	0,09	0,02	AL	XLPE	12/20
	CU.2.2	C.U.2	3 $\phi$	3244	20	93,6	(3x120 mm <sup>2</sup> )	807	0,08	0,23	AL	XLPE	12/20
	CU.2.1	C.U.2	3 $\phi$	1995	20	57,6	(3x120 mm <sup>2</sup> )	703	0,05	0,12	AL	XLPE	12/20

**Tabella 7: Caratteristiche tecniche dei cavi di media tensione**

Tenuto conto che la massima corrente MT può essere assunta pari alla corrente nominale del trasformatore, le sezioni scelte indicate nello schema unifilare sono pari a 120 mm<sup>2</sup>, sovradimensionata rispetto ai parametri di funzionamento previsti.

Inoltre tale scelta è determinata dalla tenuta del cavo alle possibili correnti di cortocircuito che potrebbero instaurarsi a livello dei quadri di media tensione prima dell'apertura del circuito da parte delle protezioni in caso di guasto. Queste correnti sono state considerate elevate in questa fase progettuale non di dettaglio.

In merito alle cadute di tensione, sulle diverse linee MT interne al parco, come si evince dalla tabella precedente, esse sono molto contenute.

## 5 SCELTA DELLE PROTEZIONI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori dalle sovracorrenti.

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare, le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km\ max}$ ;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ( $I_{mag\ max}$ ).

### 5.1 PROTEZIONE DA SOVRACCARICO

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

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

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi.

Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide in funzione delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- IEC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

La sezione viene scelta in modo che la portata del cavo selezionato sia superiore alla  $I_z$  min. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento  $I_f$  e corrente nominale  $I_n$  minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. 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.

## **5.2 PROTEZIONE DA CORTOCIRCUITO**

Secondo la norma 64-8 par.434.3, "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
  - $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$  (quest'ultima riportata nella norma come Ia);
  - $I_{ccmax} \leq I_{inters \ max}$  (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
  - $I_{ccmin} \geq I_{inters \ min}$ .
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
  - $I_{ccmax} \leq I_{inters \ max}$ .

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

## 6 IMPIANTO GENERALE DI TERRA

L'impianto di terra da realizzare deve soddisfare le disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare, si ricorda che l'impianto di terra è costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra, attraverso una bassa impedenza.

## 7 SISTEMA DI PROTEZIONE DALLE SOVRATENSIONI

Sarà realizzato un sistema di protezione dalle sovratensioni costituito da:

- limitatori di sovratensione per linee dati delle unità centrali;
- limitatori di sovratensione per protezione delle centrali di apparati sensibili come : centrale telefonica, rivelazione incendio, etc.;

- limitatori di sovratensione per protezione di linee di segnale;
- limitatori di sovratensione per protezioni delle linee dati.

Si dovranno fornire e posare in opera protezioni per le linee Ethernet, e tutte le linee dati e per tutte le unità centrali di centri informatici (supervisione, eccetera).

Dovranno essere utilizzate apparecchiature del seguente tipo:

- protezione compatte delle linee dati e sistemi di trasmissione:
  - Tipo 1 reti ethernet:
  - tensione segnale 6 Volt;
  - Corrente nominale di scarica isn (8/20) 8 kA;
  - trasmissione 10 Mbits;
  - Capacità trasversale Cq minore di 30 pF;
  - Perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB;
  - Tempo di innesco minore di 1 ns;
  - tensione massima segnale 15 V;
  - Tipo 1 linee dati:
  - tensione segnale 6 Volt;
  - Corrente nominale di scarica isn(8/20) 8 kA;
  - trasmissione 10 Mbits;
  - Capacità trasversale Cq minore di 50 pF;
  - Perdita di trasmissione a 2 Mhz minore di 0.6 dB;
  - Tempo di innesco minore di 1 ns;
  - tensione massima segnale 15 V.
- Protezioni dirette le linee di trasmissione e di ricezione direttamente nel cavo saranno inoltre protetti con Connettori tipo UHF tipo:
  - potenza di trasmissione 400 W;
  - Corrente nominale di scarica isn(8/20) 5 kA;
  - Frequenza di trasmissione 2,5 Ghz;
  - Perdita di trasmissione fino a 2,5 GHz minore di 0,8 dB;
  - Tempo di innesco minore di 100 ns.
  - Impedenza 75 Ω;
- Protezioni di tutti gli ingressi/uscite delle unità centrali contro le sovratensioni nelle linee dati tipo:
  - Tensione segnale Us +/-12 V;
  - Tensione massima segnale Usmax +/-15 V;
  - Corrente nominale 100 mA;

- Corrente nominale di scarica isn(8/20) 5 kA;
- Corrente massima di prova isg 10 kA;
- Frequenza di trasmissione 2,5 Ghz;
- Rete di trasmissione 100 kBits;
- Limitazione tensione a 1kV/micros 20 V;
- Tempo di innesco minore di 1 ns;
- Impedenza 75 ohm.

L'opera comprende l'integrazione al sistema equipotenziale e dovrà essere coordinato in sede di scelta delle apparecchiature e delle reti effettivamente montate dall'Appaltatore.

Il sistema nel suo complesso dovrà essere rispondente alla CEI 81-4 e dovrà garantire la protezione dalle scariche atmosferiche e dalle sovratensioni.

Dovrà essere assicurata la protezione contro le sovratensioni che si inducono direttamente nelle linee BUS per accoppiamento elettromagnetico con la corrente di fulmine in edifici.

Dovranno essere evitati:

- parallelismi tra BUS e parti metalliche appartenenti a sistemi di protezione contro i fulmini;
- formazioni di spire costituite da linee BUS, linee elettriche e altre parti metalliche.
- Collegamento a terra degli schermi: quando il sistema prevede l'uso di cavi schermati, lo schermo va collegato a terra in un solo punto per evitare che possa convogliare le correnti di guasto e quindi diventare una sorgente di disturbo o, peggio, subire danni per effetto Joule.

## **8 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA**

L'impianto di illuminazione sarà alimentato derivandolo dal quadro BT ubicato in ognuna delle cabine di trasformazione dell'impianto. Saranno previste luci intorno al perimetro dell'impianto e verranno illuminate le aree di accesso all'impianto, le sale all'interno delle cabine ed i loro perimetri esterni. Ogni cabinato dovrà essere dotato di un impianto di illuminazione interna ed esterna alimentata dal circuito dedicato. I corpi illuminati dovranno essere di tipo LED e avere la massima efficienza e la minima manutenzione. I raccordi dovranno essere adatti alla classificazione dell'area in cui verranno installati. Nel dimensionamento dell'impianto di illuminazione sarà tenuto conto della diminuzione del flusso luminoso della lampada dovuto a polvere, sporcizia, cambiamenti dei materiali delle superfici riflettenti. Inoltre dovrà essere posta particolare attenzione alla progettazione per evitare gli effetti stroboscopici e di abbagliamento.

La posizione delle apparecchiature di illuminazione deve consentire la facile sostituzione della lampada nonché la loro pulizia. Inoltre non dovrà essere installata nelle vicinanze dirette di apparecchiature che hanno parti in movimento. I circuiti di illuminazione saranno a 230 V

<b>SKI 02 S.r.l.</b> Sede Legale: Via Caradosso 9, 20123 Milano, P. IVA 11478620963		CODE <b>SCS.DES.R.ELE.ITA.P.0491.051.00</b>
		PAGE 36 di/of 37

monofase (fase-neutro). L'Illuminazione esterna sarà gestita da interruttori automatici comandati da sensori di presenza/crepuscolare con possibilità di by-pass manuale.

L'impianto sarà dotato di un sistema di videosorveglianza TVCC del perimetro e dell'area d'impianto, con registrazione video digitale, speed dome e rilevatore di movimento video.

Il sistema TVCC sarà conforme alla norma EN 62676. Il servizio di videosorveglianza sarà tale da attivare una registrazione video in caso di evento di sicurezza innescato e ciascuna telecamera sarà in grado di trasmettere la registrazione video di quanto accaduto prima, durante e dopo l'evento ai fini dell'elaborazione.

Le telecamere TVCC a installarsi saranno del tipo:

- PTZ (Pan Tilt Zoom);
- Cupola;
- Bullet.

Con tecnologia:

- IP;
- Infrarossi;
- Giorno e notte;
- Rilevazione del movimento;
- Termografia.

L'altezza della telecamera sarà di circa 2,5 m per una visualizzazione ottimale delle immagini e un facile cablaggio. Verrà inoltre installato un sistema di videoregistrazione per sistemi di videosorveglianza e sistemi di monitoraggio video in IP. Sarà quindi in grado di registrare tramite una scheda di rete Ethernet e punti di accesso analogici, consentendo l'accesso a un numero illimitato di utenti (utilizzando password crittografate) e operando simultaneamente in diretta, registrazione, visualizzazione remota, backup e con accesso HSDPA / UMTS, ecc. Se richiesto, il sistema di videoregistratore sarà integrato con una trasmissione UMTS dispositivo per inviare allarmi e avvisi tramite sms, mms ed e-mail con allegati.

## 9 IMPIANTO FIBRA OTTICA

L'insieme di sistemi TLC dovranno essere integrati sinergicamente affinché venga garantita l'interoperabilità dei differenti protocolli di comunicazione.

I dati elaborati dalle singole RTU dovranno essere inviati su rete LAN TCP/IP in fibra ottica ad anello che metterà in comunicazione tutti i singoli RTU e il sistema SCADA. Dallo SCADA i dati verranno inviati su rete Ethernet e connessa alla rete intranet della committenza e alla rete Internet.

Il sistema di telecomunicazioni che sarà implementato si baserà quindi su un'infrastruttura di telecomunicazioni su fibra ottica e rame.

I seguenti servizi di telecomunicazione dovranno essere forniti di:

- Servizi di interfacciamento ai collegamenti verso i carrier elettrici secondo le modalità definite;
- Servizi di Local Area Network (LAN), di routing e di firewalling per la predisposizione delle reti di processo, di supervisione e corporate secondo il paradigma architetturale IEC 62443 e l'integrazione alle reti esistenti di sito.

I cavi in fibra ottica utilizzati per realizzare i collegamenti remoti dovranno avere un numero di coppie di fibre ottiche pari al numero di coppie necessarie al collegamento degli apparati previsti, incrementato di 6 coppie ma comunque non inferiori a 24, in modo da fornire un'adeguata riserva.

I cavi dovranno essere rispondenti alla normativa CEI EN 60794-3 e dovranno essere equipaggiati con fibre ottiche di tipo monomodale rispondenti alla normativa ITU3T G.652.

I cavi dovranno essere idonei per posa in esterno entro tubi, con guaina interna in polietilene del tipo a bassa densità e guaina esterna in polietilene ad alta densità, protezione antiroditore costituita da armatura metallica in nastri d'acciaio impermeabili.

I cavi dovranno avere la guaina esterna del tipo LSZH termoplastica allo scopo di rispettare le norme specifiche che ne rendono possibile il loro utilizzo anche in ambienti interni. I cavi dovranno essere in grado di resistere alle sollecitazioni di posa mediante tecnologie che usano normale attrezzatura, argano a motore, aria e/o acqua se l'infrastruttura ne possiede le caratteristiche per questo tipo di posa, ed in ogni caso dovranno avere le caratteristiche idonee alla tecnica di posa prevista dall'appaltatore. Ogni cavo sarà contraddistinto da una sigla di identificazione prevista dalle vigenti norme CEI3UNEL 36011 e dovrà essere univocamente riconoscibile

IL PROGETTISTA