

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

1 di/of 46

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO "FV CERIGNOLA"
DELLA POTENZA NOMINALE 50,534 MWp
E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE**

COMPLESSIVE ANCHE DEGLI ADEGUAMENTI ALLA RETE TERNA

di seguito sinteticamente elencati:

- collegamento RTN in cavo a 150 kV tra la SE "Valle" e la SE RTN a 380/150 KV, denominata "Deliceto";
- collegamento RTN a 150 kV tra la SE "Valle" e il futuro ampliamento della SE RTN a 380/150 kV, denominata "Melfi"

**Calcoli preliminari
delle strutture e degli impianti**



SCS Ingegneria S.R.L.
Via F.do Ayroldi, 10
72017 – Ostuni (BR)
Tel/Fax 0831.336390
www.scsingegneria.it

IL DIRETTORE TECNICO:
ING. FEDERICA SPECCHIA



		DATA:		
Scopo Documento: PROGETTO DEFINITIVO				
REV. N.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	APPROVATO
00	02/10/2020	EMISSIONE DEL DOC.	M.G.CAMARDA	F.SPECCHIA

PROGETTO/Project	SCS CODE																		
	COMPANY	FUNCTION	TYPE	DISCIPLINE			COUNTRY	TEC.	PLANT			PROGRESSIVE	REVISION						
FV CERIGNOLA 1308	SCS	DES	C	G	E	N	I	T	A	P	1	3	0	8	0	0	8	0	0

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO	4
3	CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE	7
3.1	LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	7
3.2	CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO	7
3.3	STRUTTURE PORTAMODULI	9
3.4	FONDAZIONI DEI CABINATI	11
4	CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI.....	12
5	NORME DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO	12
6	DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	13
7	GENERATORE FOTOVOLTAICO	14
7.1	QUADRI DI CAMPO DI PARALLELO (STRING BOX)	15
7.2	INVERTER	15
7.3	QUADRO MT	26
7.4	TRASFORMATORE MT/BT.....	27
7.5	TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX	28
8	DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI.....	29
8.1	DIMENSIONAMENTO DEI CAVI.....	29
8.2	INTEGRALE DI JOULE	30
8.3	DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI NEUTRO.....	31
8.4	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	31
8.5	caDUTA DI TENSIONE.....	32
8.6	SCELTA DELLE PROTEZIONI	33
8.7	VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE.....	34
8.8	CALCOLI ELETTRICI.....	35
9	IMPIANTO GENERALE DI TERRA.....	44
10	SISTEMA DI PROTEZIONE DALLA SOVRATENSIONE	45

1 INTRODUZIONE

Scopo della presente relazione tecnica è presentare un calcolo preliminare delle strutture e degli impianti elettrici relativo all'impianto fotovoltaico di produzione di energia da fonte solare, di potenza complessiva pari a 50,534 MWp, denominato in seguito "FV CERIGNOLA".

Tale impianto sarà collegato in antenna a 150 kV su un futuro stallo 150 kV della Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 150 kV della RTN denominata "Valle" di proprietà della società Terna S.p.A.

L'impianto sarà suddiviso in 16 sottocampi, ad ognuno di essi sarà associato una cabina di trasformazione MT/BT (Cabina di campo/Conversion Unit), con potenza nominale da 2994 kVA. La distribuzione MT interna sarà esercita ad una tensione di 30 kV e sarà costituita da 5 linee MT, con distribuzione radiale, in partenza dalla cabina generale MT verso i rispettivi sottocampi. La cabina generale MT sarà realizzata in prossimità del perimetro d'impianto ove è previsto l'arrivo della linea MT a 30 kV di connessione proveniente dalla Stazione d'utenza 150/30kV.

E' bene sottolineare che tale documento farà riferimento ai calcoli preliminari del solo impianto fotovoltaico ad esclusione delle opere di connessione di cui si rimanda allo specifico elaborato di progetto.

Dopo una breve descrizione del sito, si illustra il progetto, evidenziando i suoi elementi distintivi: si discute della configurazione del layout adottato e delle strutture portamoduli scelte (strutture tracker), insieme alle specificità dei moduli selezionati, delle cabine di campo, della cabina generale MT oltre ai a cavi e trincee elettriche, etc.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

4 di/of 46

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

L'area proposta per la costruzione del parco è di circa 93,6 ettari e si trova, in linea d'aria, a circa 10 km dal centro abitato di Cerignola (FG).

- Latitudine: 41° 11' 23.02" N;
- Longitudine: 15° 51' 43.55" E.



Figura 1: Localizzazione dell'area di impianto nel contesto nazionale

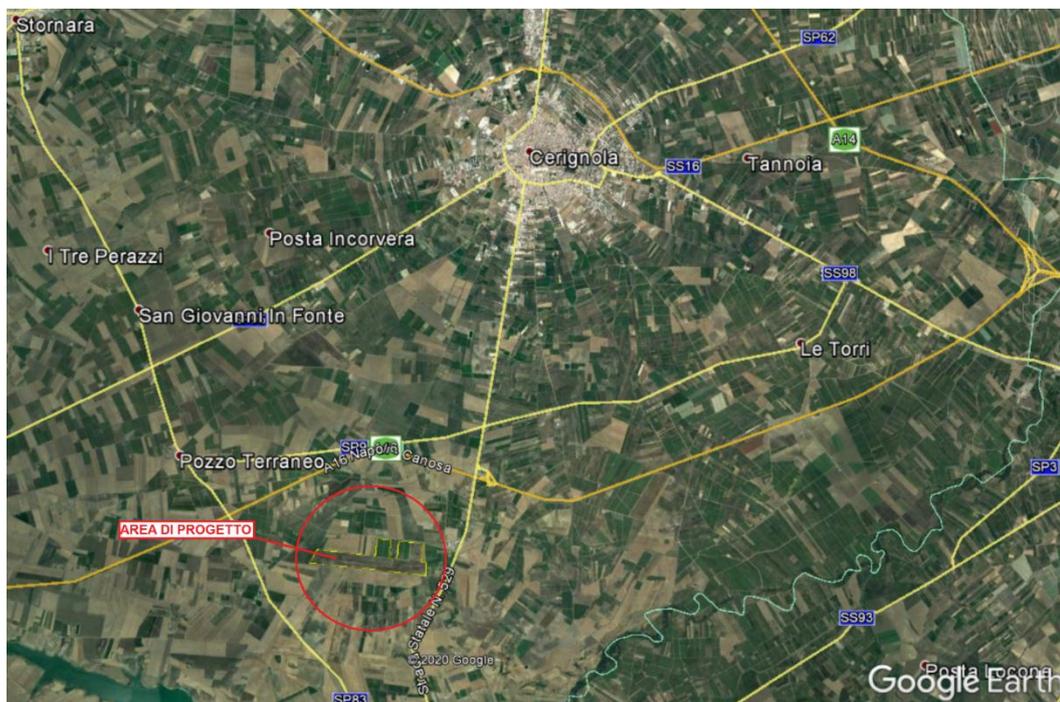


Figura 2: Localizzazione del sito di progetto rispetto al comune di Cerignola

FV Cerignola

Localizzazione dell'impianto	Località: Cafora Città: Cerignola (FG) Regione: Puglia Stato: Italia
Coordinate GPS UTM84	572295.76 m E; 4560177.19 m N
Altitudine	180 m s.l.m. ca.
Città più vicina	Cerignola – 10 km
Aeroporto più vicino	Aeroporto di Foggia Gino Lisa – aeroporto civile - 37 km in linea d'aria
Distanza dal mare	Circa 30 km

Tabella1: Scheda riepilogativa impianto

L'impianto oggetto di studio viene proposto dalla Società Limes 23 s.r.l. e l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico è individuata al Catasto al foglio 401 del Comune di Cerignola, p.lle 2, 3, 5, 8, 23, ed al foglio 402 del Comune di Cerignola, p.lle 2 e 17.

Fg.	p.lle	Qualità/classe	Sup. [ha]
401	2	ORTO/U	51,2234
401	3	VIGNETO/1	20,5025
401	5	VIGNETO IRR/U	13,5536
401	8	VIGNETO/2	1,3561
401	23	SEMINATIVO/3	0,2000
402	2	SEMIN IRRIG/U	7,0162
402	17	SEMINATIVO/3	11,4680

Tabella 2 - Riferimenti catastali p.lle interessate globalmente o parzialmente dall'area di impianto

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

6 di/of 46



Figura 3 Stralcio dell'area d'impianto su Mappa catastale: foglio 401 del Comune di Cerignola, p.lle 2, 3, 5, 8, 23, ed al foglio 402 del Comune di Cerignola, p.lle 2 e 17



Figura 4: Individuazione area d'impianto su Google Earth – data acquisizione immagini Google 7/7/2019

3 CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE

Con riferimento alle fondazioni dei tracker, tali strutture verranno ancorate al terreno a mezzo di viti di fondazione, che sosterranno la struttura. Saranno connesse alla base della struttura per mezzo di un'unione flangiata, predisponendo delle piastre in testa al palo e alla base della struttura.

Si rappresentano a seguire il calcolo della azioni del vento e della neve, secondo un determinato schema di carico, e si stabilisce la velocità del vento derivante da tale calcolo.

3.1 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: CERIGNOLA

Provincia: FOGGIA

Regione: PUGLIA

Coordinate GPS:

Latitudine : 41,26400 N

Longitudine: 15,89800 E

Altitudine s.l.m.: 120,0 m

3.2 CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

NEVE:

Zona Neve = II

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_{tr} = 1$ per $T_r = 50$ anni

C_e (coeff. di esposizione al vento) = 0,90

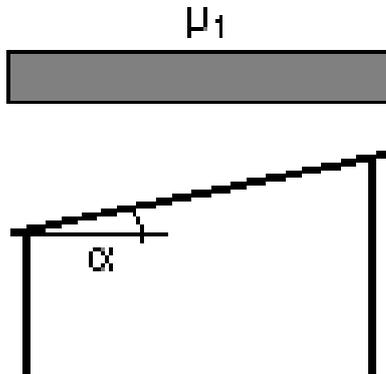
Valore caratteristico del carico al suolo = $q_{sk} C_e C_{tr} = 90$ daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 60,0^\circ$

$\mu_1 = 0,00 \Rightarrow Q_1 = 0$ daN/mq

Schema di carico:

**VENTO:**

Zona vento = 3

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 27$ m/s (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 500$ m (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 120$ m

Velocità di riferimento, $V_b = 27,00$ m/s ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_r = 1$ per $T_r = 50$ anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 27,00$ m/s

Classe di rugosità del terreno: C

[Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D]

Esposizione: Cat. III - Entroterra fino a 30 km dal mare

($K_r = 0,20$; $Z_o = 0,10$ m; $Z_{min} = 5$ m)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 46$ daN/mq

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,71$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 4,17$ m

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 78$ daN/mq

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

9 di/of 46

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:

Zona: III

T min = -8.84° [NTC 3.5.5]

T max = 41.96° [NTC 3.5.6]

3.3 STRUTTURE PORTAMODULI

Le strutture presentate, sono di tipo inseguitore monoassiale. Questi elementi sono prefabbricati, realizzati in officina e solo assemblati in sito. Il fornitore della Soltec ha provveduto a fornire il certificato sottoriportato, da cui si evince il processo di produzione e, in particolare, la velocità del vento per cui le strutture sono progettate.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

10 di/of 46

AENOR

Certificado de Conformidad

A98/000035

AENOR certifica que

SOLTEC ENERGIAS RENOVABLES

con domicilio social en Pol. Ind. La Serreta. C/ Gabriel Campillo, s/n 30500 Molina De Segura (Murcia - España)

suministra el producto Seguidor Solar para Sistemas Fotovoltaicos

conforme con UNE-EN 62817:2016 (IEC 62817:2014)

Referencia	SF7 Single Axis Tracker
Marca Comercial	SOLTEC Energías Renovables
Tipo de Seguidor	SEGUIDOR CENTRALIZADO A UN EJE HORIZONTAL / CENTRALIZED HORIZONTAL SINGLE AXIS TRACKER
Elemento de Control	SF7
Informe de Ensayos	30.3233.0-03 Fundación (CENER-CIEMAT)
Superficie nominal de carga útil	174,83 m ²
Máxima superficie de la carga	176,84 m ²
Máximo peso soportado	2.538 kg
Máxima velocidad del viento en operación	22,2 m/s
Máxima velocidad del viento en reposo	52,7 m/s
Tipo de accionamiento del sistema	Combinado Electro-Mecánico / Combined electro-mechanical
Tensión Nominal	hasta 1.500 V DC
Rango de movimiento	±60°
Precisión de seguimiento - viento suave	1±1°(viento medio de 2,3 m/s durante el ensayo) / (average wind speed of 2,3 m/s during test)
Precisión de seguimiento - viento fuerte	1±1°(viento medio de 5,2 m/s durante el ensayo) / (average wind speed of 2,3 m/s during test)
Consumo de energía diario	34.1 ± 0.9 Wh
Centro(s) de producción	CL GABRIEL CAMPILLO, S/N PI LA SERRETA 30500 MOLINA DE SEGURA (Murcia - España)
Esquema de certificación	Este certificado de conformidad es el resultado de ensayar muestras del producto indicado de acuerdo con las estipulaciones de la norma especificada, según se establece en el Reglamento Particular RP A98.04. Este certificado no está sometido a seguimiento.
Fecha de primera emisión	2019-07-08



Rafael GARCÍA MEIRO
Director General

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

Figura 5: Certificato di conformità delle strutture potamoduli, risultato di prove eseguite secondo la specifica normativa

In particolare, il vento base per l'area di progetto è pari a 27 m/s. La struttura opera con il sistema ad inseguimento solare fino ad una velocità di 22,2 m/s, dopo di che si setta su una posizione di protezione (Stop position), nella quale resiste a velocità del vento pari a 52,7 m/s.

In ogni caso, si sottolinea che prima della costruzione è cura del fornitore delle strutture

tracker emettere il certificato di conformità della strutture porta-moduli stesse, idonee all'area di progetto.

3.4 FONDAZIONI DEI CABINATI

I cabinati, così come le fondazioni degli stessi, sono di tipo prefabbricato. Questi elementi sono perciò realizzati in officina e solo assemblati in sito, dove si provvede a preparare il piano di posa con uno strato di magrone.

Il fornitore provvede a fornire delle schede del prodotto, i cui dettagli sono riportati negli elaborati progettuali di riferimento, e dalle quali si evinceranno le caratteristiche principali del prodotto. Si elencano i principali strettamente correlati:

- *SCS.DES.R.CIV.ITA.P.1308.014.00 - Relazione Tecnica del progetto definitivo*
- *SCS.DES.D.CIV.ITA.P.1308.043.00 - Dettagli strutture di supporto*
- *SCS.DES.D.CIV.ITA.P.1308.044.00 - Particolari costruttivi recinzione*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.1308.045.00 - Cabine di Campo*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.1308.046.00 - Cabina Generale MT - ausiliari*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.1308.047.00 - Cabina Uffici*
- *SCS.DES.D.ELE.ITA.P.1308.048.00 - Cabina Magazzino*

Come si può visualizzare dagli elaborati grafici allegati, le strutture di fondazione dei cabinati con trasformatore sono sempre di tipo superficiale e, in particolare, sono fornite sottoforma di vasca prefabbricata, su cui si innesterà la cabina.

4 CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

Tale capitolo si riferisce ai calcoli preliminari del solo impianto fotovoltaico ed esclusione delle opere di connessione di cui si rimanda allo specifico elaborato di progetto. Il calcolo elettrico sviluppato tiene conto della massima potenza AC erogabile dall'impianto pari a circa **47,904 MVA**. Tale valore coincide con la somma delle potenze AC erogabili da ogni singola cabina di campo.

Le suddette cabine di campo, pari a 16 "Conversion Unit", saranno posizionate all'interno dell'area di impianto oltre alla cabina generare MT, cabina magazzino e cabina ufficio.

5 NORME DI RIFERIMENTO PROGETTO ELETTRICO

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.

SOGGETTO PROPONENTE: LIMES 23 S.R.L. Via Alessandro Manzoni, 41 20121 – MILANO (MI)		CODICE SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00 PAGINA 13 di/of 46
--	---	--

- 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

6 DESCRIZIONE E SCHEMA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli fotovoltaici di potenza 400 Wp raggruppati in stringhe da 28 moduli ciascuna come indicato nello schema elettrico unifilare.

L'impianto fotovoltaico sarà suddiviso in sedici sottocampi facenti capo alle sedici Cabine di campo (Conversion Unit), ognuna delle quali ospita due inverter centralizzati, un trasformatore BT/MT, i quadri elettrici BT ed MT ed i servizi ausiliari.

In ciascuna stringa i moduli sono collegati in serie, con i terminali positivi e negativi di ognuna di esse collegati ad un quadro elettrico di campo per il parallelo lato corrente continua; ad ogni quadro di campo è previsto il collegamento di n° stringhe variabili (vedere lo schema unifilare).

I terminali positivo e negativo in uscita da ciascun quadro di campo sono collegati direttamente all'ingresso in corrente continua dell'inverter stesso; a tutti agli inverter centralizzati saranno collegati 16 quadri di campo. 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 nella cabina generale MT.

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

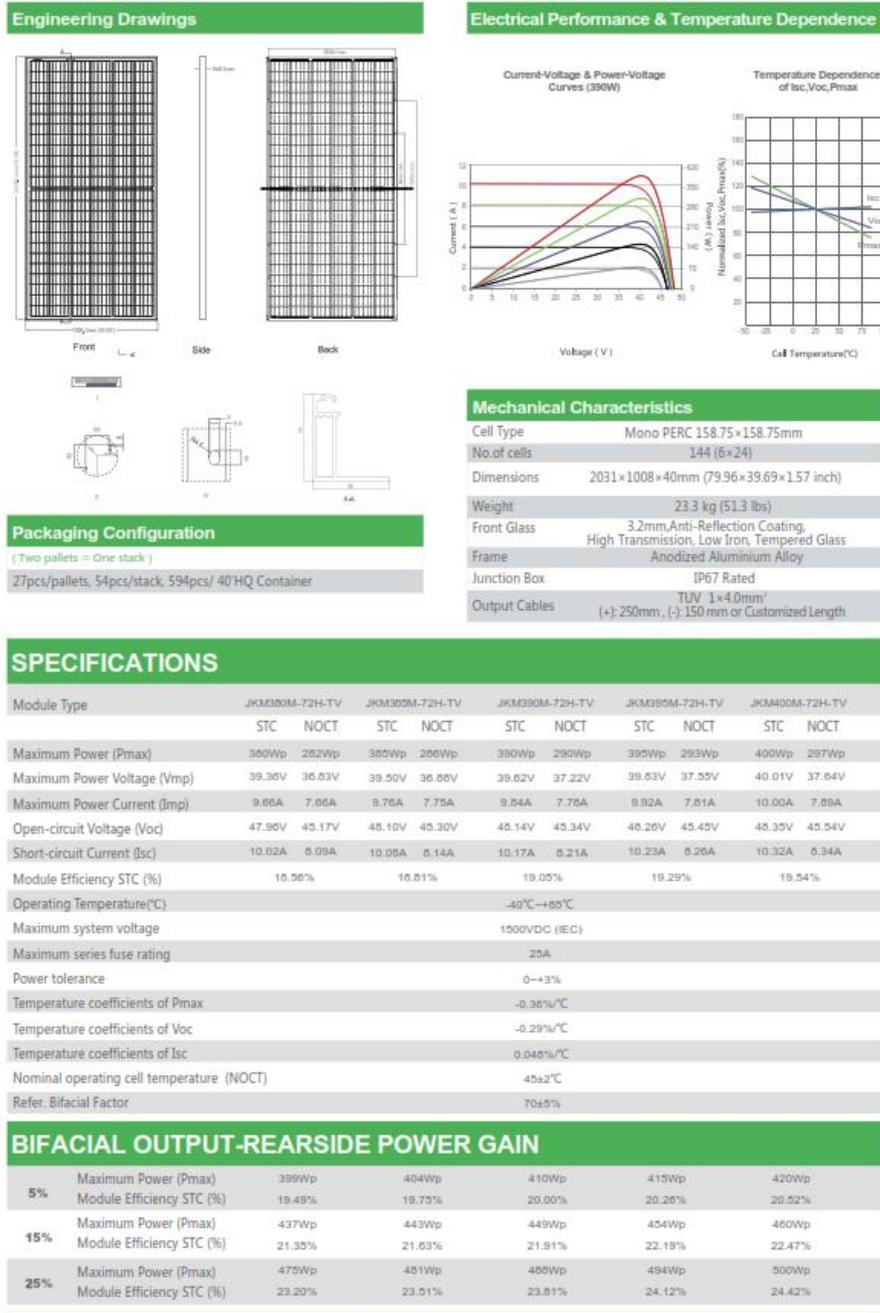
SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

14 di/of 46

7 GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà composto da moduli fotovoltaici in silicio monocristallino aventi potenza **400 Wp**.



* STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5
 NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s
 * Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby. JKM380-400M-72H-TV-F40-A1.1-EN

Figura 6: Datasheet modulo

I moduli sono collegati a gruppi di 28 in serie che formano una stringa le cui caratteristiche risultanti sono riportati in tabella:

Moduli per stringa	N°	28
Potenza nominale	Wp	11.200
Tensione nominale	V	1122,8
Tensione a circuito aperto	V	1353,8
Corrente nominale	A	10,00
Corrente di cortocircuito	A	10,32

7.1 QUADRI DI CAMPO DI PARALLELO (STRING BOX)

Nell'impianto sono previsti complessivamente 256 quadri di campo, per consentire il parallelo delle stringhe; a ciascun quadro saranno collegate da 15 a 18 stringhe dal parallelo delle quali risultano le grandezze indicate in tabella:

Stringhe per quadro di campo	N°	15	18
Potenza nominale	kWp	168,00	201,60

7.2 INVERTER

L'inverter a installarsi è adatto per il collegamento a linee di distribuzione BT o MT, nonché a reti HV.

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 previsti complessivamente 32 inverter centralizzati per la conversione in corrente alterna dell'energia elettrica prodotta dal campo in corrente continua. Gli inverter saranno del tipo senza trasformatore con uscita lato CA collegata ad un quadro di parallelo BT posto a monte 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.

In particolare ogni cabina di campo ospiterà due inverter centralizzati rispettivamente di potenza AC(@25°C) par a 1996 kVA e 998 kVA.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

16 di/of 46



SUNWAY TG STANDARD series

SUNWAY TG900 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 7: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

17 di/of 46



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 8: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

18 di/of 46



Main features			
Model	SUNWAY TG900 1500V TE - 640 STD		
MPPT voltage range ⁽¹⁾	940 - 1200 V		
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	910 - 1500 V		
Number of independent MPPTs	1		
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 ⁽³⁾	Circular Capability		
Operating temperature range	-25 ÷ 62 °C		
Application / Degree of protection	Indoor / IP54		
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	4000 m		
Input ratings (DC)			
Maximum short circuit PV input current	1500		
PV voltage Ripple	< 1%		
Output ratings (AC)			
	25 °C	45 °C	50 °C
Rated output power	998 kVA	887 kVA	832 kVA
Rated output current	900 A	800 A	750 A
Power threshold	1% of Rated output power		
Total AC current distortion	≤ 3%		
Inverter efficiency			
Maximum / EU / CEC efficiency ^{(1) (5)}	98.7 % / 98.4 % / - %		
Inverter dimensions and weight			
Dimensions (W x H x D)	1800 x 2100 x 800 mm		
Weight	1745 kg		
Auxiliary consumptions			
Stop mode losses / Night losses	45 W / 45 W		
Auxiliary consumptions	1250 W		

NOTES

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

⁽²⁾ With power derating

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

⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.

⁽⁵⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999

Figura 9: Datasheet inverter

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

19 di/of 46



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 / 3100 m ³ /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 ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected ⁽²⁾	7 / 7
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 10: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

20 di/of 46



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 ⁽¹⁾	
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 11: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

21 di/of 46



SUNWAY TG STANDARD series

SUNWAY TG1800 1500V TE - 640

STD

Indoor Application



Sede legale: via della Concia, 7 - 40025 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 12: Datasheet inverter



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 13: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

23 di/of 46



Main features	
Model	SUNWAY TG1800 1500V TE - 640 STD
MPPT voltage range ⁽¹⁾	940 - 1200 V
Extended MPPT voltage range ⁽¹⁾⁽²⁾	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 ⁽³⁾	Circular Capability
Operating temperature range	-25 ÷ 62 °C
Application / Degree of protection	Indoor / IP54
Maximum operating altitude ⁽⁴⁾	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 ^{(1) (5)}	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

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

⁽²⁾ With power derating

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

⁽⁴⁾ Up to 1000 m without derating.

⁽⁵⁾ Certified according to standard IEC 61683:1999

Figura 14: Datasheet inverter

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

24 di/of 46



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 ³ /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 ⁽¹⁾	78 / 58 dBA
Connection phases	3Ø3W
Max DC inputs per pole/ fuse protected ⁽²⁾	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 15: Datasheet inverter

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

25 di/of 46



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 ⁽¹⁾	
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 16: Datasheet inverter

7.3 QUADRO MT

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

Data	Unit	Value
Rated Voltage	kV	36
Service Voltage	kV	33
Rated Frequency	Hz	50 / 60 Hz
Rated current	A	630
Lightning impulse withstand voltage (between phases and towards the ground)	kV	170
Lightning impulse withstand voltage(across the isolating distance)	kV	195
Power frequency withstand voltage (between the phases)	kV	70
Power frequency withstand voltage (across the isolating distance)	kV	80
Rated short time withstand current I_k	kA	20
Rated peak withstand current I_P (making capacity)	kA	2.5 I_k
Rated duration of short circuit t_k	s	1
Terminals		Type C connectors
Degree of protection on front face		IP2x
Degree of protection on electrical MV circuits		IP65
Internal Arc withstand current AFLR	kA	Up to 25kA 1s
Making & breaking on fuse-switch	kA	20
Loss of Service Continuity class		LSC 2A

Figura 17: Caratteristiche QMT

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)

7.4 TRASFORMATORE MT/BT

L'uscita del quadro di parallelo in corrente alternata sarà collegata ad un trasformatore trifase MT/BT avente potenza in funzione del cabinato corrispondente.

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 ciascun trasformatore sarà collegata, mediante una linea MT indipendente, ad una partenza nel quadro MT installato nella cabina utente.

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

28 di/of 46

Data	um	Value
Rated Power	kVA	3000
Frequency	Hz	50
Phases		3
Primary Voltage	kV	30
Primary Tapping Voltage Range		5 positions ±2 x 2.5%
Altitude	m	≤1000 a.s.l.
Primary Connection		Delta
Secondary Voltage	V	XXX ⁽¹⁾
Secondary Connections		Wye
Withstand Voltages Um/FI/imp - primary	kV	36/70/170
Withstand Voltages Um/FI/imp - secondary	kV	1.1 /3/-
Phase Displacement		Dy11
Insulating Material Classification pri/sec		B/F
Cooling Method		AN
Operating Temperature min / max	°C	-20/+40
Core Temperature Rise	°C	95/95
No-Load Loss (at rated voltage)	W	4370
Load Loss (at 75°C)	W	21810
Load Loss at 75°C max tap changer		Conform to IEC-60076
Short-Circuit Impedance (at 75°C) pri/sec (Base Pn 2500 kVA)	%	6
Windings Material		Al/Al
Partial Discharge Level	pC	≤ 10
Climatic and Fire Behaviour as per CE-EN-60076-11		F1-C2-E2
Sound Pressure (at 0,3m distance)	dB(A)	≤ 72
Weight (indicative)	kg	7400
Dimensions (L x H x W) (indicative)	mm	2350 x 2800 x 1200
LV terminals		Aluminum

(1) Inverter AC voltage (typically between 600 – 690 Vac)

Figura 18: Caratteristiche trasformatore MT/BT

7.5 TRASFORMATORE BT/BT E QUADRO AUX

A monte di ogni trasformatore MT/BT (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 20/30 kVA (isolato in resina) e, in parallelo, in assenza di alimentazione dall'impianto, sarà comunque garantita da una linea temporanea di backup indipendente.

8 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Sulla base dei componenti sopra indicati, si riportano i calcoli di dimensionamento atti a verificare se tutti i componenti del generatore fotovoltaico sono correttamente accoppiati; inoltre, vengono definite le sezioni dei conduttori da impiegare in modo da verificare le portate degli stessi conduttori e la caduta di tensione.

8.1 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

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

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:

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

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

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.

8.2 INTEGRALE DI JOULE

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

8.3 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 mm²;
- 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 mm², se il conduttore è in rame, e a 25 mm² 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 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

8.4 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

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

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione 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 (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 condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

8.5 CADUTA DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate mediante la formula approssimata:

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

con:

- $k_{cdt} = 2$ per sistemi monofase;

- $k_{cdt} = 1.73$ 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 Ω/km .

8.6 SCELTA DELLE PROTEZIONI

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 ($I_{mag\ max}$).

8.7 VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

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) mediante i punti di intersezione tra le curve dell' I^2t lasciato passare dall'interruttore automatico e quella dell' I^2t sopportabile dal cavo. Pertanto:

- a) Protezione da cortocircuito assicurata da interruttori automatici. Si hanno due intersezioni per le quali:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{ccmin} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) Protezione da cortocircuito assicurata da fusibili. Si ha un'unica intersezione per cui:
 - $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a).
- c) Protezione da cortocircuito e sovraccarico assicurata da unico dispositivo di protezione. In questo caso, la verifica della corrente di cortocircuito minima non è necessaria per via della tipologia di intersezione delle curve di riferimento dell' I^2t del dispositivo di protezione e del cavo che si ottiene.

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.

8.8 CALCOLI ELETTRICI

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 ai cavi di bassa tensione in alluminio di collegamento Strings Box - Inverter e ai cavi di media tensione in alluminio per la distribuzione della potenza AC dalle sedici cabinati di campo. Per quanto riguarda i cavi di stringa invece, necessari per il collegamento in parallelo a livello di ciascuno String box delle stringhe di moduli fotovoltaici, è stata considerata una sezione di 6 mm².

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 dagli string box alle rispettive cabine di conversione, 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 30°C) = 0,93
- K2: (numero di circuiti nello stesso scavo a distanza pari a 0.25 m - 0,5 m) =
0,7 / 0,8
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1,00
- K4: (resistività termica del suolo 2 K*m/W) = 1,12

Come si evince dai valori riportati precedentemente in merito al coefficiente di riduzione della portata per i circuiti posati all'interno di uno stesso scavo, nel calcolo sono state considerati due differenti interdistanze di posa tali da garantire il corretto dimensionamento dei circuiti DC. Nella fase di progettazione esecutiva, si potrà valutare la possibilità di installare alcuni quadri di parallelo stringhe aggiuntivi in maniera tale da

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

36 di/of 46

uniformare l'interdistanza tra i circuiti all'interno dello stesso scavo.

CIRCUITO BT		DETTAGLIO STRING BOX		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO							
ORIGINE	DESTINAZ.	STRINGHE IN PARALLELO	POTENZA TRASPORTATA (Wp)	Vdc (V)	Ib (A)	CONFORMAZ.	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)			ΔP TOT (%)	MATERIALE	
								STRINGA - STRING BOX	STRING BOX - INVERTER	STRINGA - INVERTER		CONDUTTORE	ISOLANTE
C.U.1	SB1.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm ²)	303	0,80%	0,48%	1,29%	1,16%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	279	0,80%	0,54%	1,34%	1,22%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	256	0,80%	0,49%	1,29%	1,18%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	207	0,80%	0,40%	1,20%	1,09%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	157	0,80%	0,30%	1,11%	1,01%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	134	0,80%	0,26%	1,06%	0,97%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	108	0,80%	0,21%	1,01%	0,93%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	85	0,80%	0,16%	0,97%	0,88%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	63	0,80%	0,12%	0,93%	0,85%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	70	0,80%	0,13%	0,94%	0,86%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	95	0,80%	0,18%	0,99%	0,90%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	122	0,80%	0,23%	1,04%	0,95%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	144	0,80%	0,28%	1,08%	0,99%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	168	0,80%	0,32%	1,13%	1,03%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	194	0,80%	0,37%	1,18%	1,07%	AI	XLPE
C.U.1	SB1.1.16	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm ²)	217	0,80%	0,35%	1,15%	1,04%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm ²)	221	0,80%	0,35%	1,16%	1,05%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	198	0,80%	0,38%	1,18%	1,08%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	172	0,80%	0,33%	1,13%	1,04%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	149	0,80%	0,28%	1,09%	1,00%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	125	0,80%	0,24%	1,04%	0,95%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	100	0,80%	0,19%	1,00%	0,91%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	76	0,80%	0,15%	0,95%	0,87%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	52	0,80%	0,10%	0,91%	0,83%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	61	0,80%	0,12%	0,92%	0,84%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	87	0,80%	0,17%	0,97%	0,89%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	110	0,80%	0,21%	1,02%	0,93%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	134	0,80%	0,26%	1,06%	0,97%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	159	0,80%	0,31%	1,11%	1,01%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	183	0,80%	0,35%	1,16%	1,05%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	209	0,80%	0,40%	1,20%	1,10%	AI	XLPE
C.U.2	SB2.1.16	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm ²)	232	0,80%	0,37%	1,18%	1,06%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm ²)	217	0,80%	0,35%	1,15%	1,04%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	194	0,80%	0,37%	1,18%	1,07%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	170	0,80%	0,33%	1,13%	1,03%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	144	0,80%	0,28%	1,08%	0,99%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm ²)	121	0,80%	0,23%	1,04%	0,95%	AI	XLPE

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

37 di/of 46

C.U.3	SB3.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	95	0,80%	0,18%	0,99%	0,90%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	72	0,80%	0,14%	0,94%	0,86%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	48	0,80%	0,09%	0,90%	0,82%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	72	0,80%	0,14%	0,94%	0,86%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	121	0,80%	0,23%	1,04%	0,95%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	144	0,80%	0,28%	1,08%	0,99%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	168	0,80%	0,32%	1,13%	1,03%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	194	0,80%	0,37%	1,18%	1,07%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	217	0,80%	0,42%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	243	0,80%	0,47%	1,27%	1,16%	AI	XLPE
C.U.3	SB3.1.16	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	266	0,80%	0,43%	1,23%	1,11%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	241	0,80%	0,38%	1,19%	1,07%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	192	0,80%	0,37%	1,17%	1,07%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	168	0,80%	0,32%	1,13%	1,03%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	142	0,80%	0,27%	1,08%	0,98%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	119	0,80%	0,23%	1,03%	0,94%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	93	0,80%	0,18%	0,98%	0,90%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	112	0,80%	0,22%	1,02%	0,93%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	127	0,80%	0,24%	1,05%	0,96%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	76	0,80%	0,15%	0,95%	0,87%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	102	0,80%	0,19%	1,00%	0,91%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	125	0,80%	0,24%	1,04%	0,95%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	149	0,80%	0,28%	1,09%	1,00%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	174	0,80%	0,33%	1,14%	1,04%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	198	0,80%	0,38%	1,18%	1,08%	AI	XLPE
C.U.4	SB4.1.16	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	224	0,80%	0,36%	1,16%	1,05%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	207	0,80%	0,33%	1,13%	1,03%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	181	0,80%	0,35%	1,15%	1,05%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	157	0,80%	0,30%	1,11%	1,01%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	132	0,80%	0,25%	1,06%	0,97%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	108	0,80%	0,21%	1,01%	0,93%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	82	0,80%	0,16%	0,96%	0,88%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	102	0,80%	0,19%	1,00%	0,91%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	119	0,80%	0,23%	1,03%	0,94%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	67	0,80%	0,13%	0,93%	0,86%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	93	0,80%	0,18%	0,98%	0,90%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	117	0,80%	0,22%	1,03%	0,94%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	140	0,80%	0,27%	1,07%	0,98%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	166	0,80%	0,32%	1,12%	1,02%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	189	0,80%	0,36%	1,17%	1,07%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.5	SB5.1.16	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	236	0,80%	0,38%	1,18%	1,07%	AI	XLPE

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

38 di/of 46

C.U.6	SB6.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	288	0,80%	0,46%	1,26%	1,14%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	262	0,80%	0,50%	1,31%	1,19%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	236	0,80%	0,45%	1,26%	1,15%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	189	0,80%	0,36%	1,17%	1,07%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	166	0,80%	0,32%	1,12%	1,02%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	117	0,80%	0,22%	1,03%	0,94%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	91	0,80%	0,17%	0,98%	0,90%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	82	0,80%	0,16%	0,96%	0,88%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	93	0,80%	0,18%	0,98%	0,90%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	117	0,80%	0,22%	1,03%	0,94%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	140	0,80%	0,27%	1,07%	0,98%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	166	0,80%	0,32%	1,12%	1,02%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	189	0,80%	0,36%	1,17%	1,07%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.6	SB6.1.16	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	239	0,80%	0,38%	1,19%	1,07%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	260	0,80%	0,42%	1,22%	1,10%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	236	0,80%	0,45%	1,26%	1,15%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	187	0,80%	0,36%	1,16%	1,06%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	164	0,80%	0,31%	1,12%	1,02%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	140	0,80%	0,27%	1,07%	0,98%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	114	0,80%	0,22%	1,02%	0,94%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	85	0,80%	0,16%	0,97%	0,88%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	76	0,80%	0,15%	0,95%	0,87%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	117	0,80%	0,22%	1,03%	0,94%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	140	0,80%	0,27%	1,07%	0,98%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	166	0,80%	0,32%	1,12%	1,02%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	239	0,80%	0,46%	1,26%	1,15%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	264	0,80%	0,51%	1,31%	1,19%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	311	0,80%	0,60%	1,40%	1,28%	AI	XLPE
C.U.7	SB7.1.16	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	337	0,80%	0,54%	1,34%	1,21%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	209	0,80%	0,33%	1,14%	1,03%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	183	0,80%	0,35%	1,16%	1,05%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	134	0,80%	0,26%	1,06%	0,97%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	110	0,80%	0,21%	1,02%	0,93%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	85	0,80%	0,16%	0,97%	0,88%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	89	0,80%	0,17%	0,97%	0,89%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	121	0,80%	0,23%	1,04%	0,95%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	147	0,80%	0,28%	1,09%	0,99%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	170	0,80%	0,33%	1,13%	1,03%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	194	0,80%	0,37%	1,18%	1,07%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	219	0,80%	0,42%	1,22%	1,12%	AI	XLPE

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

39 di/of 46

C.U.8	SB8.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	269	0,80%	0,51%	1,32%	1,20%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	292	0,80%	0,56%	1,36%	1,24%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	318	0,80%	0,61%	1,41%	1,29%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.15	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	341	0,80%	0,55%	1,35%	1,21%	AI	XLPE
C.U.8	SB8.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	365	0,80%	0,70%	1,50%	1,37%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	288	0,80%	0,46%	1,26%	1,14%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	264	0,80%	0,51%	1,31%	1,19%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	189	0,80%	0,36%	1,17%	1,07%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	166	0,80%	0,32%	1,12%	1,02%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	142	0,80%	0,27%	1,08%	0,98%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	93	0,80%	0,18%	0,98%	0,90%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	85	0,80%	0,16%	0,97%	0,88%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	93	0,80%	0,18%	0,98%	0,90%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	119	0,80%	0,23%	1,03%	0,94%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	142	0,80%	0,27%	1,08%	0,86%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	192	0,80%	0,37%	1,17%	1,07%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	239	0,80%	0,46%	1,26%	1,15%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.15	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	264	0,80%	0,42%	1,23%	1,11%	AI	XLPE
C.U.9	SB9.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	288	0,80%	0,55%	1,36%	1,23%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	532	0,80%	0,85%	1,65%	1,48%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.2	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	510	0,80%	0,81%	1,62%	1,45%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	341	0,80%	0,65%	1,46%	1,33%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	339	0,80%	0,65%	1,45%	1,32%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	414	0,80%	0,79%	1,60%	1,45%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	350	0,80%	0,67%	1,48%	1,34%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	281	0,80%	0,54%	1,34%	1,22%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	307	0,80%	0,59%	1,39%	1,27%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	181	0,80%	0,35%	1,15%	1,05%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	279	0,80%	0,54%	1,34%	1,22%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	303	0,80%	0,58%	1,38%	1,26%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	352	0,80%	0,67%	1,48%	1,35%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	401	0,80%	0,77%	1,57%	1,43%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	448	0,80%	0,86%	1,66%	1,51%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	474	0,80%	0,91%	1,71%	1,56%	AI	XLPE
C.U.10	SB10.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	523	0,80%	1,00%	1,81%	1,64%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.1	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	198	0,80%	0,38%	1,18%	1,08%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	125	0,80%	0,24%	1,04%	0,95%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	50	0,80%	0,10%	0,90%	0,83%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	78	0,80%	0,15%	0,95%	0,87%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	151	0,80%	0,29%	1,09%	1,00%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	224	0,80%	0,43%	1,23%	1,12%	AI	XLPE

SOGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

40 di/of 46

C.U.11	SB11.1.7	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	322	0,80%	0,51%	1,32%	1,19%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.8	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	273	0,80%	0,44%	1,24%	1,12%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	226	0,80%	0,43%	1,24%	1,13%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	177	0,80%	0,34%	1,14%	1,04%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	127	0,80%	0,24%	1,05%	0,96%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	50	0,80%	0,10%	0,90%	0,83%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	55	0,80%	0,10%	0,91%	0,83%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	108	0,80%	0,21%	1,01%	0,93%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	155	0,80%	0,30%	1,10%	1,01%	AI	XLPE
C.U.11	SB11.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	204	0,80%	0,39%	1,20%	1,09%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.1	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	602	0,80%	1,15%	1,96%	1,78%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	579	0,80%	1,11%	1,91%	1,74%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	555	0,80%	1,06%	1,87%	1,70%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	530	0,80%	1,01%	1,82%	1,65%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	506	0,80%	0,97%	1,77%	1,61%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	502	0,80%	0,96%	1,77%	1,60%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	478	0,80%	0,92%	1,72%	1,56%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	453	0,80%	0,87%	1,67%	1,52%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	429	0,80%	0,82%	1,63%	1,48%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	403	0,80%	0,77%	1,58%	1,43%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	380	0,80%	0,73%	1,53%	1,39%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	354	0,80%	0,68%	1,48%	1,35%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	331	0,80%	0,63%	1,44%	1,31%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.14	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	65	0,80%	0,10%	0,91%	0,83%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.15	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	65	0,80%	0,10%	0,91%	0,83%	AI	XLPE
C.U.12	SB12.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	566	0,80%	1,08%	1,89%	1,71%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.1	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	276	0,80%	0,53%	1,33%	1,21%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	254	0,80%	0,49%	1,29%	1,18%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	228	0,80%	0,44%	1,24%	1,13%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	204	0,80%	0,39%	1,20%	1,09%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	181	0,80%	0,35%	1,15%	1,05%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.6	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	155	0,80%	0,25%	1,05%	0,95%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	132	0,80%	0,25%	1,06%	0,97%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	106	0,80%	0,20%	1,01%	0,92%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	82	0,80%	0,16%	0,96%	0,88%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	59	0,80%	0,11%	0,92%	0,84%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.11	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	119	0,80%	0,19%	0,99%	0,90%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	48	0,80%	0,09%	0,90%	0,82%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	72	0,80%	0,14%	0,94%	0,86%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	97	0,80%	0,19%	0,99%	0,91%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	121	0,80%	0,23%	1,04%	0,95%	AI	XLPE
C.U.13	SB13.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	147	0,80%	0,28%	1,09%	0,99%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	742	0,80%	1,18%	1,99%	1,95%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

41 di/of 46

C.U.14	SB14.1.2	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	692	0,80%	1,11%	1,91%	1,88%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	667	0,80%	1,28%	2,08%	1,89%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	643	0,80%	1,23%	2,04%	1,85%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	624	0,80%	1,20%	2,00%	1,81%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	600	0,80%	1,15%	1,95%	1,62%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	551	0,80%	1,06%	1,86%	1,69%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	528	0,80%	1,01%	1,82%	1,65%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	249	0,80%	0,48%	1,28%	1,17%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	55	0,80%	0,10%	0,91%	0,83%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	367	0,80%	0,70%	1,51%	1,23%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	418	0,80%	0,80%	1,61%	1,46%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	444	0,80%	0,85%	1,66%	1,50%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	493	0,80%	0,95%	1,75%	1,59%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	517	0,80%	0,99%	1,79%	1,63%	AI	XLPE
C.U.14	SB14.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	542	0,80%	1,04%	1,84%	1,67%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	684	0,80%	1,09%	1,90%	1,69%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	735	0,80%	1,41%	2,21%	1,84%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	709	0,80%	1,36%	2,16%	1,96%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	660	0,80%	1,27%	2,07%	1,88%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	637	0,80%	1,22%	2,02%	1,84%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	587	0,80%	1,13%	1,93%	1,75%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	564	0,80%	1,08%	1,89%	1,71%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	515	0,80%	0,99%	1,79%	1,63%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.9	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	502	0,80%	0,80%	1,61%	1,61%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	478	0,80%	0,92%	1,72%	1,56%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	455	0,80%	0,87%	1,68%	1,52%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	429	0,80%	0,82%	1,63%	1,48%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	380	0,80%	0,73%	1,53%	1,39%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.14	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	356	0,80%	0,68%	1,49%	1,35%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	307	0,80%	0,59%	1,39%	1,27%	AI	XLPE
C.U.15	SB15.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	85	0,80%	0,16%	0,97%	0,88%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.1	15	168000	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	264	0,80%	0,42%	1,23%	1,27%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.2	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	239	0,80%	0,46%	1,26%	1,15%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.3	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	215	0,80%	0,41%	1,22%	1,11%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.4	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	166	0,80%	0,32%	1,12%	1,02%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.5	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	142	0,80%	0,27%	1,08%	0,98%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.6	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	93	0,80%	0,18%	0,98%	0,77%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.7	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	67	0,80%	0,13%	0,93%	0,86%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.8	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	97	0,80%	0,19%	0,99%	0,91%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.9	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	78	0,80%	0,15%	0,95%	0,87%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.10	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	127	0,80%	0,24%	1,05%	0,96%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.11	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	177	0,80%	0,34%	1,14%	0,91%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.12	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	226	0,80%	0,43%	1,24%	1,13%	AI	XLPE

SOGGETTO PROPONENTE:

LIMES 23 S.R.L.

Via Alessandro Manzoni, 41
20121 – MILANO (MI)



CODICE

SCS.DES.C.GEN.ITA.P.1308.054.00

PAGINA

42 di/of 46

C.U.16	SB16.1.13	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	275	0,80%	0,53%	1,33%	1,21%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.14	15	168000	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	181	0,80%	0,29%	1,09%	1,15%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.15	18	201600	1122,8	185,8	2x (1x300mm²)	59	0,80%	0,11%	0,92%	0,84%	AI	XLPE
C.U.16	SB16.1.16	18	201600	1122,8	154,8	2x (1x300mm²)	140	0,80%	0,27%	1,07%	0,98%	AI	XLPE

Figura 19: Caratteristiche tecniche dei cavi di bassa tensione (String Box - Inverter)

La caduta di tensione sul tratto stringa - string box è stata ottenuta considerando cautelativamente tutte i cavi di stringa di lunghezza lineare pari a 100 metri.

La massima caduta di tensione che si ottiene nella sezione DC dell'impianto è quella sul circuito DC di collegamento tra lo String Box 2.1 e la conversion unit 15. La caduta di tensione totale in questo caso è pari all' 2,21%.

Per quanto riguarda le perdite di potenza totali sui circuiti DC, queste si attestano all'incirca a 2273,46 kW.

Si sottolinea che il dimensionamento dei cavi della sezione DC potrebbero subire modifiche in seguito ai dati che si otterranno in campo durante la fase esecutiva.

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 circuiti distanza pari a 0,30 m) = 0,83/0,73/0,63
- K3: (profondità di posa a 0,8 m) = 1
- K4: (resistività termica del suolo 2 K*m/W) = 0,88

CIRCUITO MT			DETTAGLIO CIRCUITO		CARATTERISTICHE DEL SISTEMA		CARATTERISTICHE DEL CIRCUITO						
MV-LINE	ORIGINE	DESTINAZIONE	SISTEMA	POTENZA TRASPORTATA (kVA)	V (kV)	Ib (A)	CONFORMAZIONE	LUNGHEZZA (m)	ΔV (%)	ΔP (%)	MATERIALE		V/Vm (kV)
											CONDUTTORE	ISOLANTE	
MV LINE-1	CU4	CU3	3φ	2994	30	57,6	3 x (1 x 120 mm²)	255	0,03%	0,18%	AL	XLPE	18/30
	CU3	CU2	3φ	5988	30	115,2	3 x (1 x 120 mm²)	216	0,05%		AL	XLPE	18/30
	CU2	CU1	3φ	8982	30	172,9	3 x (1 x 120 mm²)	201	0,06%		AL	XLPE	18/30
	CU1	CMT	3φ	11976	30	230,5	3 x (1 x 300 mm²)	235	0,04%		AL	XLPE	18/30
MV LINE-2	CU7	CU6	3φ	2994	30	57,6	3 x (1 x 120 mm²)	226	0,02%	0,31%	AL	XLPE	18/30

	CU6	CU5	3φ	5988	30	115,2	3 x (1 x 120 mm ²)	250	0,05%		AL	XLPE	18/30
	CU5	CMT	3φ	8982	30	172,9	3 x (1 x 185 mm ²)	1060	0,23%		AL	XLPE	18/30
MV LINE-3	CU10	CU9	3φ	2994	30	57,6	3 x (1 x 120 mm ²)	305	0,03%	0,47%	AL	XLPE	18/30
	CU9	CU8	3φ	5988	30	115,2	3 x (1 x 120 mm ²)	289	0,06%		AL	XLPE	18/30
	CU8	CMT	3φ	8982	30	172,9	3 x (1 x 185 mm ²)	1729	0,38%		AL	XLPE	18/30
MV LINE-4	CU13	CU12	3φ	2994	30	57,6	3 x (1 x 120 mm ²)	408	0,04%	0,67%	AL	XLPE	18/30
	CU12	CU11	3φ	5988	30	115,2	3 x (1 x 120 mm ²)	508	0,11%		AL	XLPE	18/30
	CU11	CMT	3φ	8982	30	172,9	3 x (1 x 185 mm ²)	2374	0,52%		AL	XLPE	18/30
MV LINE-5	CU14	CU15	3φ	2994	30	57,6	3 x (1 x 120 mm ²)	685	0,07%	0,55%	AL	XLPE	18/30
	CU15	CU16	3φ	5988	30	115,2	3 x (1 x 120 mm ²)	412	0,09%		AL	XLPE	18/30
	CU16	CMT	3φ	8982	30	172,9	3 x (1 x 185 mm ²)	1756	0,38%		AL	XLPE	18/30
MV LINE CONNECTOR	CMT	SSU	3φ	47904	30	921,9	4 x 3 x (1 x 630 mm ²)	16900	1,92%	1,21%	AL	XLPE	18/30

Figura 20: 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 120 - 185 - 300 mm², nettamente 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.

La massima caduta di tensione che si ottiene è quella sulla linea MT 4 pari al 0,67%. In merito alle perdite totali di potenza invece, si ottiene un valore finale nella sezione AC d'impianto pari a 149,790 kW.

Si sottolinea che il dimensionamento dei cavi della sezione MT potrebbero subire modifiche in seguito ai dati che si otterranno in campo durante la fase esecutiva.

9 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.

La progettazione è influenzata da diversi fattori:

- Tipo di terreno;
- Stratificazione;
- Temperatura;
- Umidità del terreno.

9.1 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI TERRA

Il conduttore di terra deve essere dimensionato per sopportare le sollecitazioni meccaniche e termiche dovute alla corrente di guasto.

Il dispersore utilizzato dovrà essere in corda di rame nuda con una sezione minima pari a:

$$S_{min}[mm^2] = \sqrt{\frac{I^2 * t}{k_c^2}}$$

ove:

- S è la sezione in mm²;
- t è il tempo di intervento della protezione MT in secondi;
- I è la corrente di guasto fase – terra in kA (massima corrente di guasto verso terra lato 30 kV);
- K_c è il coefficiente termico per conduttori nudi non in contatto con materiali danneggiabili.

In questa fase di progettazione preliminare, si è scelta un sezione minima del conduttore di terra pari a 50 mm² che sarà confermata in fase esecutiva.

Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi MT e DC interno all'impianto; l'area di impianto così magliata, dovrà essere poi chiusa ad anello.

Verranno collegati alla rete di terra anche i pali dei tracker (nelle sezioni in cui è previsto o l'utilizzo di strutture su palo).

10 SISTEMA DI PROTEZIONE DALLA SOVRATENSIONE

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:

a) 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.

b) 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.

c) Impedenza 75 Ω ;

d) 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;
- Rate 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.

a) 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.

IL PROGETTISTA

Ing. Federica SPECCHIA

