

CAMERI

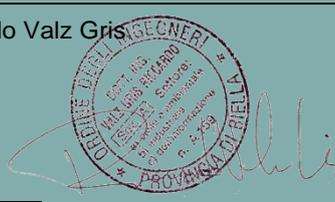


PROVINCIA DI NOVARA



## IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 29,261 MWp

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili ai sensi dell'art. 23 D.lgs. n.152/2006

IMMOBILE	Comune di Cameri	Foglio 4, particella 2,18 Foglio 8, particella 43, 60, 61, 76, 80, 81
PROGETTO: <b>VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE</b>	OGGETTO <b>DOC08 - RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI</b>	SCALA --
REVISIONE - DATA REV.00 - 29/02/2024	VERIFICATO	APPROVATO
IL RICHIEDENTE	<b>FRV ITALIA S.R.L.</b>	
I PROGETTISTI	Ing. Riccardo Valz Gris 	
	Arch. Andrea Zegna 	
TEAM DI PROGETTO	<b>Land Live srl</b> 20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321 13900 Biella - Via Repubblica 41 Tel. +39 015 32838 - Fax +39 015 30878	



## **INDICE**

<b>INDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. <i>PREMESSA</i> .....</b>	<b>2</b>
<b>2. <i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI</i> .....</b>	<b>3</b>
<b>3. <i>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>4. <i>SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI UTILIZZATI</i> .....</b>	<b>6</b>
Moduli fotovoltaici .....	6
Inverter e cabine di trasformazione .....	9
Collegamenti elettrici e cavidotti .....	13
<b>5. <i>CALCOLI SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO</i> .....</b>	<b>14</b>
Campi EM relativi ai moduli fotovoltaici .....	14
Campi EM relativi agli inverter .....	14
Campi EM relativi alle Linee elettriche in corrente alternata in BT e MT .....	14
Campi elettromagnetici relativi alle cabine elettriche di trasformazione .....	16
Campi EM delle opere di connessione alla RTN - Linee elettriche in corrente alternata in AT .....	16
<b>6. <i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i> .....</b>	<b>19</b>



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Pag 2 di 19

## 1. **PREMESSA**

Scopo del presente documento è quello di descrivere le emissioni elettromagnetiche associate alle infrastrutture elettriche presenti nell'impianto fotovoltaico in oggetto e connesse ad esso, ai fini della verifica del rispetto dei limiti della legge n.36/2001 e dei relativi Decreti attuativi.

L'impianto, oggetto del presente documento, si propone di produrre una notevole quantità di **energia da fonte di tipo rinnovabile da immettere nella rete elettrica pubblica**. In particolare, si utilizza in questo impianto l'effetto fotovoltaico per convertire la radiazione luminosa proveniente dal sole in energia elettrica in maniera diretta, senza cioè passare per altre forme di energia.

Nel Piano Energetico Nazionale (SEN 2017) l'Italia si è posta l'ambizioso obiettivo di installare oltre 30 GW di nuova potenza fotovoltaica entro il 2030. Questo traguardo permetterebbe una rivoluzione energetica epocale per il nostro paese, passando dalle fonti fossili ad una produzione di energia prevalentemente rinnovabile, con enormi vantaggi in termini ambientali, ma anche in chiave di autonomia energetica rispetto all'attuale situazione di dipendenza da importazione di fonti fossili o di energia elettrica dall'estero. Questa rivoluzione sarà di supporto, inoltre, ad un ulteriore passo in avanti verso un mondo sostenibile, quello della mobilità elettrica.

In generale l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione compatibili con le esigenze di tutela ambientale (es. impatto visivo);
- la possibilità di ottenere profitto da terreni non usati a scopi agricoli.

In particolare, le innovazioni tecnologiche adottate nei nostri progetti, permettono inoltre:

- Essere pienamente concorrenziali con le centrali elettriche a fonti fossili, così da non necessitare di incentivi pubblici;
- Una maggiore integrazione nel contesto agricolo e/o urbano grazie all'utilizzo di strutture più basse e compatte, e alla attenta selezione di soluzioni di mitigazione.
- Impianti più performanti, anche oltre il 30% rispetto a qualche anno fa, con conseguente riduzione dell'occupazione del suolo;
- Impianti con più lunghe attese di vita.



## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Per redigere la presente relazione, si sono tenuti in considerazione i documenti e la normativa italiana relativa alla protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici. In particolare ci si riferisce DECRETO LEGISLATIVO 1 agosto 2016, n. 159 attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE(16G00172). Inoltre, fa riferimento alla legge 22/2/01 n°36, legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

In particolare nel DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

Per il progetto in oggetto si mettono in evidenza i seguenti articoli : "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1]; "A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2]; "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4].

Ci fissiamo l'obiettivo quindi di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 $\mu$ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, questo in riferimento alla potenza massima erogabile dall'impianto fotovoltaico.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1 e 2:

**Tabella 1** Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

<b>Intervallo di FREQUENZA (MHz)</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO</b>	<b>DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente</b>
0.1-3	60	0.2	-
3 – 3000	20	0.05	1
3000 – 300000	40	0.01	4



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE CAMPI ELETTRICI**

Pag 4 di 19

**Tabella 2** Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.

<b>Intervallo di FREQUENZA (MHz)</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO</b>	<b>DENSITA'DI POTENZA dell'onda piana equivalente</b>
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300)

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 3:

**Tabella 3** Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.

<b>Intervallo di FREQUENZA (MHz)</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO</b>	<b>DENSITA'DI POTENZA dell'onda piana equivalente</b>
0.1 – 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz – 300)

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**  
**DA 29,261 MWp**  
Comune di Cameri  
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)**  
RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

Pag 5 di 19

### 3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando **46080** moduli bifacciali in silicio monocristallino da **635 Wp** ciascuno e 86 inverter da 300 kW nominali come dettagliatamente descritto negli elaborati grafici e di seguito.

Come si mostra nella planimetria di progetto su riportata, il progetto prevede la suddivisione dell'impianto fotovoltaico in quattro distinti sottocampi dotati di cabine di trasformazione ed inverter. I pannelli sono posizionati su strutture fisse a doppio pannello, poste a interasse di 8 m.

In particolare, si distinguono:

	n. Strutture fisse	n. moduli in serie	n. moduli totali	Potenza Singolo modulo (Wp)	Potenza Totale (kWp)
Sottocampo A	497	24	11928	635	7.574,28
Sottocampo B	467	24	11208	635	7.117,08
Sottocampo C	464	24	11136	635	7.071,36
Sottocampo D	492	24	11808	635	7.498,08
<b>Totali per Campo fotovoltaico</b>	<b>1920</b>		<b>46080</b>	<b>635</b>	<b>29.260,80</b>

Il calcolo delle superfici coperte dai moduli e dalle cabine è riassunto in un'unica tabella:

Calcolo Superfici coperte da moduli e cabine			
	Quantità	Superficie Singolo elemento [m2]	Superficie coperta [m2]
Struttura 2x12	144	67,09	9.660,59
Struttura 2x24	888	134,17	119.147,29
Cabina di Campo	4	14,70	58,81
Cabina di Smistamento	1	19,54	19,54
Cabina di Consegna	1	19,54	19,54
Control Room	2	18,00	36,00
Superficie totale coperta cabine [m2]			133,90
Superficie totale coperta [m2]			128.941,78

I moduli fotovoltaici saranno posati a terra tramite idonee strutture in acciaio zincato fisse, come meglio descritto in seguito, disposti in file parallele opportunamente distanziate onde evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco.

L'impianto sarà di tipo GRID-CONNECTED (connesso alla rete elettrica per l'immissione dell'energia).

La misura dell'energia prodotta si realizzerà nel locale di misura all'interno della cabina di consegna in progetto ed avverrà, come prescritto dalle norme vigenti, attraverso un contatore di energia di tipo elettromeccanico con visualizzazione della quantità di energia ceduta alla rete elettrica esterna.



#### **4. SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI UTILIZZATI**

---

##### **Moduli fotovoltaici**

I moduli previsti sono **Jinko Solar Tiger Neo N-type 78HL4-BDV da 635 Wp**.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato utilizzando moduli bifacciali in silicio monocristallino con caratteristiche tecniche dettagliate riportate nel datasheet allegato.

Ogni modulo dispone di diodi di by-pass alloggiati in una cassetta IP68 e posti in antiparallelo alle celle così da salvaguardare il modulo in caso di contro-polarizzazione di una o più celle dovuta ad ombreggiamenti o danneggiamenti.

I moduli scelti sono forniti di cornice e con garanzia di una potenza non inferiore al 94,60 % del valore iniziale dopo 12 anni di funzionamento ed all'87,40% dopo 30 anni.

Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Di seguito si riporta la scheda tecnica dei moduli considerati:



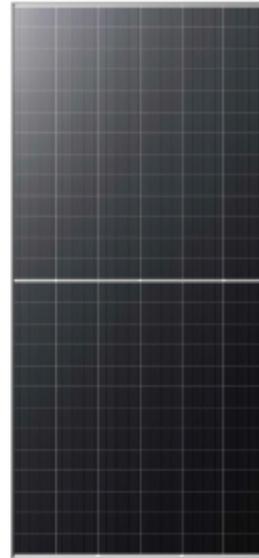
www.jinkosolar.com



# Tiger Neo N-type 78HL4-BDV 615-635 Watt

BIFACIAL MODULE WITH DUAL GLASS

N-Type



Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018  
Occupational health and safety management systems

## Key Features



### SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



### Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

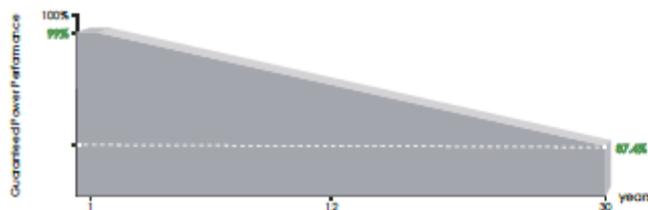


### Higher Power Output

Module power increases 5-25% generally, bringing significantly lower LCOE and higher IRR.



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



12 Year Product Warranty

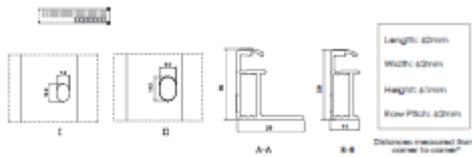
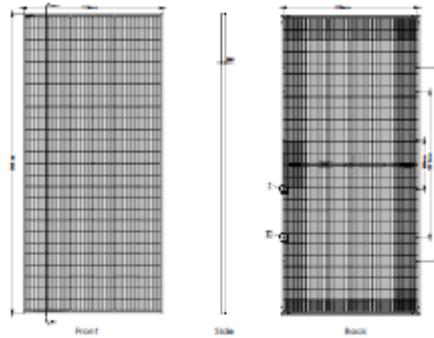
30 Year Linear Power Warranty

0.40% Annual Degradation Over 30 years



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE CAMPI ELETTRROMAGNETICI**

**Engineering Drawings**

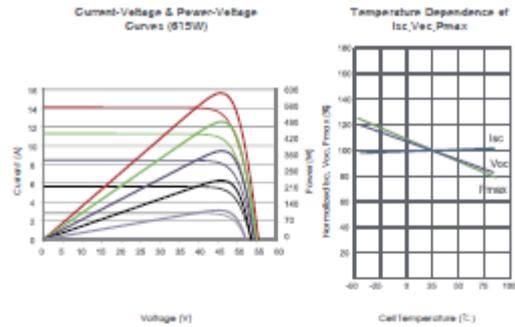


The detailed size and tolerance specification, please consult detailed module drawing

**Packaging Configuration**

[ Two pallets = One stack ]  
36pcs/pallets, 72pcs/stack, 576pcs/ 40'HQ Container

**Electrical Performance & Temperature Dependence**



**Mechanical Characteristics**

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	156 (2x78)
Dimensions	2465x1134x30mm (97.05x44.65x1.18 inch)
Weight	34kg (74.9lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1x4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

**SPECIFICATIONS**

Module Type	JKM615N-78HL4-BDV		JKM620N-78HL4-BDV		JKM625N-78HL4-BDV		JKM630N-78HL4-BDV		JKM635N-78HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	615Wp	463Wp	620Wp	467Wp	625Wp	471Wp	630Wp	475Wp	635Wp	479Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	47.20V	44.39V	47.37V	44.54V	47.54V	44.69V	47.70V	44.83V	47.86V	44.98V
Maximum Power Current (Imp)	13.03A	10.44A	13.09A	10.49A	13.15A	10.54A	13.21A	10.59A	13.27A	10.64A
Open-circuit Voltage (Voc)	56.69V	42.72V	56.82V	42.82V	56.95V	42.92V	57.08V	43.02V	57.21V	43.11V
Short-circuit Current (Isc)	13.68A	10.31A	13.74A	10.35A	13.80A	10.40A	13.86A	10.44A	13.92A	10.49A
Module Efficiency STC (%)	22.00%		22.18%		22.36%		22.54%		22.72%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.045%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> Cell Temperature 25°C AM=1.5  
NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s



### Inverter e cabine di trasformazione

L'area di impianto è servita nel complesso da 86 inverter opportunamente installati sulle strutture di sostegno. Di seguito vengono riportate le specifiche tecniche di riferimento:

## SUN2000-330KTL-H1

### Smart String Inverter



Max. Efficiency  
≥99.0%



Smart Self Clean Fan



Smart DC Connector  
Temperature Detect



Smart String Level  
Disconnection



28 High Accuracy String  
Current Detect



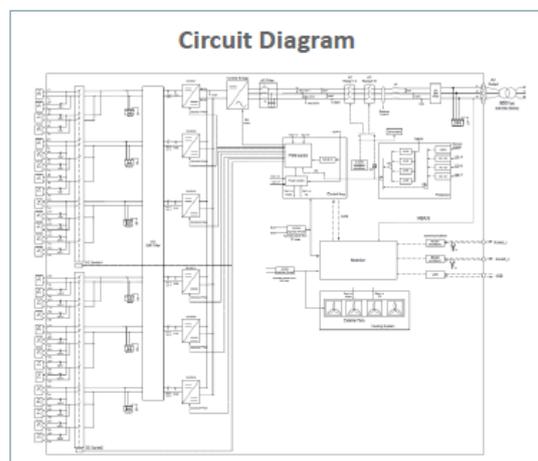
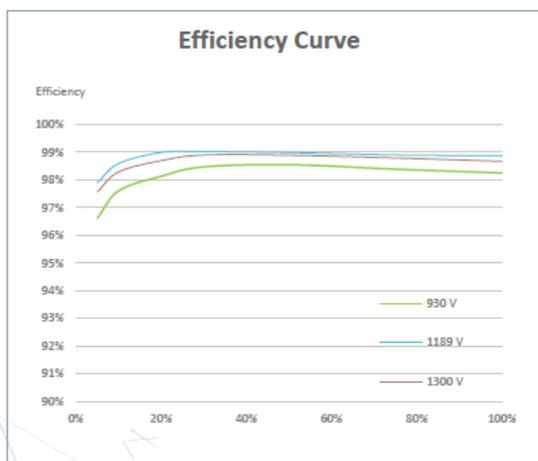
Support IV diagnosis



IP 66 protection



Surge Arresters for  
DC & AC





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**  
**DA 29,261 MWp**  
Comune di Cameri  
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)**  
**RELAZIONE CAMPI ELETTRICITÀ**

Pag 10 di  
19

SUN2000-330KTL-H1

## Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-30 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless



I trasformatori sono di marchio HUAWEI, modello JUPITER-6000K-H1 con tensione in uscita pari a 30 kV. Di seguito si riporta la scheda tecnica di riferimento.

## JUPITER-9000K/6000K/3000K-H1 Smart Transformer Station



### Simple

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite  
Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation



### Efficient

High Efficiency Transformer for Higher Yields  
Lower Self-consumption for Higher Yields



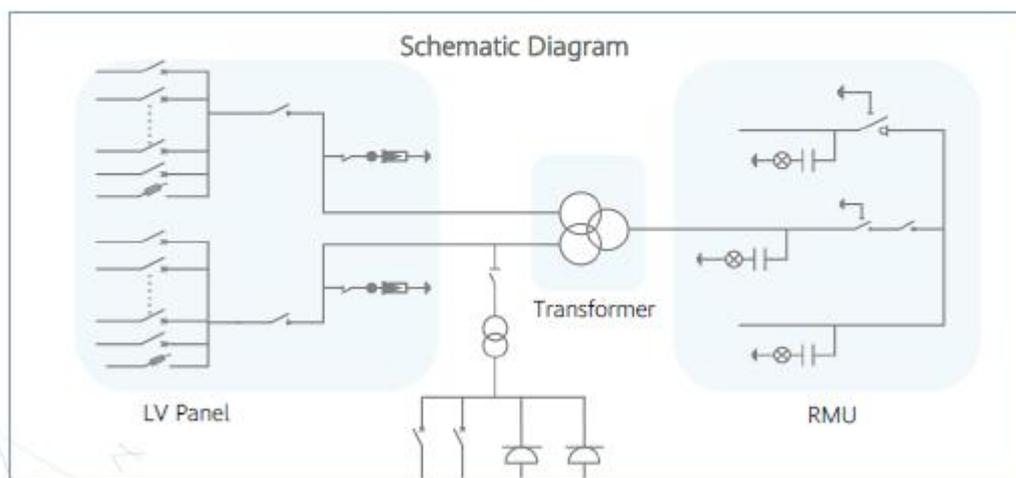
### Smart

Real-time Detection of Transformer, LV Panel and RMU  
High Precision Sensor of LV Electricity Parameters  
Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



### Reliable

Robust Design against Harsh Environments  
Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M  
Comprehensive Tests from Components, Device to Solution





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE CAMPI ELETTRICITÀ**

Pag 12 di  
19

JUPITER-9000K/6000K/3000K-H1  
**Technical Specifications**

Technical Specifications	JUPITER-9000K-H1	JUPITER-6000K-H1	JUPITER-3000K-H1
<b>Input</b>			
Available Inverters	SUN2000-330KTL-H1 / SUN2000-330KTL-H2		
Max. LV AC Inputs	30	22	11
AC Power	9,000 kVA @40°C <sup>1</sup>	6,600 kVA @40°C <sup>1</sup>	3,300 kVA @40°C <sup>1</sup>
Rated Input Voltage	800 V		
LV Panel Segregation	Form 2b		
LV Main Switches	ACB (4,000 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 2 x 1 pcs)	ACB (2,900 A, 1 x 1 pcs)
LV Main Switches for SUN2000-330KTL	MCCB (400 A, 2 x 15 pcs)	MCCB (400 A, 2 x 11 pcs)	MCCB (400 A, 11 pcs)
<b>Output</b>			
Rated Output Voltage	10~35 kV <sup>2</sup>		
Frequency	50 Hz or 60 Hz		
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type		
Transformer Cooling Type	ONAN		
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%		
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)		
Transformer Vector Group	Dy11-y11	Dy11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	Tier 1 or Tier 2 In Accordance with EN 50588-1		
RMU Type	SF <sub>6</sub> Gas Insulated		
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit		
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit		
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Single-phase, II0		
Output Voltage of Auxiliary Transformer	230 / 127 Vac		
<b>Protection</b>			
Transformer Detection & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz		
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54		
Internal Arcing Fault of STS	IAC A 20 kA 1s		
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N		
LV Overvoltage Protection	Type I+II		
Anti-rodent Protection	C5-Medium		
<b>Features</b>			
2 kVA UPS	Optional <sup>3</sup>		
MV Surge Arrester for Transformer	Optional <sup>3</sup>		
<b>General</b>			
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC ISO Container)		
Weight	< 28 t	< 23 t	< 15 t
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C <sup>4</sup>		
Relative Humidity	0% ~ 95% (Non-condensing)		
Max. Operating Altitude	1,000 m <sup>5</sup>		
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite		
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability		
Communication	Modbus TCP, Preconfigured with SmartACU2000D		
<b>Standards Compliance</b>			
IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1			

- 1: More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.  
 2: Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request.  
 3: Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.  
 4: When ambient temperature ≥55°C, arcing shall be equipped for STS on site by customer.  
 5: For higher operating altitude, pls consult with Huawei.





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO**  
**DA 29,261 MWp**  
Comune di Cameri  
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)**  
**RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Pag 13 di  
19

### **Collegamenti elettrici e cavidotti**

La connessione in serie dei moduli fotovoltaici dovrà essere effettuata utilizzando i connettori multicontact preinstallati dal produttore nelle scatole di giunzione poste sul retro di ogni modulo. I cavi dovranno essere stesi fino a dove possibile all'interno degli appositi canali previsti nei profili delle strutture di fissaggio. Per la distribuzione dei cavi all'esterno si devono praticare degli scavi di profondità non inferiore a 1,7 m per l'alta tensione, di profondità non inferiore a 1,10 m per la media tensione e di profondità non inferiore a 0,6 m per la bassa tensione, seguendo un percorso il più possibile parallelo a strade o passaggi. I cavi MT dovranno essere separati da quelli BT e i cavi BT separati da quelli di segnalazione e monitoraggio. Ad intervalli di circa 500 m per tratti rettilinei e ad ogni derivazione si interporranno dei pozzetti rompitratta (del tipo prefabbricato con chiusino in cemento) per agevolare la posa delle condutture e consentire l'ispezione ed il controllo dell'impianto. I cavi, anche se del tipo per posa direttamente interrata, devono essere protetti meccanicamente mediante tubi. Il percorso interrato deve essere segnalato, ad esempio colorando opportunamente i tubi (si deve evitare il colore giallo, arancio, rosso) oppure mediante nastri segnalatori posti a 20 cm sopra le tubazioni. Le tubazioni dei cavidotti in PVC devono essere di tipo pesante (resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N). Ogni singolo elemento è provvisto ad una estremità di bicchiere per la giunzione. Il tubo è posato in modo che esso si appoggi sul fondo dello scavo per tutta la lunghezza; è completo di ogni minuteria ed accessorio per renderlo in opera conformemente alle norme CEI 23-29.



## **5. CALCOLI SUI CAMPI ELETTROMAGNETICI IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

### **Campi EM relativi ai moduli fotovoltaici**

Nei moduli fotovoltaici i campi elettromagnetici si limitano ad una brevissima durata e riguardano solo alcuni circuiti integrati, in quanto lavorano a corrente e tensione continua. I campi elettromagnetici sono quindi irrilevanti.

### **Campi EM relativi agli inverter**

Gli inverter sono apparecchiature che al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione. Essi, pertanto, sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto, il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

Gli inverter selezionati rispettano tutta la normativa vigente che prevede tra le varie cose l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, e ridottissime emissioni per evitare interferenze con altre apparecchiature o con la rete elettrica.

Tali normative di compatibilità elettromagnetica sono:

- CEI EN 50273 (CEI 95-9);
- CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65);
- CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10);
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31);
- CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28);
- CEI EN 55022 (CEI 110-5);
- CEI EN 55011 (CEI 110-6)

Tra gli altri aspetti queste norme riguardano:

- i livelli armonici: le direttive del gestore di rete prevedono un THD globale (non riferito al massimo della singola armonica) inferiore al 5% (inferiore all'8% citato nella norma CEI 110-10). Gli inverter presentano un THD globale contenuto entro il 3%;
- Variazioni di tensione e frequenza. La propagazione in rete di queste ultime è limitata dai relè di controllo della protezione di interfaccia asservita al dispositivo di interfaccia. Le fluttuazioni di tensione e frequenze sono però causate per lo più dalla rete stessa. Si rendono quindi necessarie finestre abbastanza ampie, per evitare una continua inserzione e disinserzione dell'impianto fotovoltaico.
- Ecc

### **Campi EM relativi alle Linee elettriche in corrente alternata in BT e MT**

Come anticipato, per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, si è considerato il limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3  $\mu$ T.

Secondo quanto previsto dal D.M. 29 maggio 2008 (§ 3.2 dell'Allegato), la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di Bassa Tensione);



- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree) – Figura 1.

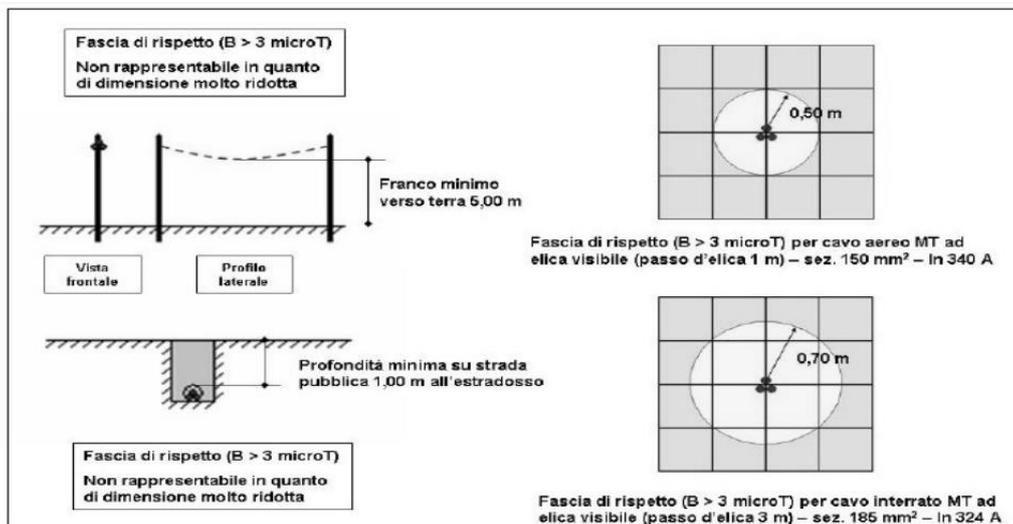
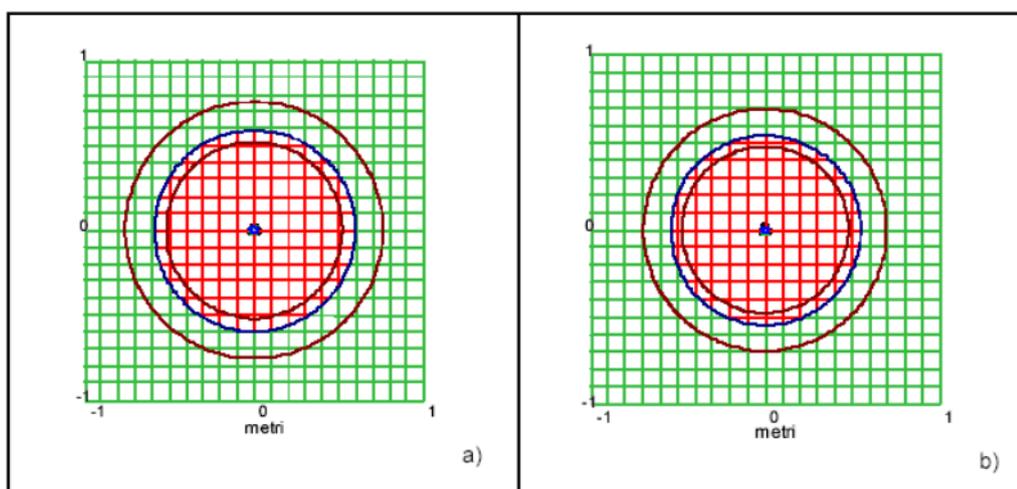


Figura 1: Curve di livello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con il modello tridimensionale “Elico” della piattaforma “EMF Tools”, che tiene conto del passo d'elica. – Estratto da “Linee Guida per l'applicazione del § 5.1.3.dell'Allegato al DM 29.05.08.” di e-distribuzione.

Si specifica che i cavidotti in media tensione che saranno presenti nell'impianto prevedranno l'utilizzo di soli cavi cordati ad elica, per i quali vale quanto riportato nella norma CEI 106-11 e nella norma CEI 11-17.

Come indicato nella suddetta norma CEI 106-11 la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione, dovuta alla cordatura, fa sì che l'obiettivo di qualità di  $3\mu\text{T}$ , anche in condizioni limite con conduttori di sezione elevata, venga raggiunto già a brevissima distanza (50+80 cm) dall'asse del cavo stesso, come rappresentato in Figura 2. Per i motivi appena elencati, si ritiene che il calcolo delle fasce di rispetto per le linee adottate in progetto sia superfluo e si considera ragionevole che la profondità degli scavi sia pari a 0,6 m per la bassa tensione e 1,1 m per la media tensione.



Curve isolivello dell'induzione magnetica per cavi cordati ad elica MT  
(in rosso la fascia “proibita” con valori superiori ai  $3 \mu\text{T}$ )  
c) Cavo MT sotterraneo 3x(1x185) EPR Al. I=360 A  
d) Cavo MT aereo 3x150 + 50Y XLPE Al. I=340 A  
(CEI 106-11)

Figura 2: Curve isolivello dell'induzione magnetica per cavi cordati ad elica MT.



Per quanto attiene ai campi elettrici, sono generati dalle tensioni rispetto all'ambiente circostante, assunto a potenziale zero e pertanto riguardano solo gli elettrodotti a media e alta tensione. Nel progetto in oggetto, è prevista la realizzazione delle linee in MT interamente in cavo cordato a elica interrato, come specificato in precedenza. Quest'ultimo, essendo schermato da materiale conduttore (schermo in rame o alluminio), porta a rilevare valori molto bassi del campo elettrico che decrescono sensibilmente con la distanza dal conduttore. I livelli misurabili nelle vicinanze sono sempre inferiori ai limiti della norma.

### **Campi elettromagnetici relativi alle cabine elettriche di trasformazione**

Per quanto riguarda i componenti dell'impianto, le principali considerazioni riguardano le cabine elettriche di trasformazione BT/MT. Nell'impianto in progetto sono presenti 4 cabine di trasformazione/campo posizionate a grande distanza tra di loro ed ogni cabina presenta un trasformatore BT/MT di potenza pari a 6600 kVA.

La presenza del trasformatore BT/MT viene usualmente presa in considerazione limitatamente alla generazione di un campo magnetico nei locali vicini a quelli di cabina.

In base al DM del MATTM del 29.05.2008, cap.5.2.1, l'ampiezza delle DPA, intesa come distanza da ciascuna delle pareti della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) (§ 5.2.1) applicando la seguente relazione:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,5242} \quad (1.1)$$

Si ipotizza una linea trifase in uscita dal lato BT del trasformatore con corrente nominale di circa 5800 A e composta da cavi di sezione 400 mmq, i quali presentano diametro esterno (conduttore+isolante) pari a 36,5 mm. Sostituendo i valori appena elencati all'interno della formula (1.1) si ottiene una **DPA** arrotondata per eccesso pari a **5,5 m**.

Il valore ottenuto risulta riducibile nella pratica adottando alcuni accorgimenti, come quello di riunire i cavi in terne, riducendo al minimo le distanze tra i conduttori ed ottenendo così una diminuzione del campo magnetico nell'area interessata.

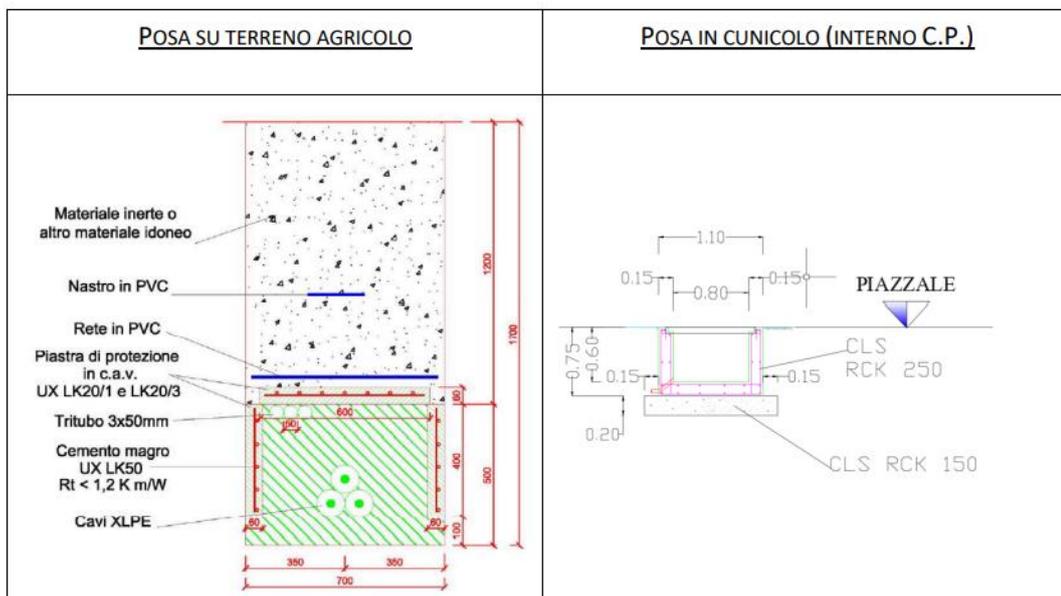
Si sottolinea che nel caso in questione le cabine sono posizionate all'aperto, a grandi distanze dai confini dell'impianto e non sono normalmente presidiate, se non in alcuni casi da personale formato. Sulla base di quanto appena dichiarato, si ritiene di non dover dotare la costruzione di ulteriori protezioni.

### **Campi EM delle opere di connessione alla RTN - Linee elettriche in corrente alternata in AT**

L'energia verrà veicolata dalla cabina di consegna interna al campo alla Step Up, nei pressi della CP di Galliate, mediante cavidotto interrato in media tensione (30 kV). All'interno della Step Up si innalzerà la tensione fino a 132 kV, permettendo così la connessione alla CP appena citata.

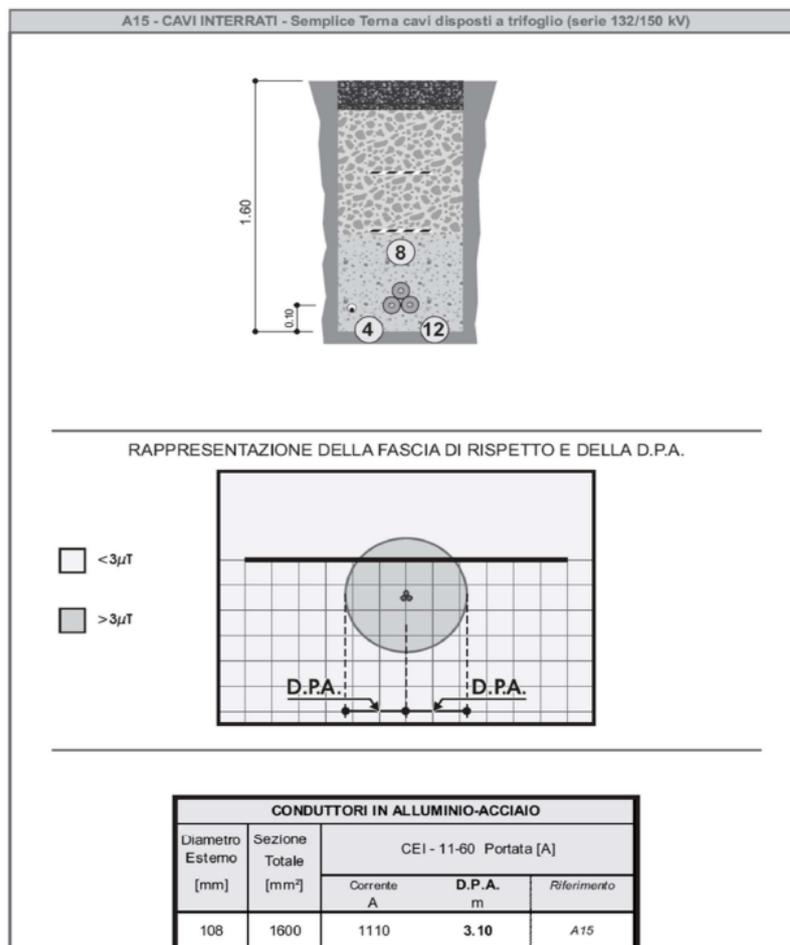
Il collegamento tra l'impianto utente (stazione di trasformazione step up 30/132 kV) e lo stallo di consegna sull'impianto di E-Distribuzione S.p.A. avverrà tramite cavo interrato AT 132 kV. Il percorso di tale cavo si svilupperà su terreno vegetale e l'ultimo tratto in cunicolo.

L'alloggiamento di tale cavo sarà effettuato secondo le modalità di posa indicate nella Figura 3.



**Figura 3: Posa cavo AT**

Per determinare le DPA dei cavi in AT si fa riferimento alle Linee Guida per l'applicazione del cap. 5.1.3. dell'allegato al DM 29.05.08. La DPA per cavi interrati percorsi da corrente pari a 1110 A (Semplice Terna cavi disposti a trifoglio serie 132/150 kV – Scheda A15) risulta pari a 6,2 m (3,10 per parte), come riportato in Figura 4.



**Figura 4: A15 – CAVI INTERRATI – Semplice terna di cavi disposti a trifoglio (serie 132/150 kV). -Estratto da “Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08” di e-distribuzione.**



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE CAMPI ELETTRICI**

Pag 18 di  
19

La corrente effettiva circolante nel cavidotto in questione è stimabile attraverso la seguente formula:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} \quad (1.2)$$

Considerando una potenza di 25,8 MW, una tensione di generazione di 132 kV,  $\cos\varphi=0,9$  ed inserendo tali valori nella formula (1.2), si ottiene  $I=125$  A.

Il campo magnetico è calcolato in funzione della corrente circolante nel cavidotto, ne conviene che la corrente appena stimata (125 A), più piccola di quella del riferimento indicato nella linea guida A15 (1100 A), avrà una DPA effettiva molto minore di quella del riferimento (3,10 m).

Inoltre, il tracciato di posa dei cavi è studiato in modo che non ci siano ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata) intorno ad esso.

Non è rappresentato il calcolo del campo elettrico, poiché adottando un cavo schermato, il campo elettrico al di fuori della schermatura è nullo.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Pag 19 di  
19

## **6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

---

Nel presente documento si è dimostrato che gli unici punti in cui è possibile riscontrare un valore superiore a  $3 \mu\text{T}$  è solo in corrispondenza delle cabine di trasformazione (per una distanza massima di 5,5 metri) ed in prossimità del cavidotto AT. Le aree in questione sorgono entro terreni privati e non sono normalmente frequentate, si ritiene dunque di non dover dotare la costruzione di ulteriori protezioni.

Si soddisfa quindi l'obiettivo qualità fissato dal DPCM 8/08/2003.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo e conforme agli standard per quanto concerne questo tipo di opere.