



# IMPIANTO AGRO-VOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE DENOMINATO "BUSIA" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SASSARI (SS)

**OPERA DI PUBBLICA UTILITA'**  
**VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE ai sensi del D.Lgs 3 aprile 2006, n.152 ALL. II**

CUSTOMER  
Committente

**BAIONA SUN<sup>1</sup>**

ADDRESS  
Indirizzo

20124 MILANO - VIA G.B. PIRELLI, 27  
T. +390292875126

DESIGNERS TEAM  
Gruppo di progettazione

SUPERVISION  
Coordinamento

**FAVERO  
ENGINEERING**

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27  
20124 MILANO (MI)  
T. +390292875126

Ing. FRANCESCO FAVERO

CONSULTANTS  
Consulenti

**AMBIENTALE:** Dott.ssa MARZIA FIORONI - Alp-en

Via C.Battisti 44, 23100 Sondrio (SO) - +39 0342 050347 - mfioroni@alp-en.it

**GEOLOGIA, GEOTECNICA E IDRAULICA:** Dott. Geologo FAUSTO PANI

Via Castelli 2, 09122 Cagliari (CA) - +39 070 272011 - fausto.pani@gmail.com

**AGRONOMIA:** Dott. Agronomo GIUSEPPE PUGGIONI

Via Don Minzoni 3, 07047 Thiesi (SS) - +39 348 6621842 - puggioni@gmail.com

**ARCHEOLOGIA:** Dott. Archeologo FABRIZIO DELUSSU

Via Depretis 7, 08022 Dorgali (NU) - + 39 3475012131 - archeologofabriziodelussu@gmail.com

**ACUSTICA:** Ing. CARLO FODDIS - Fad System srl

Via Rossini 81, 09044 Quartucciu (CA) - + 39 070 2348760 - cf@fadssystem.net

**FAUNA:** Dott. Naturalista Faunista MAURIZIO MEDDA

Via Tiepolo 16, 09121 Cagliari (CA) - +39 393 8236806 - meddamaurizio@libero.it

**FLORA:** Dott. Naturalista FABIO SCHIRRU

+39 347 4998552 - fabio.schirru@pecagrotecnici.it

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	APPROVED
00	Ottobre 2023	PRIMA EMISSIONE	Ing. S. Scorrano	Ing. A. Lunardi	Ing. F. Favero
01					
02					
03					
04					

DRAWING - Elaborato

TITLE  
Titolo

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO ELETTRICO**

DRAWING DETAILS - Dettagli di disegno

GENERAL SCALE  
Scala generale

DETAIL SCALE  
Scala particolari

-

-

ARCHIVE - Archivio

FILE

DTG\_021

PLOT STYLE

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODING - Codifica

PROJECT LEVEL  
Fase progettuale

**DEFINITIVO**

CATEGORY  
Categoria

**DTG**

PROGRESSIVE  
Progressivo

**0**

**2**

**1**

REVISION  
Revisione

**00**

## **Sommario**

1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3	PRESCRIZIONI GENERALI.....	6
3.1	Protezione contro le sovracorrenti.....	6
3.2	Protezione contro i contatti indiretti .....	6
3.3	Protezione contro i contatti diretti .....	6
3.4	Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio .....	7
3.5	Protezione lato c.c.....	7
3.6	Protezioni contro le sovratensioni .....	7
4	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO.....	8
4.1	Cavi elettrici.....	8
4.2	Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti .....	8
5	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	9
5.1	Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica.....	9
5.2	Generatore fotovoltaico .....	10
5.3	Inverter di stringa.....	12
5.4	Producibilità impianto fotovoltaico .....	14
5.5	Cabine .....	17
5.5.1	Cabina Ricezione .....	17
5.5.2	Cabina Smistamento.....	19
5.5.3	Cabine di trasformazione .....	20
5.5.4	Tabella riassuntiva cabine.....	21
5.6	Alimentazione ausiliari.....	22
5.7	Impianto di accumulo .....	23
5.7.1	Architettura del sistema.....	23
5.7.2	Collegamento AT .....	24
5.7.3	Cabina ausiliari (Q.AUX) .....	24
5.8	Impianto di messa a terra.....	26

5.8.1	Messa a terra lato cabine.....	26
5.8.2	Messa a terra lato campo fotovoltaico .....	26

## **1 PREMESSA**

Il presente documento costituisce la Relazione Tecnica specifica del progetto di un impianto di produzione di energia da fonte solare, della potenza complessiva di 20 MW, denominato "Busia", da realizzarsi nel comune di Sassari (SS), collegato alla rete elettrica mediante connessione in antenna alla futura Stazione Elettrica "Fiume Santo 2" 150/36 kV di Terna, in fase di realizzazione nelle vicinanze della Cava di Monte Alvaro.

L'intervento è un agrivoltaico, classificato dalle Linee Guida del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) come di Tipo 1, il quale indica il coesistere, nella stessa area, dell'attività agricola e della produzione di energia elettrica da fotovoltaico.

Per la connessione dell'impianto alla rete elettrica nazionale, si fa riferimento al preventivo di connessione 202203349 alla rete AT di Terna S.p.A. per l'impianto in progetto, accettato dalla società BAIONA SUN 1 S.R.L.

### DATI IDENTIFICATIVI DELL'IMPIANTO

Indirizzo:	Località Fiumesanto, SNC
Comune:	SASSARI 07100 (SS)
Uso:	Terreno agricolo
Potenza nominale impianto:	20 MW
Tensione ingresso inverter:	<1500 V
Tensione uscita inverter:	<1000 V
Tensione di consegna:	36 kV
Punto di connessione:	Futura Cabina Terna "Fiumesanto 2"

## **2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

Le caratteristiche degli impianti, nonché dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme tecniche, a quelle di legge ed ai regolamenti vigenti ed in particolare dovranno essere conformi a:

- Legge 1° marzo 1968, n. 186 “disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici, ed elettronici”;
- D.Lgs. n.81 del 09 aprile 2008 e sue modifiche: "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 “installazione degli impianti”;
- Delibera AEEG 11/04/2007 n. 88/07: “Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione”.
- Marcatura CE o dichiarazione CE ove richiesta;
- Dichiarazione di conformità di tutti gli impianti eseguiti;
- Prescrizioni delle Autorità Locali di controllo ASL e di vigilanza INAIL (ARPA) e VV. F.;
- Prescrizioni e indicazioni delle società per l’esercizio telefonico;

Norme CEI, CEI-EN, in caso di mancanza di riferimenti nazionali e/o europei, quelle IEC (International Electrotechnical Commission), UNEL-UNI/ISO- CEE, in particolare:

- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-4 – Esecuzione delle linee elettriche aree esterne.
- CEI 11-37 - Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV.
- CEI 99-2 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kVca
- CEI 20-22/0 - Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità.
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica; linee in cavo.
- CEI 17-113 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 70-1 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

- CEI 0-16 - Regole Tecniche di Connessione (RTC) per utenti attivi ed utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

Di tutte le norme anche non espressamente citate sarà considerato valido l'ultimo aggiornamento, compresi gli eventuali supplementi, modifiche ed integrazioni.

Sono altresì da tenere in considerazione le indicazioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale:

- Guida Tecnica Allegati Terna A.70 e A 72.
- Delibera AEEG 08/03/2012 n. 84/12: “Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale”.

### **3 PRESCRIZIONI GENERALI**

#### **3.1 Protezione contro le sovracorrenti**

Ogni conduttura sarà protetta contro le correnti di sovraccarico e cortocircuito, con interruttori magnetotermici installati a monte di ogni rispettivo circuito di illuminazione e forza motrice, in conformità alla Norma CEI 64-8/7 – par. 433 e 434.

#### **3.2 Protezione contro i contatti indiretti**

La protezione contro eventuali contatti indiretti, mediante l'interruzione automatica del circuito di alimentazione, sarà realizzata in conformità a quanto richiesto dalla Norma CEI 64-8 par. 413.1.3. relativo ai sistemi "TN". I circuiti di alimentazione luce e forza motrice saranno protetti a monte nel quadro elettrico con dispositivi di protezione a corrente differenziale ad alta sensibilità ( $I_d = 0.03 \text{ A}$ ), coordinati con l'impianto dispersore di terra.

#### **3.3 Protezione contro i contatti diretti**

La protezione contro eventuali contatti diretti sarà realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e con l'utilizzo di involucri che si possono rimuovere solo con idonei attrezzi (CEI 64-8/7 par. 412).

### **3.4 Scelta dei materiali in relazione al rischio di incendio**

Nel seguito sono indicate le caratteristiche dei materiali e delle tipologie installative in relazione al rischio di incendio:

- Quadri elettrici: involucri e strutture di sostegno in lamiera d'acciaio zincato e/o materiali termoplastici autoestinguenti; i cablaggi interni saranno realizzati con cavi non propaganti l'incendio. Tutti i materiali plastici utilizzati per canalette, morsettiere, involucri di apparecchiature, supporti etc. saranno di tipo autoestinguente.
- Cavi elettrici: rispondenti al regolamento UE 305/11 prodotti da costruzione CPR con classe di reazione al fuoco Cca-s3, d1, a3.

Tutti i materiali plastici (tubazioni, cassette ecc.) saranno di tipo autoestinguente.

### **3.5 Protezione lato c.c.**

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

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

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

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

### **3.6 Protezioni contro le sovratensioni**

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

## **4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO**

Il dimensionamento dell'impianto elettrico dei servizi ausiliari sarà effettuato con riferimento ai seguenti dati:

- Potenza assorbita dagli utilizzatori
- Coefficiente di contemporaneità di servizio
- Massima caduta di tensione ( $\Delta V\%$ ) in conformità alle Norme CEI 64-8/7 par. 525.

### **4.1 Cavi elettrici**

La sezione dei cavi è determinata riferendosi alle tabelle CEI – UNEL vigenti, in base al tipo di cavo ed alle condizioni di posa, oltre che alla corrente "I<sub>b</sub>" assorbita dal circuito utilizzatore ed alla massima caduta di tensione ammessa.

### **4.2 Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti**

A monte di ogni circuito sono stati installati interruttori automatici magnetotermici, aventi le seguenti caratteristiche:

- Potere d'interruzione (P.d.I.) adeguato al valore di corrente di cortocircuito (I<sub>cc</sub>) presunta nel punto di installazione (quadro elettrico).
- Portata nominale "I<sub>n</sub>" in funzione del carico "I<sub>b</sub>" del circuito sotteso.
- Caratteristiche di intervento idonee per la protezione delle condutture, in modo da soddisfare le condizioni di protezione:
  - a)  $I_z \geq I_n \geq I_b$  (Protezione contro i sovraccarichi, Rif. CEI 64 – 8/4 – Par. 433.2)
  - b)  $I^2 t \leq K^2 S^2$  (Protezione contro i cortocircuiti, Rif. CEI 64 – 8/4 – Par. 434.3)

dove:

I<sub>z</sub> = portata in regime del cavo

I<sub>n</sub> = corrente nominale dell'interruttore (se l'interruttore è regolabile la corrente "I<sub>n</sub>" corrisponde alla corrente di regolazione)

I<sub>b</sub> = corrente assorbita dal circuito utilizzatore

## **5 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

### **5.1 Caratteristiche generali della centrale fotovoltaica**

La centrale fotovoltaica per la produzione di energia elettrica in oggetto avrà le seguenti caratteristiche generali:

- Potenza nominale dei moduli fotovoltaici installati pari a circa 22,1 MWp;
- Inverter per la conversione statica dell'energia elettrica interne alle aree di centrale, di cui N. 132 inverter da 150kW ognuno per un totale di 19,8 MW;
- Inverter per la conversione statica dell'energia elettrica interne alle aree di centrale, di cui N. 2 inverter da 150kW, tarato alla potenza massima di 100kW, ognuno per un totale di 200 kW;
- Il totale della potenza di inverter installata è di 20MW;
- n° 8 Cabine di trasformazione 600/36000 V posizionate in punti baricentrici dei vari sottocampi;
- n° 1 Cabine smistamento;
- n° 1 Cabina di ricezione posizionata in adiacenza alla cabina smistamento;
- n° 1 Cabina degli ausiliari dell'impianto di accumulo in adiacenza dell'area del sistema di accumulo
- Rete elettrica interna a 36 kV che collega le varie cabine di trasformazione dei sottocampi elettrici, da queste fino alla cabina di smistamento del campo fotovoltaico e da questa alla cabina di ricezione;
- Cavi di collegamento a 36kV per la connessione della cabina di ricezione con il punto di connessione;
- Cavi in fibra ottica per la connessione delle varie cabine fino alla cabina di Ricezione e da questa verso il punto di connessione;
- Rete telematica in fibra ottica interna, per il monitoraggio e il controllo dell'impianto fotovoltaico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;
- Rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (movimentazione tracker, controllo, illuminazione, ecc...).

## **5.2 Generatore fotovoltaico**

I moduli fotovoltaici saranno montati su strutture con inseguitore monoassiale dotati di una tecnologia elettromeccanica per seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione orizzontale Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione.

Le strutture in oggetto saranno disposte secondo file parallele sul terreno; la distanza tra le file è calcolata in modo che l'ombra della fila antistante non interessi la fila retrostante per inclinazione del sole sull'orizzonte pari o superiore a quella che si verifica a mezzogiorno del solstizio d'inverno nella particolare località.

In caso di indisponibilità degli stessi sul mercato, o sulla base di altre valutazioni di convenienza tecnico-economica, si stabilisce fin da adesso la possibilità di sostituire le strutture con altre con simili per caratteristiche elettriche e meccaniche.

Le stringhe sono composte da n.28 moduli montati su unica struttura, con asse di rotazione orizzontale, su due strutture da n.14 moduli ognuna o su quattro strutture da n.7 moduli ognuna

In totale il progetto prevede l'installazione di n.1205 stringhe.

**650~665W**

POWER RANGE

**0~+5W**

POWER TOLERANCE

**21.4%**

MAX. MODULE EFFICIENCY

**≤ 2.0%**

FIRST YEAR POWER DEGRADATION

**≤ 0.55%**

YEAR 2-25 POWER DEGRADATION

## Electrical Specifications

**STC:** Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25° C, AM=1.5

	650	655	660	665
Rated output (P <sub>mp</sub> / Wp)	650	655	660	665
Rated voltage (V <sub>mp</sub> / V)	37.45	37.65	37.85	38.05
Rated current (I <sub>mp</sub> / A)	17.36	17.41	17.45	17.50
Open circuit voltage (V <sub>oc</sub> / V)	45.28	45.48	45.68	45.88
Short circuit current (I <sub>sc</sub> / A)	18.43	18.48	18.53	18.58
Module efficiency	20.9%	21.1%	21.2%	21.4%

**NMOT:** Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20° C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

	489.5	493.2	497.0	500.7
Rated output (P <sub>mp</sub> / Wp)	489.5	493.2	497.0	500.7
Rated voltage (V <sub>mp</sub> / V)	35.09	35.28	35.46	35.63
Rated current (I <sub>mp</sub> / A)	13.96	13.99	14.03	14.06
Open circuit voltage (V <sub>oc</sub> / V)	42.55	42.75	42.95	43.15
Short circuit current (I <sub>sc</sub> / A)	14.82	14.87	14.92	14.97

## Temperature Ratings (STC)

Temperature coefficient (P <sub>mp</sub> )	-0.34%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (I <sub>sc</sub> )	+0.04%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (V <sub>oc</sub> )	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	30 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41 ± 2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V <sub>DC</sub>

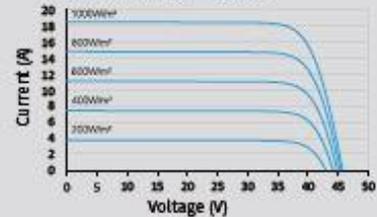
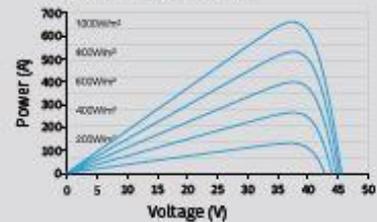
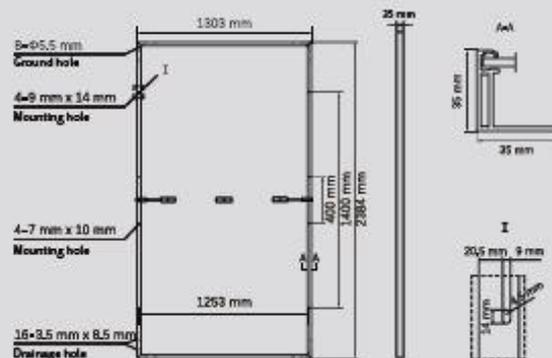
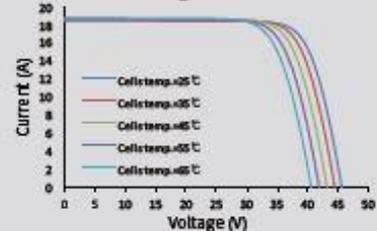
## Operating Parameters

## Mechanical Specifications

Outer dimensions (L x W x H)	2384 x 1303 x 35 mm
Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	132 (6*22)
Frame technology	Aluminum, silver anodized
Front glass thickness	3.2 mm
Cable length (IEC/UL)	Portrait: 350 mm; Landscape: 1400 mm
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm <sup>2</sup> / 12 AWG
Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Connector type (IEC/UL)	HCB40 / MC4-EVO2 (optional)
Module weight	34.8 kg (Tolerance +/- 1.0kg)
Packing unit	31 pcs / box (Subject to sales contract)
Weight of packing unit (for 40'HQ container)	1125 kg
Modules per 40'HQ container	527 pcs

① Refer to Astronergy crystalline installation manual or contact technical department.  
Maximum Mechanical Test Load=1.5 × Maximum Mechanical Design Load.

## Curve

**Current-Voltage (660W)****Power-Voltage (660W)****Current-Voltage (660W)***Figura 1 - Datasheet modulo fotovoltaico*

I moduli ipotizzati per definire layout e producibilità dell'impianto, sono di marca ASTRONERGY, modello ASTRO 6 TWINS CHSM66M-HC, in silicio monocristallino bifacciali, aventi ciascuno potenza nominale pari a 655 Wp.

In caso di indisponibilità degli stessi sul mercato, o sulla base di altre valutazioni di convenienza tecnico-economica, si stabilisce fin da adesso la possibilità di sostituire i moduli con altri con simili per caratteristiche elettriche e meccaniche.

Ciascun modulo fotovoltaico sarà dotato di diodi di by-pass, così da escludere la parte di modulo contenente una o più celle guaste/ombreggiate al fine di evitarne la contro alimentazione e conseguente danneggiamento (tali diodi saranno inclusi nella scatola di giunzione abbinata al modulo fotovoltaico stesso). Il collegamento tra i moduli di ogni stringa sarà realizzato, come indicato nella tavola di progetto.

### **5.3 Inverter di stringa**

La configurazione fra inverter e pannelli fotovoltaici è rilevabile dagli elaborati grafici. Il numero di inverter utilizzati è di 134, per un totale di 20 MW di potenza installata.

Nella presente versione progettuale, si fa riferimento al modello Sunny Highpower Peak3 150-20 della SMA, stabilendo fin da adesso la possibilità di sostituire gli stessi con altri simili per caratteristiche elettriche e dimensionali, in caso di indisponibilità sul mercato e/o in base a valutazioni di convenienza tecnico-economica al momento della realizzazione della centrale.

## SUNNY HIGHPOWER PEAK3 – Technical Data

Technical Data	Sunny Highpower 100-20	Sunny Highpower 150-20
<b>Input (DC)</b>		
Max. PV array power	150000 Wp	225000 Wp
Max. input voltage	1000 V	1500 V
MPP voltage range / rated input voltage	590 V to 1000 V / 590 V	880 V to 1450 V / 880 V
Max. input current / max. short-circuit current	180 A / 325 A	180 A / 325 A
Number of independent MPP trackers	1	1
Number of inputs	1 or 2 (optional) for external PV array junction boxes	
<b>Output (AC)</b>		
Rated power at nominal voltage	100000 W	150000 W
Max. apparent power	100000 VA	150000 VA
Nominal AC voltage / AC voltage range	400 V / 304 V to 477 V	600 V / 480 V to 690 V
AC grid frequency / range	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz	50 Hz / 44 Hz to 55 Hz 60 Hz / 54 Hz to 66 Hz
Rated grid frequency	50 Hz	50 Hz
Max. output current	151 A	151 A
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0 overexcited to 0 underexcited	
Harmonic (THD)	< 3%	< 3%
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	3 / 3-PE
<b>Efficiency</b>		
Max. efficiency / European efficiency	98.8% / 98.6%	99.1% / 98.8%
<b>Protective devices</b>		
Ground fault monitoring / grid monitoring / DC reverse polarity protection	● / ● / ●	● / ● / ●
AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / –	● / –
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●	●
Monitored surge arrester (type II) AC / DC	● / ●	● / ●
Protection class (according to IEC 62109-1) / overvoltage category (as per IEC 62109-1)	I / AC: III; DC: II	I / AC: III; DC: II
<b>General Data</b>		
Dimensions (W / H / D)	770 mm / 830 mm / 444 mm (30.3 in / 32.7 in / 17.5 in)	
Weight	98 kg (216 lbs)	
Operating temperature range	-25°C to +60°C (-13°F to +140°F)	
Noise emission (typical)	< 65 dB(A)	
Self-consumption (at night)	< 5 W	
Topology	transformerless	
Cooling method	OptiCool, active cooling, speed-controlled fan	
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65	
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100%	
<b>Features / function / accessories</b>		
DC connection / AC connection	Terminal lug (up to 300 mm <sup>2</sup> ) / Screw terminal (up to 150 mm <sup>2</sup> )	
LED display (Status / Fault / Communication)	●	
Ethernet interface	● (2 ports)	
Data interface: SMA Modbus / SunSpec Modbus / Speedwire, Webconnect	● / ● / ●	
Mounting type	Rack mounting	
OptiTrac Global Peak / Integrated Plant Control / Q on Demand 24/7	● / ● / ●	
Off-grid capable / SMA Fuel Save Controller compatible	● / ●	
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 years	● / ○ / ○ / ○	
Certificates and approvals (planned)	IEC 62109-1/-2, AR N-4110, AR N-4120, CEI 0-16, C10/11:2012, EN 50549, PEA 2017, DEWA	
Type designation	SHP 100-20	SHP 150-20

● Standard features ○ Optional features – Not available Data at nominal conditions Status: 1/ 2019

Figura 2 - Datasheet inverter

## 5.4 Producibilità impianto fotovoltaico

Parametri principali			
<b>Sistema connesso in rete</b>		<b>Sistema inseguitori con indetreggiamento (backtracking)</b>	
<b>Orientamento campo FV</b>		<b>Algoritmo dell'inseguimento</b>	<b>Campo con backtracking</b>
<b>Orientamento</b>		Ottimizzazione irraggiamento	N. di eliostati 4820 unità
Piano d'inseguimento, asse orizzon. N-S		Backtracking attivato	<b>Dimensioni</b>
Asse dell'azimut	0 °		Distanza eliostati 5.60 m
			Larghezza collettori 2.38 m
			Fattore occupazione (GCR) 42.6 %
			Phi min / max -/+ 55.0 °
			<b>Strategia Backtracking</b>
			Phi limits for BT -/+ 79.9 °
			Distanza tavole backtracking 5.60 m
			Larghezza backtracking 2.38 m
<b>Modelli utilizzati</b>		<b>Ombre vicine</b>	<b>Bisogni dell'utente</b>
Trasposizione	Perez	Ombre lineari	Carico illimitato (rete)
Diffuso	Importato	Ombreggiamento diffuso	
Circumsolare	componente diffusa		
<b>Orizzonte</b>			
Orizzonte libero			
<b>Sistema bifacciale</b>			
Modello	Calcolo 2D		
	eliostati illimitati		
<b>Geometria del modello bifacciale</b>		<b>Definizioni per il modello bifacciale</b>	
Distanza eliostati	5.60 m	Albedo dal suolo	0.30
ampiezza eliostati	2.38 m	Fattore di Bifaccialità	70 %
GCR	42.6 %	Ombreg. posteriore	5.0 %
Altezza dell'asse dal suolo	2.10 m	Perd. Mismatch post.	10.0 %
		Frazione trasparente della tettoia	0.0 %

Figura 3 - Caratteristiche impianto fotovoltaico per simulazione

## Risultati principali

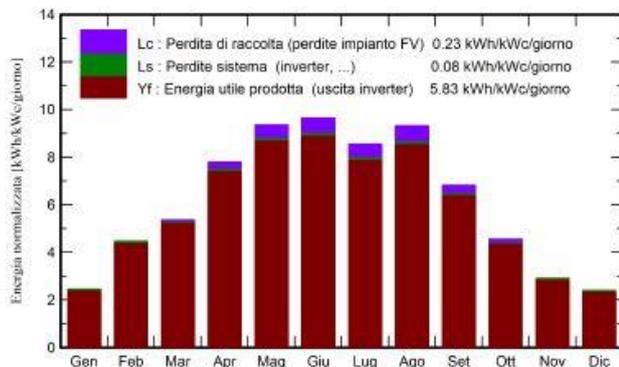
### Produzione sistema

Energia prodotta 47007.57 MWh/anno

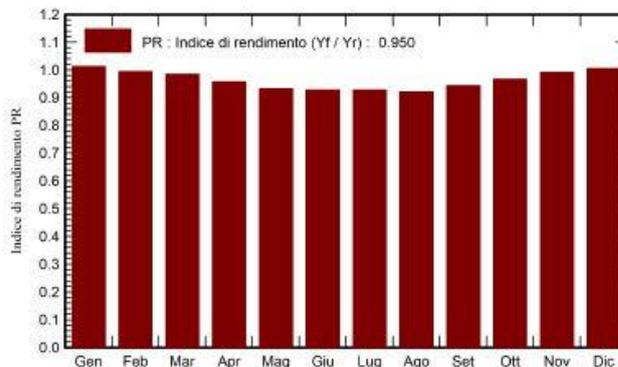
Prod. Specif.  
Indice rendimento PR

2127 kWh/kWp/anno  
95.00 %

### Produzione normalizzata (per kWp installato)



### Indice di rendimento PR



### Bilanci e risultati principali

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
Gennaio	57.3	30.35	9.62	74.5	73.5	1686	1667	1.012
Febbraio	90.9	31.39	10.33	124.7	122.8	2772	2739	0.994
Marzo	128.8	53.79	12.22	166.3	164.1	3664	3618	0.985
Aprile	179.3	60.67	14.21	233.9	231.2	5013	4945	0.957
Maggio	222.3	71.08	18.25	290.3	287.3	6064	5982	0.933
Giugno	224.5	71.40	20.46	289.2	286.0	6005	5925	0.927
Luglio	208.4	71.67	23.19	264.8	262.0	5501	5429	0.928
Agosto	217.0	56.08	23.69	289.0	286.0	5964	5885	0.921
Settembre	155.2	54.64	22.63	204.8	202.1	4323	4269	0.943
Ottobre	106.5	43.93	18.70	141.2	139.1	3050	3014	0.966
Novembre	64.7	32.47	14.37	87.2	85.8	1931	1909	0.991
Dicembre	55.0	26.73	10.14	73.2	71.8	1644	1626	1.005
Anno	1709.9	604.21	16.52	2239.0	2211.8	47616	47008	0.950

#### Legenda

GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.		
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		

Figura 4 - Produzione impianto fotovoltaico

22FV009 BUSIA - PANNELLI 655W BIFACCIALI - AGRIVOLTAICO 5,6 m						
	tot pannelli	potenza [kW]	produttività	N. inv	potenza installata [kVA]	energia [MWh/a]
C.1.1	3.192	2.091		12	1.800	
C.1.2	3.640	2.384		14	2.100	
C.1.3	4.620	3.026		18	2.700	
C.1.4	4.620	3.026		18	2.700	
C.1.5	4.592	3.008		18	2.700	
C.1.6	4.536	2.971		18	2.700	
C.1.7	4.396	2.879		18	2.700	
C.1.8	3.808	2.494		16	2.400	
C.1.8.17-18	336	220		2	200	
<b>TOT</b>	<b>33.740</b>	<b>22.100</b>	<b>2.127</b>	<b>134</b>	<b>20.000</b>	<b>47.008</b>

Figura 5 – Produzione totale

In Figura 5 è possibile notare che la produzione annua simulata dell'impianto oggetto della presente relazione è di 47 GWh avendo un rendimento medio di circa 95 %.

## 5.5 Cabine

Il progetto prevede la realizzazione di:

- 8 cabine di trasformazione in posizione baricentrica rispetto agli inverter nei vari sotto-campi;
- Una cabina di smistamento;
- Una cabina di ricezione AT in adiacenza con la cabina di smistamento;
- Una cabina degli ausiliari per l'impianto di accumulo in adiacenza dell'area del sistema di accumulo.

La cabina di smistamento sarà collegata con una terna di conduttori in alluminio tipo 3x1x240 mm<sup>2</sup> ARE4H5EX - 26/45 kV alla cabina di ricezione, dalla quale partirà una terna di conduttori in alluminio tipo 3x1x240 mm<sup>2</sup> ARE4H5EX - 26/45 kV, verso il punto di connessione.

### 5.5.1 Cabina Ricezione

La cabina ricezione avrà dimensioni esterne di 5700x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 2 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 14 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.R per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM;
- UPS 2000VA, conforme alla CEI0-16, autonomia 1h per alimentazione protezioni quadro MT;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna;
- n.1 quadro Rack.

La cabina ricezione sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "CM-2" TV e SPI;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione generale (SPG e DDG);
- N°1 Scomparto "GBM" Risalita sbarre;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione interfaccia (SPI e DDI);

Il sistema di protezione generale "SPG" al quale è demandato il funzionamento del dispositivo generale "DG" è composto dai seguenti componenti:

- Relè di protezione 50-51-50N-51N-67N, con relativa alimentazione;
- N° 3 trasformatori amperometrici TA per la protezione della massima corrente di fase, con caratteristiche 300/5A – 10VA – 5P30;
- N° 1 trasformatore di corrente TA toroidale per la protezione contro i guasti a terra, con caratteristiche 100/1A – 2VA – classe di precisione conforme alla CEI 0-16;
- N° 3 trasformatori di tensione TV fase-terra per la protezione direzionale, con caratteristiche 50 VA – classe (0,5- 3P), fattore di tensione 1,9 per 30 s, valore di induzione di lavoro non superiore a 0,7T, rapporto di trasformazione tale da produrre una tensione secondaria sul circuito del triangolo aperto uguale a 100V in caso di guasto monofase franco a terra sulla rete MT.

Oltre il suddetto "SPG", i quadri d'utenza conterranno anche il dispositivo "SPI" (Sistema di protezione d'Interfaccia), al quale è demandato il funzionamento del dispositivo d'interfaccia "DDI", nonché il rinalzo per mancato intervento della protezione "DG", equipaggiato con i seguenti componenti:

- Relè di protezione 57-59-81>-81<-59V0-59Vi-27Vd
- N° 2 TV f-f dalle seguenti caratteristiche: 20000/100V – 50VA - Cl.0,5 – 3P – fatt. di tensione 1,2 per 30s.

### **5.5.2 Cabina Smistamento**

La cabina di smistamento avrà dimensioni esterne di 5700x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 2 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 15 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.S per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "SM" Unità arrivo con sezionatore;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione linea sistema di accumulo;
- N°3 Scomparto "DM1A" Protezione linea.

### **5.5.3 Cabine di trasformazione**

La cabina di trasformazione avrà dimensioni esterne di 5700x2480xh2990, sarà costituita da un unico vano e sarà completa di:

- n. 1 Porte e n. 2 finestre di aerazione;
- n. 1 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 11 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM;
- Quadro di parallelo inverter interruttori di protezione inverter e il dispositivo di generatore "Q-P.INV";
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.
- Il trasformatore BT/BT 0,600/0,400 kV, di potenza nominale 50 kVA alimentazione servizi ausiliari;

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea;
- N°1 Scomparto "SM" Unità con sezionatore partenza cavo;
- N°1 Scomparto "DM1A" Protezione trasformatore.

Il trasformatore MT/BT 36/0,600 kV, di potenza nominale indicata nella tabella riassuntiva, con isolamento ad olio sarà installato all'esterno della cabina ad una distanza minima di 3 metri ed è prevista la realizzazione della fossa di raccolta olio di raffreddamento come di norma.

#### 5.5.4 Tabella riassuntiva cabine

NOME CABINA	AUX	P. TRAFI	N. INVERTER
C1	SI	2500 kVA	12
C2	SI	2500 kVA	14
C3	SI	3150 kVA	18
C4	SI	3150 kVA	18
C5	SI	3150 kVA	18
C6	SI	3150 kVA	18
C7	SI	3150 kVA	18
C8	SI	3150 kVA	18

*Tabella 1: Riassunto cabine*

## **5.6 Alimentazione ausiliari**

Nelle cabine di trasformazione, l'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata dal quadro Q-P.INV a cui sarà installato un trasformatore 600/400 V e farà capo al quadro generale ausiliari (Q-AUX) che alimenterà:

- Gli impianti ausiliari del locale tecnico;
- La movimentazione dei tracker;
- L'impianto di videocontrollo TVCC ed il relativo impianto di illuminazione.

L'alimentazione del quadro Q.AUX.S, ovvero servizi ausiliari della cabina di smistamento sarà derivata dal Q.AUX.C8.

L'alimentazione del quadro Q.AUX.R, ovvero servizi ausiliari della cabina di ricezione sarà derivata dal Q.AUX.C8.

## 5.7 Impianto di accumulo

Il sistema di accumulo sarà ubicato in un'area interna all'impianto vicino la cabina di ricezione. Si tratta di un sistema di tipo "outdoor", adatto ad installazioni all'aperto con grado di protezione IP55. Il sistema di accumulo andrà ad assorbire i picchi di energia prodotta dall'impianto fotovoltaico andando poi, successivamente, ad immettere in rete l'energia accumulata in un secondo momento. Questo approccio è assimilabile al "Peak shaving" dell'energia prodotta, così facendo si va a ridurre lo squilibrio generato dall'immissione di tanta energia sulla rete. Si specifica anche che, per i motivi suddetti, il sistema di accumulo non andrà in alcun modo ad aumentare la potenza in immissione dell'impianto.

### 5.7.1 Architettura del sistema

Il sistema sarà composto da:

- N.2 trasformatori MT/BT 36000/690 V, di potenza nominale 3150kVA;
- N.6 unità di conversione (C-cab) con tensione di uscita in corrente continua fino a 1500V, di potenza nominale 1000kVA, per una potenza totale di 6MVA;
- N.6 unità di distribuzione DC (DC-cab), i quali forniscono i dispositivi per la connessione di tutti i pacchi batteria garantendo anche la loro protezione;
- N.2 unità di monitoraggio e controllo (M-cab), che agiscono da hub di comunicazione e raccolta informazioni;
- N. 90 unità batteria (B-cab), ogni blocco batteria, del tipo LFP, ha una capacità nominale di 372,7 kWh, per una capacità totale di 33,5 MWh.

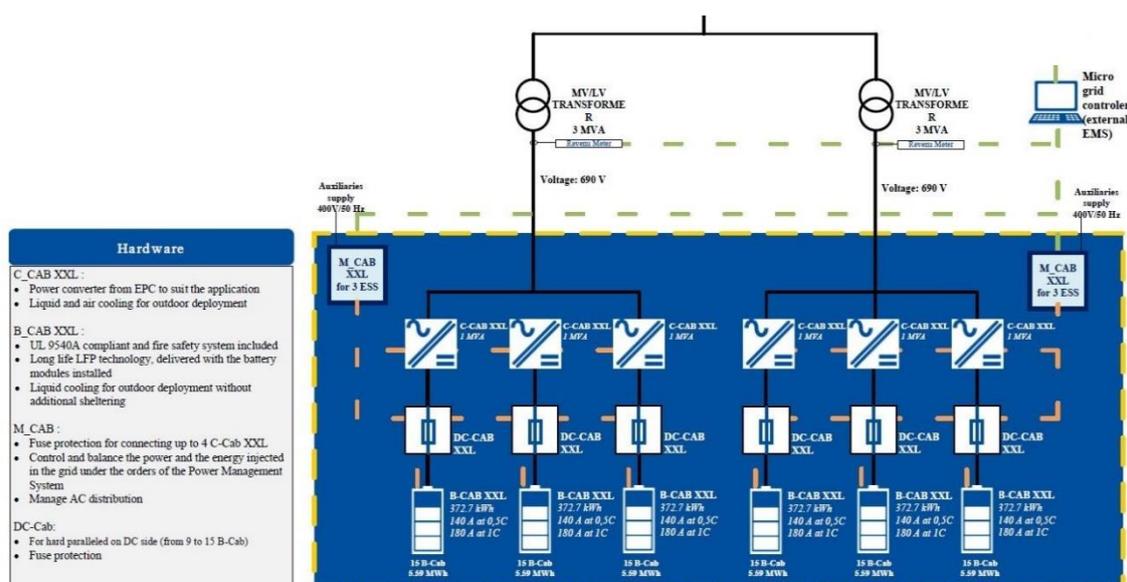


Figura 5: Architettura del sistema

In progetto sono previsti 3 sistemi di accumulo come quello precedente, ciascuno con una potenza di 6MVA e una capacità di 33,5 MWh, per un totale di 18MVA e 100,5 MWh.

### **5.7.2 Collegamento AT**

Il sistema di accumulo complessivo, sarà collegato alla Cabina di Smistamento. Da questa partirà una terna di cavi interrati tipo ARE4H5EX (3x1x185) mmq fino alla cabina Q.AUX all'interno del campo di accumulo. Alla cabina Q.AUX si collegheranno tutti i trasformatori del sistema di accumulo.

### **5.7.3 Cabina ausiliari (Q.AUX)**

La cabina ausiliari avrà dimensioni esterne di 10500x2480xh2590, sarà costituita da due vani separati e sarà completa di:

- n. 2 Porte e n. 4 finestre di aerazione;
- n. 3 aspiratori eolici in acciaio inox;
- n. 24 elementi in VTR per scomparti MT (800x250x40);
- n. 1 elemento in VTR per la copertura del cunicolo di accesso alla vasca di fondazione (1000x600x40);
- Quadro bassa tensione Q-AUX.A per alimentazione servizi ausiliari e impianto luci e FM di cabina;
- Il trasformatore AT/BT 36/0,400 kV, di potenza nominale di 50 kVA;
- UPS 2000VA autonomia 1h per alimentazione servizi ausiliari;
- Impianto illuminazione e prese;
- Rete di terra;
- n. 1 sistema passacavo a parete (minimo 80mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna.
- n.1 quadro Rack.

La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca sulle cui pareti verticali verranno predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Verranno altresì predisposti dei punti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

La cabina sarà allestita con:

- N°1 Scomparto "IM" Arrivo linea con sezionatore;
- N°1 Scomparto "SM" Unità con sezionatore e fusibile protezione trasformatore ausiliari;
- N°6 scomparto "DM1A" Protezione trasformatore".

## **5.8 Impianto di messa a terra**

### **5.8.1 Messa a terra lato cabine**

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dagli schermi metallici dei cavi AT, collegati a terra ad entrambe le estremità;
- dagli anelli di terra delle cabine, realizzati con tondino in rame di sezione almeno 50 mm<sup>2</sup>;
- da n. 4 picchetti in acciaio zincato, lunghezza almeno 1,5 m, posti ai vertici dell'anello delle cabine;
- dai nodi di terra delle cabine e dai conduttori di protezione ed equipotenziali.

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

### **5.8.2 Messa a terra lato campo fotovoltaico**

L'impianto di messa a terra sarà costituito:

- dalle strutture metalliche di sostegno dei moduli fotovoltaici collegate alla terra del capannone;
- dagli anelli di terra dei campi fotovoltaici, realizzati con tondino in rame di sezione almeno 35 mm<sup>2</sup>;
- dai collegamenti alla terra dell'impianto fotovoltaico posizionati nei quadri di controllo.

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

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

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

$S_p$  = Sezione del conduttore di protezione;

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

$t$  = Tempo di intervento del dispositivo di protezione;

$K$  = Valore caratteristico del conduttore.