



**REGIONE TOSCANA**  
**PROVINCIA DI GROSSETO**  
**COMUNE DI ORBETELLO**



**FV02\_ORBETELLO**

**PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19,75 MW<sub>p</sub>**

UBICAZIONE IMPIANTO:  
 Strada vicinale del Guinzone, snc  
 58015 - Orbetello (GR)

Foglio 31-32, particelle 205-300-628; 139-148-149-150-340-341-358

ITER AUTORIZZATIVO:

VIA – Valutazione di Impatto Ambientale

D.Lgs. n. 152/2006 artt. 23

P.A.S. - Procedura Abilitativa Semplificata ai sensi dell'art. 6 comm. 9bis - D.Lgs. n.28 del 03-03-2011

TITOLO		RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO				
CODICE COMMESSA <i>Job Code</i>	TIPO PROG. <i>Proj. Type</i>	TIPO ELAB. <i>Design type</i>	ID ELAB. <i>Design ID</i>	CATEGORIA <i>Class</i>	LINGUA <i>Language</i>	REVISIONE <i>Revision</i>
FV02	PD	RE	05	EL	IT	01
REV. 2						
REV. 1			26/09/2023	V. LA SCHIAZZA	E. TRUOCCHIO	A. COSTANTINI
REV. 0	EMISSIONE		14/07/2023	V. LA SCHIAZZA	E. TRUOCCHIO	A. COSTANTINI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

COMMITTENTE:

**ERMES S.p.A.**

Piazza Albania, 10 – 00153, Roma, Italia  
 Tel: + 39 06 94838941  
 www.ermesgroup.it  
 info@ermesgroup.it  
 ermes@pec.ermesgroup.it  
 C.F.: 12730811002  
 P.IVA: IT12730811002

PROGETTISTA:

**ERMES**  
 SOLAR SOLUTION



## INDICE

<b>1.    PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1    UBICAZIONE E GENERALITA' SULL'INTERVENTO .....	3
1.2    DESCRIZIONE SOMMARIA DEL SITO .....	3
1.3    DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO .....	3
1.4    PRINCIPALI COMPONENTI DELL'IMPIANTO ELETTRICO .....	4
<b>2.    RISPONDE A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI.....</b>	<b>4</b>
2.1    CONFORMITÀ AL PROGETTO ED ALLA REGOLA GENERALE DELLA "BUONA TECNICA" .....	4
2.2    NORMATIVE APPLICABILI.....	4
<b>3.    IL CAMPO FOTOVOLTAICO, L'IMPIANTO BT.....</b>	<b>5</b>
3.1    IL MODULO FOTOVOLTAICO.....	5
3.2    LE STRINGHE .....	5
3.3    GLI INVERTER .....	6
3.4    IL CAMPO.....	8
3.5    I CONDUTTORI DEL CAMPO FV.....	8
3.5.1 Il "Cavo Solare" .....	8
<b>4    L'IMPIANTO MT .....</b>	<b>9</b>
4.1    LE CABINE ELETTRICHE .....	9
4.2    I QUADRI MT.....	9
4.2.1    GENERALITÀ.....	9
Dati Ambientali.....	9
Dati Dimensionali .....	10
Dati Elettrici .....	10
Rispondenza alle Norme.....	10
4.2.2    LA STRUTTURA DEI QMT.....	10
Cella Apparecchiature e Arrivo Cavi .....	11
Cella Sbarre.....	11
Cella Strumenti e Circuiti di Bassa Tensione .....	11
Materiali Isolanti.....	12

La Messa a Terra dei Quadri MT.....	12
Interblocchi.....	12
Interruttori di Media Tensione .....	12
Interruttore di Manovra (IMS) e Sezionatore Sotto Vuoto .....	13
Trasformatori di Corrente .....	13
Fusibili MT.....	13
<b>5      QUADRI ELETTRICI BT E LINEE DI DISTRIBUZIONE .....</b>	<b>14</b>
5.1      QUADRI ELETTRICI .....	14
5.1.1      Caratteristiche meccaniche generali .....	14
5.1.2 Normative.....	14
5.2      LE LINEE DELLA DISTRIBUZIONE .....	14
5.2.1      Protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti .....	14
5.2.2      Protezione contro i contatti indiretti.....	14
5.2.3      Cadute di tensione delle linee di distribuzione .....	14
<b>6      LE PROTEZIONI: PROTEZIONE GENERALE E PROTEZIONE DI INTERFACCIA....</b>	<b>15</b>
6.1      LA PROTEZIONE GENERALE .....	15
6.2      LA PROTEZIONE DI INTERFACCIA.....	15
<b>7      IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>16</b>
7.1 LA TERRA DELLA CABINA DI RICEZIONE.....	16

	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>3/18</b>

## 1. PREMESSA

### 1.1 UBICAZIONE E GENERALITA' SULL'INTERVENTO

Comune di Orbetello 58015 (GR)

Nome Impianto: FV02\_ORBETELLO

Potenza Nominale: 19,75 MW in DC, 17,40 MW in AC

### 1.2 DESCRIZIONE SOMMARIA DEL SITO

L'impianto sarà installato su terreno agricolo, incolto, prevalentemente pianeggiante avente una pendenza media di 2,0%.

### 1.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

L'impianto elettrico del generatore fotovoltaico è interessato dalle seguenti lavorazioni:

Impianto in Bassa Tensione:

- Realizzazione di stringhe di Moduli
- Collegamenti delle stringhe agli inverter
- Collegamenti degli inverter ai Quadri Generali di Parallelo
- Collegamento dei quadri generali ai trasformatori elevatori di tensione BT/MT
- Impianto in Bassa Tensione per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari

Impianto in Media Tensione a 15 kV:

- Collegamento dei Trasformatori ai quadri di Media Tensione in Cabina Utente
- Collegamento dei Quadri MT Utente alle cabine di Ricezione prossime alle Cabine di allaccio

Il progetto interessa essenzialmente:

- Progetto quadri elettrici;
- Verifica della sezione dei cavi e della protezione dalle sovracorrenti
- Verifica del requisito di portata e massima caduta ammissibile pari al 2%
- Verifica del coordinamento delle protezioni per la selettività di intervento
- Verifica della protezione dai contatti indiretti

**ERMES** S.p.A

Sede: Piazza Albania 10 – 00153 Roma, Italia

C.F. | P. IVA: IT 12730811002

Iscr. R.E.A. RM – 1396086 Cap. Soc. € 1.500.000,00 i.v.

info@ermesgroup.it

www.ermesgroup.it

Tel. +39 06 94838941

Certificazioni:

ISO 9001:2015 CERT. N. SC 20-4612

UNI EN ISO 14001:2015 CERT.N.711294



	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>4/18</b>

## 1.4 PRINCIPALI COMPONENTI DELL'IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto agrivoltaico è costituito dai seguenti componenti principali:

- Moduli / Strutture di supporto ad inseguimento
- Inverter di stringa
- Quadri di parallelo inverter
- Trasformatori elevatori di tensione BT/MT
- Quadri di Media Tensione a protezione Trasformatori
- Quadri di Media Tensione di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale

Le correnti di corto circuito all'ingresso dei quadri in progetto sono dipendenti dalla sorgente di alimentazione, dalla lunghezza della linea e dalla sua conformazione; pertanto, sono calcolate dai dati di partenza forniti dal quadro di alimentazione.

## 2. RISPONDEZZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

### 2.1 CONFORMITÀ AL PROGETTO ED ALLA REGOLA GENERALE DELLA "BUONA TECNICA"

Tutte le principali caratteristiche degli impianti stessi saranno conformi al:

D.lgs. n. 81 del 9/04/2008 - Testo Unico Sulla Salute e Sicurezza Sul Lavoro

Testo coordinato con il D.lgs. n. 106 e succ. del 3/08/2009 e per quanto applicabile Decreto del Ministero dello sviluppo economico n. 37 del 22/01/2008 - "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici."

### 2.2 NORMATIVE APPLICABILI

Leggi e regolamenti Regionali e Comunali di competenza, Prescrizioni VV. F, ed I.S.P.E.S.L.

Tutte le normative di settore vigenti ed in particolare:

- **CEI 11-17** - Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica linee in cavo.
- **CEI 11-27** - Lavori su impianti elettrici
- **CEI 23-51 Fascicolo: 7204 Edizione: Seconda** - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- **CEI 11-8** - Impianti di protezione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica Impianti di terra.
- **CEI 64-8** - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.

**ERMES** S.p.A

Sede: Piazza Albania 10 – 00153 Roma, Italia  
 C.F. | P. IVA: IT 12730811002  
 Iscr. R.E.A. RM – 1396086 Cap. Soc. €. 1.500.000,00 i.v.

info@ermesgroup.it  
 www.ermesgroup.it  
 Tel. +39 06 94838941

Certificazioni:  
 ISO 9001:2015 CERT. N. SC 20-4612  
 UNI EN ISO 14001:2015 CERT.N.711294



- **CEI 64-14** - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
- **CEI 17-13** - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra (quadri BT).
- **CEI 20-22** - Cavi non propaganti l'incendio.
- **CEI 20-36** - Cavi resistenti al fuoco e il metodo per la loro prova.
- **CEI 20-37** - Cavi a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi.
- **CEI 20-38** - Cavi isolati e rivestiti con materiale avente ridotta emissione di fumi e gas tossici/corrosivi.
- **CEI EN 61439-1 (02/2012)** - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- **CEI EN 60947-1 (02/2008)** - Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali
- **CEI EN 60947-1 A1 (09/2012)** - Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali
- **CEI EN 60947-1 A2 (10/2015)** - Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali
- **CEI UNEL 350230 (07 2012)** - Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione

### 3. IL CAMPO FOTOVOLTAICO, L'IMPIANTO BT

#### 3.1 IL MODULO FOTOVOLTAICO

Nella seguente tabella riportiamo le caratteristiche dei moduli utilizzati:

CARATTERISTICHE DI UN MODULO	
Max. Power Output Pmax (W)	670
Power Tolerance	0~+3%
Max. Power Voltage Vmp (V)	38.48
Max. Power Current Imp (A)	17.42
Open Circuit Voltage Voc (V)	46.15
Short Circuit Current Isc (A)	18.43
Maximum Module Efficiency (%)	21.6

Tabella 1 – Caratteristiche del modulo Risen Energy Titan RSM132-8-645M-670M

#### 3.2 LE STRINGHE

I moduli vengono collegati in serie di 26 unità per formare una stringa.

	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>6/18</b>

Le stringhe costituiscono, nell'insieme, un generatore che avrà a vuoto la tensione somma delle tensioni dei moduli di cui è costituito, e potrà fornire in corto circuito la corrente di ogni modulo. La potenza di picco sarà quella della somma di tutti i moduli. Pertanto, una stringa sarà caratterizzata da:

CARATTERISTICHE DI UNA STRINGA DI 26 MODULI	
Max. Power Output Pmax (W)	670 x 26 = 17420
Open Circuit Voltage Voc (V)	46.15 x 26 = 1199.9
Short Circuit Current Isc (A)	18.43
Max. Power Voltage Vmp (V)	38.48 x 26 = 1000.48
Max. Power Current Imp (A)	17.42

*Tabella 2 - Caratteristiche di una Stringa di 26 Moduli*

### 3.3 GLI INVERTER

Gli inverter sono adibiti a trasformare l'energia prelevata dai moduli del campo (sotto forma di tensione e corrente continue) in energia sotto forma di tensione e corrente alternate.

Gli inverter utilizzati hanno le caratteristiche principali elencate nel seguente datasheet (HUAWEI SUN2000-330KTL-H1):

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	-25 °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	IP66
Topology	Transformerless

SOLAR.HUAWEI.COM

**Figura 1 - Datasheet inverter Huawei SUN2000-330KTL-H1**

**ERMES S.p.A**

Sede: Piazza Albania 10 – 00153 Roma, Italia  
 C.F. | P. IVA: IT 12730811002  
 Iscr. R.E.A. RM – 1396086 Cap. Soc. €. 1.500.000,00 i.v.

info@ermesgroup.it  
 www.ermesgroup.it  
 Tel. +39 06 94838941

Certificazioni:  
 ISO 9001:2015 CERT. N. SC 20-4612  
 UNI EN ISO 14001:2015 CERT.N.711294



	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>8/18</b>

In ingresso a **58 inverter** saranno collegate in totale **1134 stringhe**.

Per trasferire in rete la potenza desiderata verranno installati:

- **n. 9 trasformatori elevatori da 2000 kVA**

Pertanto, a 5 trasformatori perverranno 6 inverter da 300 kW ciascuno, ai restanti 4 ne perverranno 7.

### 3.4 IL CAMPO

L'impianto fotovoltaico è composto da **1134 stringhe da 26 moduli installati su strutture ad inseguimento 1P** con asse di rotazione intorno alla direttrice Nord-Sud, permettendo al piano dei pannelli di seguire la rotazione del sole Est-Ovest.

Si possono individuare 58 sottocampi, uno per ogni inverter (per la divisione in sottocampi si fa riferimento all'elaborato grafico FV02\_PD.24.EL.EG.IT.00 - Schema Elettrico Unifilare)

Riassumendo, l'intero campo sarà costituito da:

- **29484 Moduli FV** da 670 W<sub>p</sub>, suddivisi in **1134 stringhe** che forniranno complessivamente **19,754 MW<sub>p</sub>**,
- **58 inverter** che a meno delle perdite di conversione (<1% nelle migliori condizioni) forniranno complessivamente **17,400 MW**.

Nello schema unifilare che fa parte integrante del progetto si possono distinguere i moduli riuniti in stringhe e la suddivisione sugli Inverter cui queste ultime fanno capo.

### 3.5 I CONDUTTORI DEL CAMPO FV

#### 3.5.1 Il "Cavo Solare"

Il Cavo unipolare rosso o nero di collegamento delle stringhe agli inverter sarà costituito da un cavo unipolare di caratteristiche adatte: H1Z2Z2-K che presenta una tensione di isolamento di 1800 V anche verso terra e una tensione di prova di 6,3 kV.

La sezione di 6 mm<sup>2</sup> ha una portata sufficiente per la corrente di stringa.

La caduta di tensione percentuale anche per percorsi molto lunghi non supera il 2% anche alla massima potenza.

	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>dc</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>9/18</b>

## 4 L'IMPIANTO MT

### 4.1 LE CABINE ELETTRICHE

Il box prefabbricato che contiene il QEGA contiene anche il trasformatore e lo scomparto di Media Tensione che lo alimenta. Pertanto, l'insieme si chiamerà "Cabina di Trasformazione" o "**Cabina Utente**".

La **Cabina di Ricezione** avente dimensioni esterne mm 2500 x 4000 x 2700 (P x L x H), posta in vicinanza della cabina di consegna, sarà invece costituita da un unico locale in cui verranno installate:

- Arrivo da Cabina di Consegna con Protezione Generale
- TA e TV di misura per il dispositivo d'interfaccia e per il rilievo di energia immessa e prelevata in rete
- Sezionatori e partenze per i trasformatori presenti nelle Cabine Utente

La **Cabina di Consegna** e-distribuzione, di dimensioni 2500 x 6700 x 2700 (P x L x H), è costituita da:

- Il locale consegna Ente Distributore (d'ora in poi e-distribuzione)
- Il locale Misure.

La Cabina Utente è costituita da un mono box prefabbricato in c.a.v. avente dimensioni esterne mm 2500 x 7850 x 2900 - (P x L x H) per la configurazione con un unico trasformatore e dimensioni di mm 2500 x 12280 x 2900 - (P x L x H) in configurazione da due trasformatori.

Nel locale Utente i quadri di Media Tensione, con grado di isolamento a 24 kV, sono realizzati con armadi modulari aventi la struttura in lamiera di acciaio e sono costituiti, da una cella contenente l'interruttore MT sottovuoto con funzione di Dispositivo Generale completo di sganciatore a mancanza di tensione, asservito alla PG come da norma 0-16, e relativi trasformatori di corrente.

Il potere di interruzione minimo dell'interruttore previsto è di 16 kA e comunque adeguato alla corrente di guasto monofase comunicata da Terna nel punto di installazione. La corrente nominale delle sbarre è di 630A.

### 4.2 I QUADRI MT

#### 4.2.1 GENERALITÀ

I Quadri MT (QMT) sono formati, in generale, da scomparti di tipo normalizzato affiancati, ognuno costituito dalle seguenti celle:

- cella apparecchiature ed arrivo cavi
- cella sbarre
- cella apparecchiature di bassa tensione

#### Dati Ambientali

I dati si intendono riferiti al locale ove è installato il quadro.

- Temperatura ambiente: max 40 °C - min. -5°C

	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>10/18</b>

- Umidità relativa: 95% massima

### Dati Dimensionali

Lo scomparto base ha le seguenti dimensioni di ingombro:

- Larghezza standard: 500 - 750 mm
- Profondità max: 1000 mm
- Altezza max: 2000 mm

### Dati Elettrici

TENSIONE DI ISOLAMENTO	24 kVrms
TENSIONE DI ESERCIZIO	15 kV
NUMERO DELLE FASI	3
TENSIONE DI TENUTA AD IMPULSO 1.2/50 ms A SECCO VERSO TERRA E TRA LE FASI (VALORE DI CRESTA)	170 kV
TENSIONE DI TENUTA A FREQUENZA INDUSTRIALE PER UN MINUTO A SECCO VERSO TERRA E TRA LE FASI	70 kVrms
FREQUENZA NOMINALE	50 Hz
CORRENTE NOMINALE SBARRE	630 A
CORRENTE NOMINALE DERIVAZIONI	630 A
CORRENTE DI BREVE DURATA NOMINALE AMMISSIBILE (3s)	20
CORRENTE AMMISSIBILE DI PICCO NOMINALE	31,5 kA
POTERE D'INTERRUZIONE DEGLI INTERRUTTORI	20 kA
CICLO DI OPERAZIONI DELL'INTERRUTTORE:	O-3min-CO-3min-CO
OPPURE:	O-0,3s-CO-15s-CO

Tabella 3 – Dati elettrici

### Rispondenza alle Norme

I QMT rispondono essenzialmente alle seguenti Norme CEI:

- CEI 17-6,
- CEI 17-9,
- CEI 17-1,
- CEI EN 62271-200.

#### 4.2.2 LA STRUTTURA DEI QMT

I QMT sono realizzati in esecuzione protetta adatti per installazione all'interno.

La struttura portante è realizzata con lamiera d'acciaio autoportante di spessore non inferiore a 2 mm e adeguatamente protetta contro la corrosione.

Gli accoppiamenti meccanici tra gli scomparti sono realizzati a mezzo di bulloni, mentre sulla base della struttura portante sono previsti i fori per il fissaggio al pavimento di ogni unità.

L'involucro metallico di ogni scomparto comprende:

## ERMES S.p.A

Sede: Piazza Albania 10 – 00153 Roma, Italia  
 C.F. | P. IVA: IT 12730811002  
 Iscr. R.E.A. RM – 1396086 Cap. Soc. € 1.500.000,00 i.v.

info@ermesgroup.it  
 www.ermesgroup.it  
 Tel. +39 06 94838941

Certificazioni:  
 ISO 9001:2015 CERT. N. SC 20-4612  
 UNI EN ISO 14001:2015 CERT.N.711294



	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>11/18</b>

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali, predisposte per la chiusura dall'esterno con pannelli intercambiabili
- un pannello di copertura della cella sbarre smontabile dall'esterno e fissato con viti
- una porta o un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature. Tale porta o pannello, incernierata sul lato sinistro dello scomparto, è interbloccata con le apparecchiature in modo da garantire l'accesso in assoluta sicurezza come previsto nella descrizione delle varie unità. È anche previsto un oblò di ispezione della cella apparecchiature.
- nel caso di necessità per il sollevamento di ciascuno scomparto si prevede il montaggio di due golfari o ganci di dimensioni adeguate.

Le pareti posteriori e laterali di ciascun scomparto sono fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno.

Il grado di protezione dell'involucro esterno è IP30 (IP2XC norme IEC).

### Cella Apparecchiature e Arrivo Cavi

La cella apparecchiature ed arrivo cavi è sistemata nella parte inferiore frontale dello scomparto con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile e messa a terra.

La cella contiene le apparecchiature descritte nella scheda tecnica particolare secondo la tipologia dello scomparto.

Con la porta della cella apparecchiature aperta viene assicurato il grado di protezione IP20 verso la cella sbarre e verso gli scomparti adiacenti.

### Cella Sbarre

La cella sbarre è ubicata nella parte superiore dello scomparto e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico. Le sbarre attraverseranno gli scomparti senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

La cella sbarre è segregata da quella delle apparecchiature tramite l'interruttore di manovra sezionatore o il sezionatore a vuoto isolati in aria al fine di garantire l'accesso del personale alla cella apparecchiature con le sbarre in tensione nelle necessarie condizioni di sicurezza.

La segregazione è realizzata con l'interposizione di una chiusura metallica.

### Cella Strumenti e Circuiti di Bassa Tensione

L'eventuale cella strumenti è posizionata sulla parte superiore frontale dello scomparto, al di sopra della cella apparecchiature e terminali cavi ed è corredata di una portella incernierata con chiavistelli.

Essa conterrà le morsettiere per l'allacciamento di cavetti ausiliari, i relè di protezione, gli strumenti e quanto altro specificato nella scheda tecnica particolare.

Tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura sono contrassegnate con opportune targhette identificative.

La cavetteria dei circuiti ausiliari è contrassegnata da opportune fascette segna filo in corrispondenza di ogni capocorda; lo schema elettrico unifilare dei circuiti ausiliari è allegato al quadro.

	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>12/18</b>

## Materiali Isolanti

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione degli scomparti sono di tipo autoestinguento e, inoltre, sono scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia. Particolare attenzione è posta alla riduzione del livello delle scariche parziali.

## La Messa a Terra dei Quadri MT

L'impianto di terra principale di ciascun scomparto è realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup> al quale sono collegati con trecce o sbarre di rame:

- i morsetti di terra dei vari apparecchi
- gli alberi principali dei dispositivi di manovra (con sezioni almeno di 30mm<sup>2</sup>)
- i supporti dei terminali cavi
- la porta della cella apparecchiature
- i telai di supporto dei TA e TV.

In prossimità di tali supporti è previsto un bullone destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi. La sbarra di terra di rame è di sezione non inferiore a 50 mm<sup>2</sup> ed è predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

## Interblocchi

Gli scomparti sono dotati di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature oppure la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto. In particolare, sono previsti almeno i seguenti interblocchi:

- blocco meccanico tra IMS (o sezionatore a vuoto) e sezionatore di terra: la chiusura del sezionatore di terra è subordinata all'apertura dell'IMS (o sezionatore a vuoto)
- blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso: è possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.
- blocco a chiave tra l'eventuale interruttore e sezionatore a vuoto: l'apertura del sezionatore a vuoto è subordinata all'apertura dell'interruttore
- blocco meccanico che impedisca la chiusura della portella a interruttore estratto

È, inoltre, previsto l'inserimento dei seguenti blocchi a chiave, definiti nella scheda tecnica particolare:

- sull'interruttore di manovra-sezionatore (o sezionatore a vuoto), estraibile in posizione di chiuso
- sul sezionatore di terra, estraibile in posizione di chiuso
- sul sezionatore di terra, estraibile in posizione di aperto

## Interruttori di Media Tensione

Gli interruttori sono del tipo ad interruzione sottovuoto.

Gli interruttori sono predisposti per ricevere il blocco previsto alla posizione 2.2.7, inoltre sono dotati dei seguenti accessori, definiti dettagliatamente nella scheda tecnica particolare:

## ERMES S.p.A

Sede: Piazza Albania 10 – 00153 Roma, Italia  
 C.F. | P. IVA: IT 12730811002  
 Iscr. R.E.A. RM – 1396086 Cap. Soc. € 1.500.000,00 i.v.

info@ermesgroup.it  
 www.ermesgroup.it  
 Tel. +39 06 94838941

Certificazioni:  
 ISO 9001:2015 CERT. N. SC 20-4612  
 UNI EN ISO 14001:2015 CERT.N.711294



	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>13/18</b>

- comando motorizzato
- comando manuale carica molle
- sganciatore di apertura con bobina a mancanza di tensione
- sganciatore di chiusura
- conta manovre meccanico
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore

Il comando meccanico dell'interruttore, del tipo laterale, è garantito dal costruttore per almeno 10000 manovre di apertura e chiusura.

Una manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando è tollerata a partire da 5000 manovre o ogni 5 anni. Il comando degli interruttori è del tipo ad accumulo di energia a mezzo di molle di chiusura ed apertura precaricate tramite motore; la carica manuale è possibile in caso di emergenza.

Le velocità di manovre in apertura e chiusura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando è a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17.1 e IEC 56.

### **Interruttore di Manovra (IMS) e Sezionatore Sotto Vuoto**

Per entrambe le apparecchiature è possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto tramite un apposito oblò di ispezione posto sulla porta dello scomparto.

L'IMS è normalmente utilizzato negli scomparti privi di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto è utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.

I comandi dei sezionatori sono sistemati sul fronte dello scomparto. Tutti gli apparecchi del quadro sono azionabili mediante la stessa leva asportabile. Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre è conforme alle norme CEI 16-5, (apertura IMS e chiusura ST nello stesso senso) ed è chiaramente indicato sul fronte dello scomparto. Entrambi gli apparecchi sono predisposti per i blocchi descritti al punto 2.2.7.

### **Trasformatori di Corrente**

I trasformatori di corrente sono conformi in prestazioni e classe di precisione a quanto prescritto nella CEI 0-16 ed. 2019.

Sono isolati in resina epossidica, adatti per installazione fissa all'interno delle unità ed esenti da scariche parziali.

### **Fusibili MT**

I fusibili sono del tipo ad alto potere di interruzione e adatti all'utilizzo per la tensione nominale del quadro. Il corpo isolante dei fusibili potrà essere in porcellana oppure in fibra di vetro.

Il Costruttore rende disponibili i certificati di prova del tipo dei fusibili e dell'interruttore di manovra sezionatore combinato con fusibili.

## **ERMES S.p.A**

Sede: Piazza Albania 10 – 00153 Roma, Italia  
 C.F. | P. IVA: IT 12730811002  
 Iscr. R.E.A. RM – 1396086 Cap. Soc. € 1.500.000,00 i.v.

info@ermesgroup.it  
 www.ermesgroup.it  
 Tel. +39 06 94838941

Certificazioni:  
 ISO 9001:2015 CERT. N. SC 20-4612  
 UNI EN ISO 14001:2015 CERT.N.711294



	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>dc</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>14/18</b>

## 5 QUADRI ELETTRICI BT E LINEE DI DISTRIBUZIONE

### 5.1 QUADRI ELETTRICI

#### 5.1.1 Caratteristiche meccaniche generali

L'impianto è dotato di due quadri di bassa tensione QEGA e QEAUX.

I due Quadri sono realizzati utilizzando carpenterie modulari con portella anteriore trasparente.

Il vano apparecchiature è dotato di pannelli anteriori modulari.

Le linee di uscita sono attestate alle morsettiere presenti nel vano inferiore e/o laterale.

Protezione a sportello chiuso IP 65. Protezione a sportello e pannelli modulari aperti IP20.

#### 5.1.2 Normative

Il quadro di parallelo delle linee provenienti dagli inverter di campo (QEGA) è conforme alla norma **CEI EN 61439-1 e 2**; il quadro che alimenta i servizi ausiliari delle cabine e del campo (QEAUX) è conforme alla norma **CEI 23- 51**.

Gli apparecchi in essi utilizzati sono conformi alle norme CEI relative.

### 5.2 LE LINEE DELLA DISTRIBUZIONE

#### 5.2.1 Protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti

Tutte le linee sono dotate ai fini della protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti di interruttore magnetotermico di adeguata portata in grado di permettere senza interventi intempestivi il passaggio della corrente di massimo carico e di proteggere nello stesso tempo il cavo da sovratemperatura.

#### 5.2.2 Protezione contro i contatti indiretti

Le linee della distribuzione sono protette all'origine da interruttore magnetotermico atto ad assicurare l'intervento in tempi inferiori a **0.4 s** con i valori minimi della corrente di corto circuito **Fase-PE**. Per tutte le linee è calcolata la corrente di corto circuito mediante l'anello di guasto. Per alcune linee sono utilizzati interruttori con protezione differenziale con soglia 30 mA che oltre alla protezione dai contatti indiretti realizza anche una ulteriore protezione dai contatti diretti.

#### 5.2.3 Cadute di tensione delle linee di distribuzione

La sezione delle linee è calcolata per assicurare una caduta di tensione < 4% per le linee in uscita dal QEAUX e una caduta di tensione < 2% per le linee di collegamento delle stringhe agli inverter e di collegamento degli inverter al QEGA.

## 6 LE PROTEZIONI: PROTEZIONE GENERALE E PROTEZIONE DI INTERFACCIA

### 6.1 LA PROTEZIONE GENERALE

La connessione per un impianto di produzione richiede alcune protezioni nei confronti dell'Ente fornitore la Protezione Generale di impianto e la Protezione di Interfaccia. Qui di seguito la tabella per le tarature elencate sulla Norma CEI 0-16 per la Protezione Generale:

Tabella 1 – Taratura del sistema di protezione generale						
Tipologia impianto	Descrizione Protezioni <sup>(1)</sup>	Soglie di intervento			Tempo di Intervento <sup>(5)</sup>	Note
	I> (51.S1) alfa	<sup>(6)</sup>			NIT	Richiusure escluse.
	I> (51.S1) beta	<sup>(6)</sup>			NIT	Richiusure escluse.
	I> (51.S1) K	<sup>(6)</sup>			NIT	Richiusure escluse.
	I> (51.S1)	<sup>(3)</sup> <sup>(6)</sup>	A		NIT	Richiusure escluse.
	I >> (51.S2)s	<sup>(3)</sup> <sup>(6)</sup>	A			s Richiusure escluse.
	I >> (51.S2)p	<sup>(3)</sup> <sup>(6)</sup>	A			s Richiusure escluse.
	I >>> (50.S3)	<sup>(3)</sup>	A			s Richiusure escluse.
Con protezione per i guasti a terra costituita SOLO da massima corrente omopolare	I <sub>0</sub> > (51N.S1) <sup>(2)</sup>	<sup>(3)</sup>	A			s Richiusure escluse.
Con protezione per i guasti a terra costituita da una direzionale di terra abbinata ad una massima corrente omopolare		V <sub>0</sub> <sup>(7)</sup>	I <sub>0</sub> <sup>(3)</sup>	Φ <sup>(4)</sup>		
	67N - NI <sup>(8)</sup>	V	A	°		s Sempre attiva. Richiusure escluse.
	67N - NC <sup>(8)</sup>	V	A	°		s Sempre attiva. Richiusure escluse.
	I <sub>0</sub> >> (51N.S2) <sup>(2)</sup>		A	<sup>(3)</sup>		s Richiusure escluse.

*Tabella 4 – Taratura del sistema di protezione generale*

I valori di taratura dipendono dall'Ente fornitore (e-distribuzione nel nostro caso) che li comunica prima di effettuare la connessione. Il Sistema di Protezione Generale consiste in un interruttore di Media Tensione (Dispositivo di PG) ed un relè elettronico (Relè di PG).

L'interruttore interviene essenzialmente per mezzo della lettura della corrente di fase o corrente verso terra, effettuata dal Relè elettronico opportunamente tarato.

Il Dispositivo di PG è situato all'ingresso dell'impianto e collegato direttamente allo scomparto MT di consegna all'interno della Cabina Terna.

### 6.2 LA PROTEZIONE DI INTERFACCIA

Il Dispositivo di Protezione di Interfaccia può trovarsi sia in MT che in BT. Nel caso in oggetto esso è costituito dal Dispositivo di PI (Interruttore Generale del QEGA) e da un Relè elettronico di Interfaccia. Qui di seguito la tabella per le tarature elencate sulla Norma CEI 0-16 per la Protezione di Interfaccia:

**Tabella 2 – Taratura del sistema di protezione di interfaccia**

Descrizione Protezioni	Soglie di intervento <sup>(1)</sup>	Tempo di intervento <sup>(2)</sup>	Tempo di apertura del DDI <sup>(3)</sup>	
V> (59.S1) <sup>(4) (8)</sup>	1,10 Vn	Variabile in funzione valore iniziale e finale di tensione, al massimo 603 s	Il tempo totale di apertura del DDI, si ottiene dalla colonna precedente aggiungendo, al massimo, 70 ms per apparecchiature MT e 100 ms per apparecchiature BT.	
V> (59.S2) <sup>(4)</sup>	1,20 Vn	0,60 s		
V< (27.S1) <sup>(4) (9)</sup>	0,85 Vn	1,5 s		
V< (27.S2) <sup>(4) (10)</sup>	0,3 Vn	0,20 s		
f> (81>.S1) <sup>(11)</sup> (soglia restrittiva)	50,2 Hz	0,15 s		
f> (81>.S2) <sup>(5) (11)</sup> (soglia permissiva)	51,5 Hz	1,0 s		
f< (81<.S1) <sup>(11)</sup> (soglia restrittiva)	49,8 Hz	0,15 s		
f< (81<.S2) <sup>(5) (11)</sup> (soglia permissiva)	47,5 Hz	4,0 s		
Massima tensione residua (59V <sub>r</sub> ) <sup>(6)</sup>	0,05 Vrn	25 s		
Massima tensione inversa (59 V <sub>i</sub> )	0,15 Vn/En	–		
Minima tensione diretta (27 V <sub>d</sub> )	0,70 Vn/En	–		
<b>Regolazione del Comando locale</b>				
Comando locale <sup>(12)</sup>				

*Tabella 5 – Taratura del sistema di protezione di interfaccia*

I valori di taratura dipendono dall'Ente fornitore (e-distribuzione nel nostro caso) che li comunica prima di effettuare la connessione. Il Sistema di protezione di Interfaccia consiste in un interruttore di Bassa Tensione (Dispositivo DDI) ed un relè elettronico (Relè di DI).

L'interruttore interviene essenzialmente per mezzo della lettura della tensione e della frequenza, effettuata dal Relè elettronico opportunamente tarato.

## 7 IMPIANTO DI TERRA

In tutta l'area interessata dagli impianti è presente una rete di terra molto distribuita e collegata alle utenze con conduttori di sezione adeguata ai conduttori di fase del cavo a cui fanno riferimento.

I conduttori PE presenti insieme ai cavi in tensione Fasi e Neutro devono, all'atto della installazione del nuovo quadro, essere collegati al collettore equipotenziale di terra presente. Allo stesso collettore si devono collegare i conduttori di terra provenienti da tutte le utenze.

Nell'area interessata dagli inverter di campo si predispone localmente un pozzetto di terra ispezionabile con palina collegata alla rete generale di terra attraverso il conduttore PE proveniente dal nodo equipotenziale presente all'interno della cabina.

### 7.1 LA TERRA DELLA CABINA DI RICEZIONE

Calcolo del valore massimo della Resistenza del dispersore di Terra della cabina elettrica di consegna, idoneo alla dispersione della corrente di guasto in MT.

	<b>FV02_ORBETELLO</b> <b>PROGETTO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO PN<sub>DC</sub> 19.75 MW</b> Strada vicinale del Guinzone, snc – 58015 - ORBETELLO (GR)	DOCUMENTO: <b>FV02_PD.RE.05.EL.IT.01</b>	
		DATA: <b>26/09/2023</b>	
		REV.: <b>01</b>	PAG.: <b>17/18</b>

Con il valore della corrente convenzionale di guasto monofase a terra  $I_F$ , e con tempi di intervento delle protezioni di  $t_F$ , si procede, in base alla Norma CEI 61936-1 del 2014, tabella 5 e fig. 12 al calcolo:

- a) della tensione di contatto ammissibile che per un tempo di intervento di  $t_F$  è pari a UTP (interpolando la curva dei tempi di intervento di fig. 12).

Nel nostro caso per tempi  $t_F \gg 10$  s risulta:

$$U_{TP} \sim 80 \text{ V.}$$

Che corrisponde alla tensione massima di contatto ammissibile richiesta dall'ente distributore.

- b) del valore massimo ammesso della resistenza di terra dell'impianto affinché sia idoneo a disperdere la corrente convenzionale di guasto  $I_F$ , in caso di guasto in MT presso la cabina, che risulta, assumendo  $U_E = U_{TP}$ :

$$R_E \leq U_{TP} / I_F = 1,875 \text{ Ohm}$$

Le caratteristiche del doppio guasto monofase a terra ci permettono il dimensionamento termico dell'impianto di terra:

- a) Considerando di poter utilizzare la relazione  $I^2 \cdot \Delta t < K^2 \cdot S^2$  (riscaldamento adiabatico per tempo di eliminazione del guasto minore di 5 s).
- b) Poiché l'energia specifica passante in questo caso risulta:

$$I^2 \cdot \Delta t = 23871125 \text{ [A}^2\text{s]}$$

- c) Utilizzando un conduttore di terra in rame da **35 mm<sup>2</sup>** (comune in queste cabine), che ammette una energia specifica passante di:

$$K^2 \cdot S^2 = 119355625 \text{ [A}^2\text{s]} \gg I^2 \cdot \Delta t = 23871125 \text{ [A}^2\text{s]}$$

La condizione al punto a) risulta soddisfatta.



Il Tecnico

**ERMES** s.p.A

Sede: Piazza Albania 10 – 00153 Roma, Italia

C.F. | P. IVA: IT 12730811002

Iscr. R.E.A. RM – 1396086 Cap. Soc. € 1.500.000,00 i.v.

info@ermesgroup.it

www.ermesgroup.it

Tel. +39 06 94838941

Certificazioni:

ISO 9001:2015 CERT. N. SC 20-4612

UNI EN ISO 14001:2015 CERT.N.711294

