



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 10,002
MW_P DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI GONNESA (SU),
CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICHE
DENOMINATO “GENERE”

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI
TECNICI

Rev. 0.0

Data: 28 NOVEMBRE 2022

PV015-DOC013

Committente:

Ecosardinia 2 S.r.l.

Via Manzoni, 30

20121 MILANO (MI)

C. F. e P. IVA: 11117500964

PEC: ecosardinia2srl@legalmail.it

Incaricato:

Queequeg Renewables, Ltd

Unit 3.03, 1110 Great West Road

TW80GP London (UK)

Company number: 111780524

email: mail@quenter.co.uk

Progettista:

ing. Alessandro Zanini



Sommario

1	Generalità.....	4
1.1	Oggetto dell'opera.....	4
1.2	Ubicazione dell'opera.....	4
1.3	Descrizione sommaria dell'opera.....	4
1.4	Composizione impianto fotovoltaico.....	5
2	Impiantistica elettrica.....	6
2.1	Sezione DC.....	6
2.1.1	Moduli fotovoltaici.....	6
2.1.2	Cablaggio dei moduli fotovoltaici.....	8
2.1.3	Cavi elettrici per fotovoltaico.....	8
2.2	Sezione BT.....	9
2.2.1	Gruppi di conversione (Inverter).....	9
2.2.2	Cavi elettrici BT.....	12
2.2.3	Connessioni e giunzioni.....	13
2.2.4	Quadri di BT (QBT).....	13
2.2.5	Interruttori di bassa tensione.....	14
2.3	Impianti Speciali.....	15
2.3.1	Impianto di illuminazione.....	15
2.3.2	Impianto di videosorveglianza.....	15
2.3.3	Impianto di antintrusione.....	15
2.3.4	Pali per illuminazione e videosorveglianza.....	16
2.3.5	Impianto di monitoraggio.....	16
2.4	Sezione MT.....	17
2.4.1	Trasformatori BT/MT.....	17
2.4.2	Quadri di Media tensione QMT e QMTT.....	20
2.4.3	Cavi per Media Tensione.....	25
2.4.4	Giunzioni e terminazioni dei cavi MT.....	25
3	Impianto di terra.....	26
4	Opere edili.....	26
4.1	Scavi in genere.....	26
4.2	Cavidotti per cavi interrati.....	27
4.3	Plinti e fondazioni.....	28
4.4	Strutture di sostegno.....	28
4.5	Cabina elettrica di consegna ENEL.....	29
4.6	Cabine elettriche e cabina inverter.....	30
4.7	Recinzioni perimetrale e cancello di ingresso.....	31
4.8	Piantumazione perimetrale per mitigazione visiva.....	31

1 Generalità

1.1 Oggetto dell'opera

L'oggetto dell'opera consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione di un impianto fotovoltaico, da posizionarsi al suolo, avente potenza di picco pari a 10.002,33 kWp.

1.2 Ubicazione dell'opera

L'impianto sarà ubicato nel comune di Gonnese (SU), su terreni censiti al catasto al foglio 10 nei mappali 192, 194, 195, 198, 335 (ex200), 337 (ex204), 339 (ex209), 311, 312 .

1.3 Descrizione sommaria dell'opera

L'opera comprende lavori di impiantistica elettrica ed opere edili asservite agli impianti. La fornitura e la posa in opera delle opere di impiantistica elettrica previste da realizzare si suddividono in:

- Sezione Corrente Continua, di seguito denominata Sezione DC;
- Sezione Corrente Alternata in Bassa Tensione, di seguito denominata Sezione BT;
- Sezione Corrente Alternata in Media Tensione, di seguito denominata Sezione MT;
- Impianti speciali.

La Sezione DC comprende:

1. Moduli fotovoltaici
2. Cavi elettrici per fotovoltaico

La Sezione BT comprende:

1. Gruppo di conversione (inverter)
2. Quadro di bassa tensione QBT
3. Cavi elettrici

La Sezione MT comprende:

1. Trasformatori BT/MT
2. Quadro di Media Tensione QMT e QMTT
3. Cavi elettrici MT

Impianti speciali:

1. Sistema di monitoraggio delle prestazioni dell'impianto
2. Impianto di illuminazione esterna
3. Sistema videosorveglianza e antintrusione (TVCC)
4. Cavi trasmissione dati
5. Impianto di terra.

Le opere edili si suddividono in:

- Scavi, sbancamenti, riporti, rinterrati
- Fondazioni
- Scavi per cavidotti e pozzetti
- Strutture di sostegno costituite da inseguitori monoassiali di 3 taglie:
 1. la prima per 52 moduli (tracker 2x26)
 2. la seconda per 78 moduli (tracker 2x39)
 3. la terza per 104 moduli (tracker 2x52)
- Cabine elettriche di trasformazione, consegna e monitoraggio
- Magazzino
- Recinzione perimetrale

1.4 Composizione impianto fotovoltaico

L'impianto fotovoltaico ha una potenza complessiva di picco di 10.002,33 kWp lato DC. e sarà così composto:

1. Impiantistica

N° Moduli fotovoltaici	19422
Potenza unitaria modulo fotovoltaico	515 W
N° Inverter Pn=185 kVA (INV)	44
N° Quadri QBT	7
N° Trasformatori 0,8/15 kV 1600 kVA	7
N° Trasformatori 0,4/15 kV 50 kVA	1
N° Quadri di media tensione (QMT)	7
N° Quadri di media tensione (QMTT)	1
N° Pali di illuminazione	34
N° Pali con TVCC	34

2. Opere edili

N° Strutture di sostegno tracker 52	53
N° Strutture di sostegno tracker 78	51
N° Strutture di sostegno tracker 104	122
N° Cabine di trasformazione	7
N° Cabine di parallelo	1
N° Cabine di consegna ENEL	1
N° Cabine inverter	7
Metri di recinzione	1709 m ca
N° Cancelli di ingresso	2

2 Impiantistica elettrica

2.1 Sezione DC

2.1.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici presi in esame in fase di progettazione sono:

- Casa costruttrice **Trinasolar**
- Serie **Vertex TSM-DE18M(II)**
- Potenza **515 W**

Non si esclude, in fase di realizzazione, la possibilità di utilizzare un modulo differente avente comunque medesime caratteristiche prestazionali o superiori.

I moduli sono costituiti da celle di silicio monocristallino squadrato collegate in serie ed assemblate mediante laminazione a caldo sotto vuoto spinto.

La cornice è in alluminio anodizzato ed è provvista di fori per il fissaggio alla struttura di sostegno.

Il modulo è protetto da vetro sulla parte anteriore e da TEDLAR sulla parte posteriore.

Il vetro è temprato ad alta trasparenza ed ha uno spessore di 3,2 mm ed alta resistenza a grandine e urti.

La particolare caratteristica antiriflesso del vetro ottimizza il rendimento dei moduli anche per angoli di incidenza solare molto bassi.

Il modulo fotovoltaico utilizzato è ad altissima efficienza (20,81%), praticamente tra le più alte sul mercato. Questo ha reso possibile l'utilizzo, a parità di potenza, di un'area avente superficie minore rispetto all'utilizzo di moduli a bassa efficienza.

Il modulo fotovoltaico si presenta di colore nero avente dimensioni fisiche pari a 2187x1102x35 mm.

Di seguito si riporta foto illustrativa e caratteristiche elettriche e meccaniche fornite dalla ditta costruttrice.

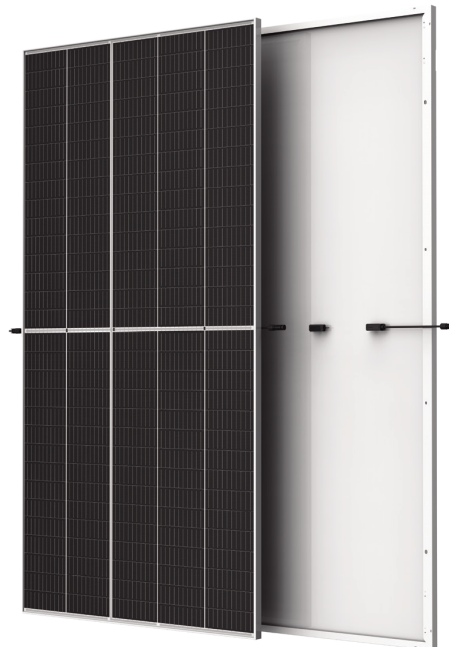


Figura1 Modulo fotovoltaico Trinasolar
Vertex TSM-DE18M(II)

DATI ELETTRICI (STC) (Standard Test Conditions)		
Potenza di picco P _{MAX}	Wp	515
Tolleranza sulla potenza di picco	W	0..+ 5
Tensione di massima potenza V _{MPP}	V	43,40
Corrente di massima potenza I _{MPP}	A	11,87
Tensione di circuito aperto V _{OC}	V	52,30 V
Corrente di corto circuito I _{SC}	A	12,49
Efficienza del modulo η _M	%	21,40

Condizioni STC: Irraggiamento 1000 W/m², temperatura cella 25 °C, massa d'aria AM1.5, tolleranza di misura ± 3%

NMOT: Irradiance at 800W/m, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

DATI MECCANICI		
Celle Solari		Silicio Monocristallino
Disposizione delle celle		150 celle
Dimensioni del modulo	mm	2187x1102x35
Peso	kg	28,2
Vetro		3,2 mm temprato ad elevata trasparenza
Incapsulante		POE/EVA
Retro		2,0 mm temprato ad elevata trasparenza
Telaio		35 mm Lega Alluminio anodizzato
Scatola di giunzione		Classe di protezione IP67
Cavi		Cavi unipolari resistenti ai raggi UV sezione 4.0 mm ² lunghezza 290mm

COEFFICIENTI DI TEMPERATURA		
NOCT		43 °C (±2)
Coefficiente di temperatura di I _{SC}	%/°C	0,040
Coefficiente di temperatura di V _{OC}	%/°C	- 0,25
Coefficiente di temperatura di P _{MAX}	%/°C	-0,34

VALORI MASSIMI		
Temperatura di esercizio	°C	-40 ~ + 85 °C
Tensione massima di sistema	V	1500
Corrente massima del fusibile serie	A	20

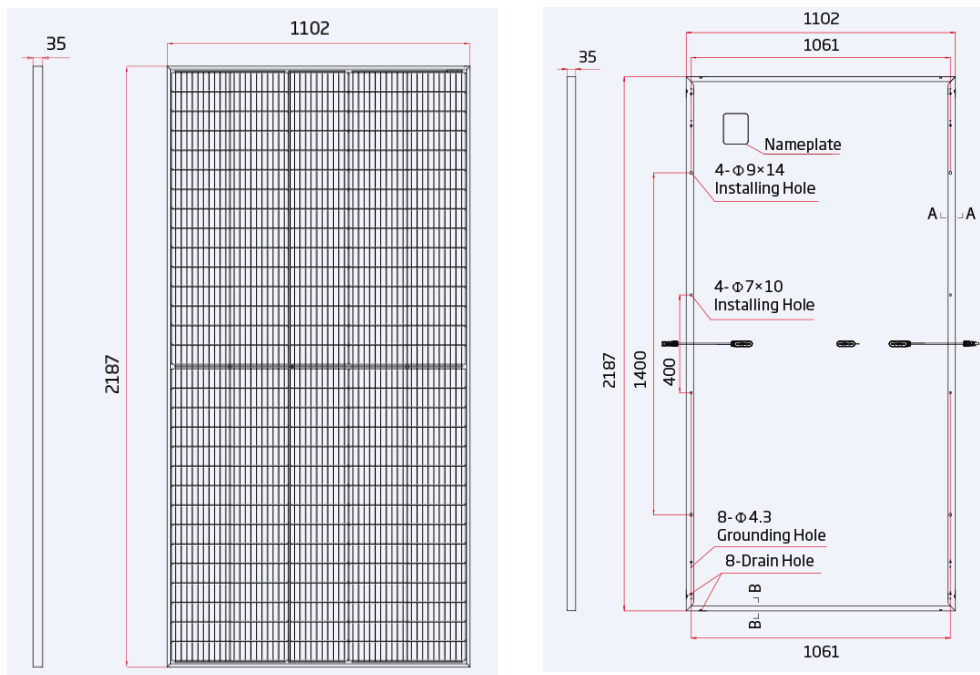


Figura 2 Vista frontale e tergale del modulo



Figura 3 Certificazioni del modulo

I moduli fotovoltaici saranno posati su inseguitori monoassiali e fissati ad essi mediante bulloneria in acciaio INOX del tipo anti-svitamento. La posa dei moduli dovrà avvenire prestando la massima accortezza da parte degli installatori.

2.1.2 Cablaggio dei moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici, muniti di cavi di collegamento, saranno cablati in modo da formare stringhe di 26 moduli in serie. Dopo il cablaggio i cavi saranno affrancati alle strutture di sostegno.

2.1.3 Cavi elettrici per fotovoltaico

Le condizioni ambientali particolarmente gravose, tipiche dei luoghi di installazione del fotovoltaico (elevate temperature, precipitazioni atmosferiche, radiazioni ultraviolette, ecc.), impongono particolari criteri per la scelta e la posa dei cavi al fine di garantirne le prestazioni richieste per il periodo di attività, previsto in 35 anni, dell'impianto. Verranno utilizzati cavi adatti per tali installazioni caratterizzati da isolante in grado di proteggere il cavo dal calore, dalla luce ultravioletta e da agenti chimici ed atmosferici.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche.

- Tipo FG21M21 PV3/20 (1500 Vdc)
- Isolato in gomma HEPR G21, sotto guaina in mescola reticolata M21 con conduttori flessibili stagnati. Non propaganti la fiamma.
- Tensione massima: 1,5 kV in c.c. - 1,0 kV in c.a.
- Temperatura minima di installazione: - 40°C
- Temperatura massima di esercizio: 90°C sul conduttore
- Temperatura minima di esercizio: - 40° C

2.2 Sezione BT

2.2.1 Gruppi di conversione (Inverter)

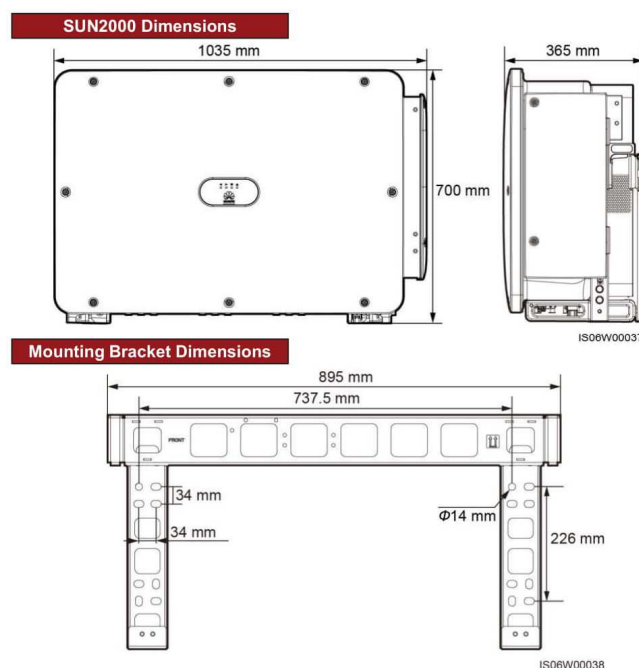
Per la conversione dell'energia da corrente continua in alternata verranno utilizzati 38 inverter di potenza nominale unitaria pari a 185 kVA.

L'inverter considerato in fase di progetto è:

- Casa costruttrice HUAWEI
- Modello SUN2000-185KTL-H1

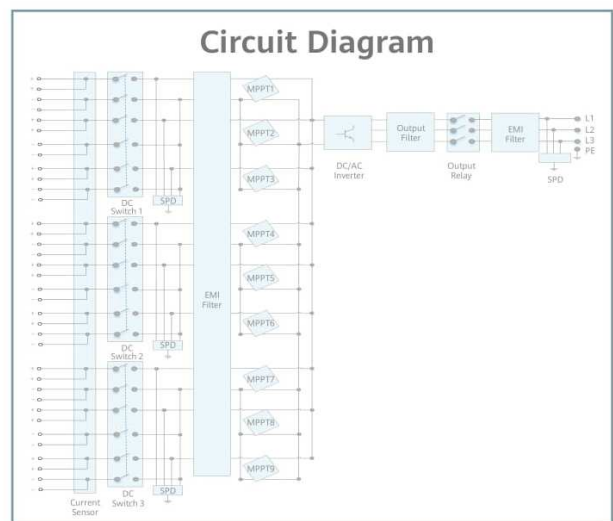
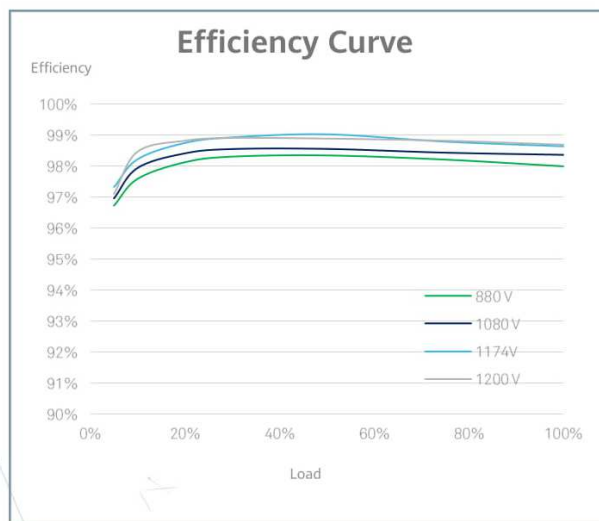


Figura 4 inverter HUAWEI – SUN2000-185KTL-H1



1. Indicatore di funzionamento a LED
2. Etichetta
3. Morsetto di terre
4. Maniglia inferiore
5. Maniglia laterale
6. Staffa di montaggio
7. Area Ingresso cavi

Dimensioni e peso WxHxD 1035x700x365 mm 84 kg
 Gli inverter avranno le seguenti caratteristiche:



Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.69%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	185,000 W @25°C, 175,000 W @40°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	134.9 A @25°C, 126.3 A @40°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	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
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62920, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006

Figura 5 Data sheet Inverter HUAWEI SUN2000-185KTL-H1

Gli inverter saranno dotati di sistema di monitoraggio delle prestazioni dell'impianto; sarà possibile monitorare le prestazioni delle singole stringhe e comunicare tempestivamente eventuali guasti. I dati saranno raccolti dagli inverter e inviati in un sistema di acquisizione costituito da un data-logger, che provvederà anche al salvataggio degli stessi. Gli inverter sono dotati di porte RS485,USB,MBUS per la comunicazione e il trasferimento dati. Il cablaggio sarà realizzato in modo da formare una rete tra tutti gli inverter come riportato nella seguente figura. Per il cablaggio si useranno cavi twistati RS485 schermati.

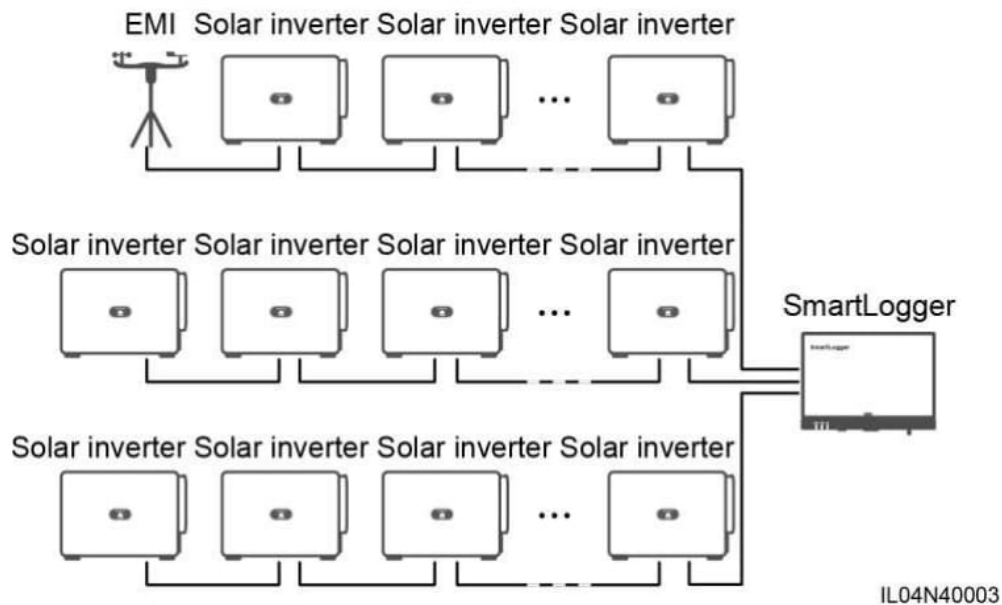


Figura 6 Sistema di comunicazione multi inverter

2.2.2 Cavi elettrici BT

Per i collegamenti elettrici BT verranno utilizzati cavi idonei per posa in esterno interrata tipo:

- ✓ FG16R16 0,6/1 kV. Cca – s3, d1, a3 (ex FG7R 0,6/1 kV)
- ✓ FG16OR16 0,6/1 kV. Cca – s3, d1, a3 (ex FG7OR 0,6/1 kV)

Tali cavi dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Norme di riferimento:

- Requisiti elettici: CEI 20-13
- Caratteristiche meccaniche: IEC 60502-1
- Direttiva Bassa Tensione: 2014/35/UE
- Normativa europea: CPR UE 305/11

Descrizione

- Conduttore: Rame rosso, formazione flessibile, classe 5.
- Isolamento: Gomma, qualità G16.
- Cordatura: I conduttori isolati sono cordati insieme.
- Riempitivo: Termoplastico, penetrante tra le anime.
- Guaina esterna: PVC, qualità R16.

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U_0/U : 600/1000 V c.a. - 1500 V c.c.
- Tensione massima U_m : 1200 V c.a. - 1800 V c.c.
- Tensione di prova industriale: 4000 V
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15 °C
- Temperatura massima di corto circuito: 250 °C

2.2.3 Connessioni e giunzioni

Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione (morsetti con o senza vite), di sezione adeguata ai conduttori da collegare e grado di protezione IPXXB tale, che le parti in tensione nel servizio ordinario incluso il neutro, non siano accessibili al dito di prova. Nell'esecuzione delle connessioni non si deve ridurre la sezione dei conduttori e lasciare parti conduttrici scoperte.

Le giunzioni e le derivazioni tra i vari elementi possono equivalentemente essere eseguite con idonei morsetti e morsettiere unipolari isolati a più vie, fissate al fondo delle cassette su guida DIN 35 mm e grado di protezione IPXXB.

Non sono ammesse giunzioni o derivazioni eseguite con attorcigliamento e nastratura.

E' ammesso l'entra-esce sui morsetti, purché esistano doppi morsetti, o questi siano dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare. I dispositivi di connessione devono essere ubicati nelle cassette; non sono ammessi nei tubi.

2.2.4 Quadri di BT (QBT)

I quadri ad armadio saranno costituiti da più pannelli verticali dei quali, i due d'estremità, completamente chiusi da elementi asportabili per consentirne l'ampliamento. La struttura metallica deve essere del tipo autoportante, realizzata con intelaiatura in profilati d'acciaio dotati di asolature onde consentire il fissaggio di sbarre, guide e pannelli. Saranno corredati di zoccolo in robusta lamiera presso-piegata di spessore > 15/10 mm e di controtelaio da immurare completo di forature cieche filettate per l'ammarraggio degli armadi con bulloni. All'interno dei quadri sarà alloggiata una tasca porta-schemi in plastica rigida ove deve essere custodito lo schema funzionale e lo schema elettrico unifilare con l'indicazione esatta delle destinazioni d'uso delle varie linee in partenza e relativa codifica.

Il cablaggio sarà effettuato mediante sbarre in rame stagnato o verniciato, in modo da prevenire fenomeni di corrosione e con cavi non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di gas e fumi tossici o corrosivi. Le sbarre saranno installate su supporti in poliestere rinforzato in grado di sopportare senza danni le massime correnti di cortocircuito previste. La portata delle sbarre sarà superiore rispetto alla portata dei sezionatori generali del quadro.

Caratteristiche elettriche

Tensione nominale	1000 V
Numero delle fasi	3F (3F+N per ausiliari)
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per un minuto a secco verso terra e tra le fasi	2,5 kV
Frequenza nominale	50/60 Hz
Corrente nominale sbarre principali	fino a 3200 A
Corrente nominale sbarre di derivazione	fino a 3200 A
Corrente di c.to circuito simmetrico	fino a 75 kA
Durata nominale del corto circuito	1"
Grado di protezione sul fronte	fino a IP 41
Grado di protezione a porta aperta	IP 20
Accessibilità quadro	Fronte/Retro

Forma di segregazione

3b/4b

Dimensioni

I quadri saranno composti da unità modulari aventi dimensioni di ingombro massime:

- Larghezza: fino a 900 mm (400/600/800/900 mm)
- Profondità: fino a 1675 mm (1090/1565 mm per IP31 1200/1675 mm per IP41)
- Altezza fino a 2365 mm

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

- Anteriormente: 800 mm
- Posteriormente: 800 mm

2.2.5 Interruttori di bassa tensione

Gli interruttori saranno conformi alle seguenti normative:

- CEI 17-13 Apparecchiature costruite in fabbrica
- CEI 17-5 Interruttori automatici per corrente alternata a tensione non superiore a 1.000
- CEI 11-8 Norme generali per impianto di messa a terra
- CEI 64-8 Norme generali sugli impianti elettrici utilizzatori
- IEC 947.1
- IEC 947.2
- CEI EN 60947-1: regole generali
- CEI EN 60947-2: interruttori
- CEI EN 60947-3: interruttori non automatici, sezionatori
- CEI EN 60947-4: contattori e avviatori CEI EN 60947-5-1 e seguenti: dispositivi elettromeccanici di comando.
- Norme corrispondenti in vigore nei paesi membri (CEI; VDE; BS; NF; ...).

Tutti gli apparecchi, saranno adatti alla funzione di sezionamento secondo la Norma IEC 947.2 § 7.27 e riporteranno sul fronte una targhetta indicativa che ne precisi l'attitudine.

Potranno essere bipolari, tripolari o tetrapolari in esecuzione fissa, estraibile o sezionabile su telaio con attacchi anteriori o posteriori; nel caso di esecuzione estraibile o sezionabile su telaio, saranno dotati di un dispositivo di pre-sgancio che impedisca l'inserimento o l'estrazione ad apparecchio chiuso.

Tutti gli interruttori garantiranno un isolamento in classe II (secondo IEC 664) tra la parte frontale ed i circuiti interni di potenza.

Gli interruttori scatolati avranno una durata elettrica almeno uguale a 3 volte il minimo richiesto dalle Norme IEC 947-2.

Il meccanismo di comando degli interruttori scatolati sarà del tipo a chiusura e apertura rapida con sgancio libero della leva di manovra. Tutti i poli dovranno muoversi simultaneamente in caso di chiusura, apertura e sgancio.

I contatti di potenza saranno costruiti con tecnologia ROTO-ATTIVA assicurando il sezionamento del circuito in due punti.

Gli interruttori scatolati saranno azionati da una leva di manovra indicante chiaramente le tre posizioni ON (1), OFF (0) e TRIPPED (sganciato).

Tutti gli interruttori scatolati con rivelazione della corrente di dispersione mediante toroide o con relè differenziali incorporati la regolazione sia sul tempo che sulla sensibilità; quelli non scatolati con relè differenziali incorporati, quando non diversamente indicato, avranno una sensibilità di 0,03A, tutti gli interruttori differenziali saranno del tipo A sensibili anche alle correnti unidirezionali.



Figura 7 Tipologia di interruttori scatolati

2.3 Impianti Speciali

2.3.1 Impianto di illuminazione

L'illuminazione esterna perimetrale si attiverà solo in caso di effrazione o per necessità di manutenzione, saranno previsti 34 proiettori direzionali posizionati lungo il perimetro e montati su pali di acciaio zincato aventi altezza pari a circa 6 m.

I proiettori dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Corpo realizzato in alluminio pressofuso verniciato con polvere termo indurente poliestere anticorrosione;
- Vetro temprato trasparente spessore 5 mm;
- Indice di decadimento flusso L80-B20 (50.000 h) – L80- B50 (75.000 h);
- Indice di resa cromatica > 80;
- Resistenza al filo incandescente 850° C;
- Alimentazione 230 V 50 Hz;
- Tipo LED 150 W °K 4000 17180 lm

In fase di progetto esecutivo potranno essere apportati miglioramenti ai rapporti tra gli illuminamenti minimi e massimi e l'illuminamento medio.

2.3.2 Impianto di videosorveglianza

Per la protezione dell'impianto da effrazioni verranno utilizzate telecamere posizionate sui pali di illuminazione poste a protezione dell'intero perimetro. Le videocamere saranno collegate ad un sistema di analisi video. In caso di effrazione sarà inviato un allarme agli organi di sorveglianza. Saranno utilizzate videocamere (night/day) aventi diverse distanze di rilevamento dipendenti dalla loro posizione.

2.3.3 Impianto di antintrusione

Per difendere il perimetro dell'impianto da effrazioni verranno utilizzate barriere a microonde per esterno, con circuiteria inserita in contenitori di alluminio pressofuso con coperchi in materiale plastico stampato che garantiscono una elevata resistenza agli agenti atmosferici. Il rilevamento delle effrazioni attiverà lo stato di allarme con l'accensione dei fari di illuminazione e la pronta comunicazione ai centri di sorveglianza.

2.3.4 Pali per illuminazione e videosorveglianza

I proiettori per illuminazione e le videocamere saranno installate su pali ricavati da tubi elettrosaldati a norma UNI EN 10219, rastremati ad una estremità ed uniti tra loro mediante saldatura circonferenziale con procedimento omologato dall'Istituto Italiano della saldatura. Costruiti in acciaio S235JRH e zincati a caldo secondo le norme UNI EN ISO 1461, completi di foro ingresso cavi, attacco di messa a terra e asola per la morsettiera.

I pali avranno le seguenti caratteristiche:

- Tolleranze dimensionali: Norme UNI EN 40 parte 2;
- Riferimenti per il calcolo: UNI EN 40-3 – UNI EN 40-5;
- Lunghezza: 6,8 m
- Altezza fuori terra 6 m
- Diametro di base 127 mm
- Diametro alla sommità: 76 mm
- Spessore 3 mm
- Peso 83 kg

I pali saranno ancorati al terreno mediante plinto di fondazione avente, ipotizzando una portata del terreno pari a 1 kg/cm^2 , dimensioni indicative pari a $1,15 \times 1,15 \times 0,9 \text{ m}$. Per favorire l'infilaggio dei cavi ai piedi dei pali saranno previsti pozzetti di dimensioni pari a $40 \times 40 \text{ cm}$.

2.3.5 Impianto di monitoraggio

Gli inverter e le prestazioni dell'impianto fotovoltaico saranno monitorate tramite sistema di supervisione remota in grado di gestire i flussi di informazioni, i segnali di allarme e le eventuali anomalie di funzionamento di impianto.

Tutti i dati saranno gestiti in modalità "online" con archiviazione delle informazioni e dello storico degli eventi. Sarà possibile gestire tutte le informazioni tramite supervisione desktop e/o dispositivi tablet e smartphone.



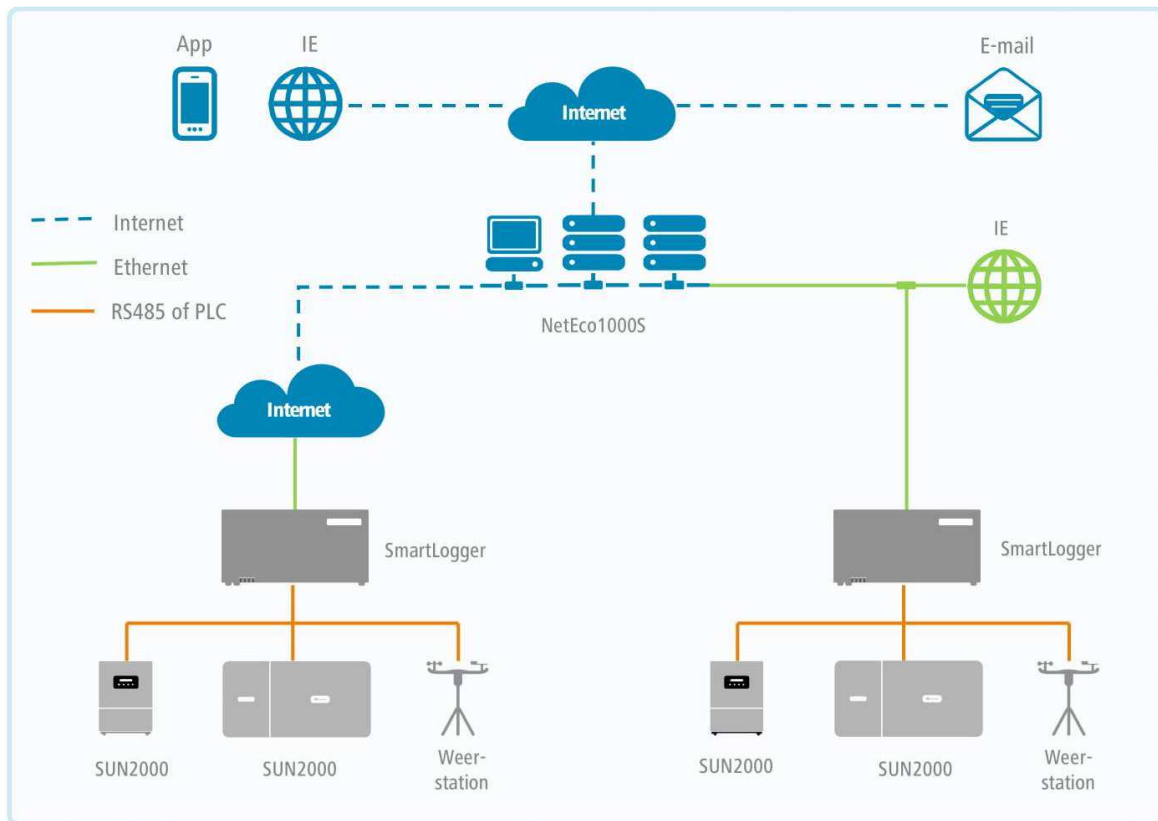


Figura 11 Schema illustrativo controllo in remoto impianto

2.4 Sezione MT

2.4.1 Trasformatori BT/MT

Per l'innalzamento della tensione MT/bt è previsto l'utilizzo di trasformatori in resina. Saranno previsti 7 trasformatori da 1600 kVA per la sezione di produzione e immissione in rete dell'energia elettrica, e un trasformatore per l'alimentazione dei circuiti ausiliari di potenza pari a 50 kVA.

Norme di riferimento

I trasformatori saranno conformi alle seguenti normative:

- CEI 14-8 ed. 1992
- IEC 60076-1 a 60076-5: trasformatori di potenza
- IEC 726 ed. 1982 + Modifica n 1 del 01 febbraio 1986
- Documento d'armonizzazione CENELEC HD 464 S1 1988 + /A2 : 1991 + / A3 : 1992 relativo ai trasformatori di potenza a secco.
- Regolamento 548/2014 della Commissione recante modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE

I collegamenti MT saranno previsti nella parte superiore dell'avvolgimento MT con opportune terminazioni per permettere il collegamento del cavo tramite un capocorda di foro di diametro 13mm e relativo bullone M12.

I collegamenti per la chiusura del triangolo dovranno essere in barre di rame ricoperte con guaina termo restringente.

I collegamenti BT saranno previsti dall'alto su piastre terminali munite con fori di diametro adeguato che si troveranno nella parte alta dell'avvolgimento, sul lato opposto ai collegamenti MT.

Le uscite di ogni avvolgimento BT dovranno comprendere un terminale in alluminio stagnato o in rame al fine di non rendere necessario l'utilizzo di dispositivi di interfaccia quali grasso e piastre bimetalliche.

Per quanto riguarda il comportamento al fuoco, i trasformatori saranno in classe F1 come definito dall'articolo B3 allegato B del documento HD 464 S1:1988 / A2:1992. Più precisamente, la classe F1 garantirà la completa autoestinguenza del trasformatore.

Per quanto riguarda la classe ambientale e classe climatica i trasformatori saranno classificati E2 per l'ambiente e di classe C2 per il clima come definito dagli allegati B del documento HD 464 S1:1988 / A2: 1991. C2 e E2 dovranno essere indicati sulla targa dati.

Più precisamente la classe E2 garantirà l'idoneità della macchina a funzionare in ambiente con presenza di inquinamento industriale ed elevata presenza di condensa, mentre la classe C2 garantirà l'idoneità del trasformatore ad essere stoccato e a funzionare con temperature fino a -25 °C.

I Trasformatori saranno corredati con i seguenti accessori:

- Barre di collegamento MT con piastrelle di raccordo comprensive di bulloneria per il collegamento delle terminazioni MT;
- Piastre di collegamento BT;
- Barrette di regolazione del rapporto di trasformazione lato MT, manovrabili in assenza di tensione;
- Kit barra di ventilazione forzata;
- Golfari di sollevamento;
- Ganci di traino;
- 2 Morsetti di messa a terra;
- Targa dati;
- Targa segnalazione pericolo folgorazione;
- sonde termometriche PT100 (una per colonna) installate sugli avvolgimenti BT all'interno di appositi tubetti di protezione collegate ad una centralina di controllo temperatura.

I trasformatori dovranno rispondere, in termini di qualità del prodotto, alle seguenti caratteristiche elettriche considerando che la potenza nominale delle macchine è riferita a circolazione naturale dell'aria (AN).

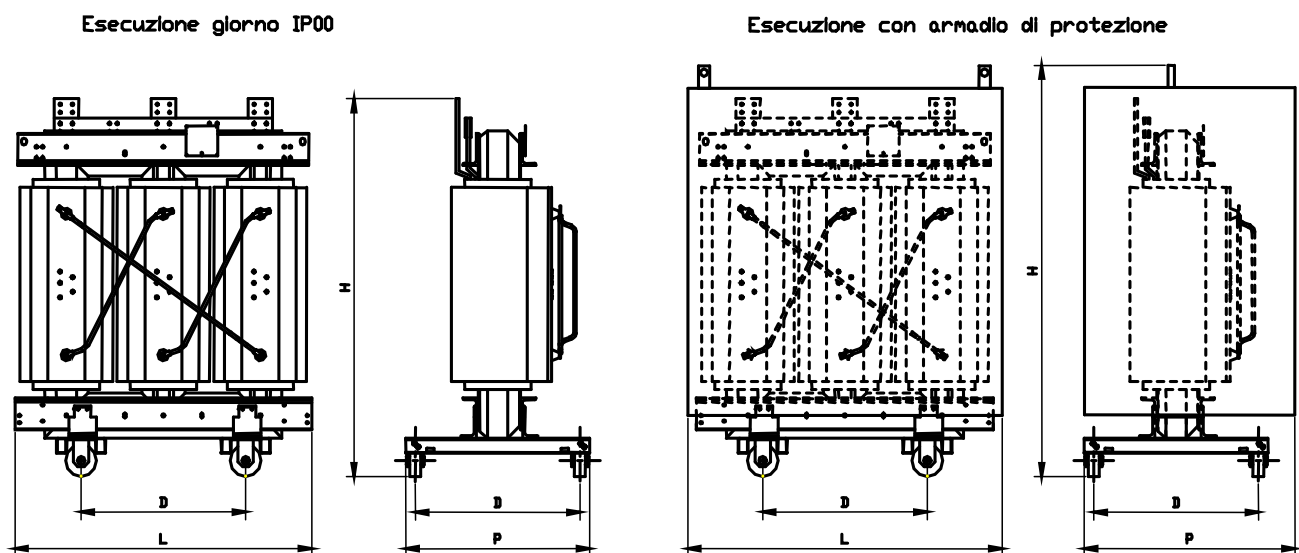


Figura 12 Riferimenti dimensioni dei trasformatori

Trasformatore 1600 kVA

Potenza nominale *	kVA	1.600
Tensione di riferimento	kV	17,5
Tensione di prova a frequenza industriale 50 Hz 1 min	kV	50
Tensione di impulso 1,2 / 50 microS	kV	125
Tensione primaria	kV	15
Tensione secondaria tra le fasi, salvo altra scelta	V	800 (a vuoto)
Regolazione MT standard, salvo scelta differente		± 2 x 2,5%
Collegamenti	triangolo / stella con neutro - Dyn 11	
Perdite a vuoto	W	3.100
Perdite dovute al carico 75 °C	W	13.700
Perdite dovute al carico 120 °C	W	16.000
Tens. di corto circuito	%	6
Corrente a vuoto	%	0,9
Rapporto corrente di inserzione I_e / I_n valore di cresta	ki	8,5
Corrente di inserzione - costante di tempo	Ti	0,40
Caduta di tensione a pieno carico	$\cos\phi = 1$	% 1,18
Caduta di tensione a pieno carico	$\cos\phi = 0,8$	% 4,49
Rendimento a 4/4 del carico	$\cos\phi = 1$	% 98,82
Rendimento a 4/4 del carico	$\cos\phi = 0,8$	% 98,53
Rendimento a 3/4 del carico	$\cos\phi = 1$	% 99
Rendimento a 3/4 del carico	$\cos\phi = 0,8$	% 98,76
Rumore potenza acustica Lwa	dB (A)	76
Rumore pressione acustica Lpa a 1 m	dB (A)	63
Dimensioni e peso esecuzione a giorno		
LxPXH	mm	1850x1000x2020
D	mm	820
massa	kg	3650
Dimensioni e peso con armadio di protezione		
LxPXH	mm	2300x1250x2500
D	mm	820
massa	kg	3870

* La potenza nominale è riferita a circolazione naturale dell'aria (AN). Essa può essere aumentata del 30% con l'applicazione di ventilatori di raffreddamento forzato (AF).

Inoltre sarà previsto un trasformatore MT/bt per l'alimentazione dei servizi ausiliari avente le seguenti caratteristiche.

Trasformatore 50 kVA

Potenza nominale *	kVA	50
Tensione di riferimento	kV	17,5
Tensione primaria	kV	15
Tensione secondaria tra le fasi, salvo altra scelta	V	400
Regolazione MT standard, salvo scelta differente		$\pm 2 \times 2,5\%$
Collegamenti	triangolo / stella con neutro - Dyn 11	
Perdite a vuoto	W	290
Perdite dovute al carico 75 °C	W	1400
Perdite dovute al carico 120 °C	W	1600
Tens. di corto circuito	%	6
Corrente a vuoto	%	1,78
Rumore potenza acustica Lwa	dB (A)	50
Rumore pressione acustica Lpa a 1 m	dB (A)	42
LxPxH	mm	1040x520x900
massa	kg	380

2.4.2 Quadri di Media tensione QMT e QMTT

I quadri QMT saranno alloggiati nelle cabine di trasformazione, e il quadro QMTT (di allacciamento alla rete di distribuzione) verrà alloggiato nella cabina di parallelo.

Di seguito si riportano le specifiche tecniche costruttive delle unità di protezione.

Tensione nominale	kV	24
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50Hz / 1min valore efficace	kV	50
Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 microS valore di picco	kV	125
Tensione di esercizio	kV	15
Frequenza nominale	Hz	50
N° fasi		3
Corrente nominale delle sbarre principali	A	630
Corrente nominale max delle derivazioni	A	630
Corrente nominale ammissibile di breve durata	kA	16
Corrente nominale di picco	kA	40
Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale	kA	16
Durata nominale del corto circuito	s	1
Tensione nominale degli ausiliari	V	230 V

Le unità di protezione elettrica, saranno basate su tecnologia a microprocessore. Data l'importanza della funzione a cui devono assolvere, saranno costruite in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità di funzionamento. Le unità di protezione elettrica avranno una adeguata struttura, robusta e in grado di garantire che possano essere installate direttamente sulla cella strumenti dello scomparto di media tensione. Il grado di protezione richiesto è IP52 sul fronte. Tali unità di protezione saranno alimentate da una sorgente ausiliaria (in c.c. o c.a. in funzione della disponibilità della installazione) e saranno collegate al secondario dei TA e dei TV dell'impianto. Oltre alle funzioni di protezione e misura, le unità di protezione elettrica dovranno essere dotate di funzioni quali auto test alla messa in servizio e autodiagnostica permanente, che consentano di verificare con continuità il buon funzionamento delle apparecchiature. Per facilitare le operazioni di montaggio

e di verifica le connessioni dei cavi provenienti dai TA, e dei cavi verso la bobina di comando dell'interruttore e le segnalazioni saranno realizzate mediante connettori posteriori.

Sul fronte dell'unità si troveranno:

- indicatore di presenza tensione ausiliaria;
- indicatore di intervento della protezione;
- indicatore di anomalia dell'unità;
- indicatori di stato dell'organo di manovra;
- altri indicatori di intervento delle singole funzioni di protezione;

Anteriormente potranno essere presenti inoltre:

- una presa RS232 per la connessione ad un pc per le operazioni di regolazione;
- una serie di tasti per la parametrizzazione dell'unità e la regolazione delle soglie delle protezioni;
- un visore per la lettura delle misure e dei parametri regolati.

Saranno disponibili almeno:

- 1 contatto n.a. per il comando dell'interruttore;
- 1 contatto n.a. e 1 contatto n.c. per la segnalazione di intervento;
- 1 contatto n.a. e 1 contatto n.c. per l'autodiagnostica (Watch-Dog).

L'unità di protezione sarà di tipo espandibile e potrà essere dotata, anche in un secondo tempo, di ulteriori accessori che permetteranno di realizzare:

- automatismi di richiusura per linee MT;
- logiche di riaccelerazione motori;
- la gestione dei segnali dai trasformatori;
- l'acquisizione dei valori di temperatura da sonde termiche PT100 o simili;
- l'emissione di una misura analogica associabile ad una delle grandezze misurate dall'unità stessa (correnti, temperature, ecc.).

La regolazione delle soglie, avverrà direttamente in valori primari nelle relative grandezze espresse in corrente o tempo rendendo più semplice utilizzo e la consultazione all'operatore.

Saranno previste le seguenti protezioni.

Massima corrente di fase (bifase o trifase) codici ansi (50,51)

Protezione contro i guasti di fase di linee e macchine elettriche.

L'unità dovrà essere dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno.

Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno tipo "multi curve", sarà cioè possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

- intervento a tempo indipendente
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso, ultra inverso.

Campo di regolazione indicativo:

tempo indipendente:

- per la regolazione in corrente da 0,1 a 24 In
- per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s

tempo dipendente:

- per la regolazione in corrente da 0,1 a 2,4 In
- per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s

Massima corrente di terra codici ansi (50N+51N)

Protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche.

L'unità dovrà essere dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno.

La misura della corrente omopolare potrà essere realizzata tramite opportuni toroidi o sul ritorno comune dei TA di fase.

Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno tipo "multi curve", sarà cioè possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

- intervento a tempo indipendente;
- intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso, ultra inverso.

Campo di regolazione indicativo:

tempo indipendente

- per la regolazione in corrente da 0,1 a 15 I_{n0} (da 0,2 a 300A per il collegamento su toroide omopolare)
- per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s

tempo dipendente

- per la regolazione in corrente da 0,1 a I_{n0} (da 0,2 a 20A per il collegamento su toroide omopolare)
- per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s

Massima corrente di terra direzionale (67N 67NC)

Questa funzione dovrà disporre di due banchi di regolazione, ciascuno dotato di due soglie, con la possibilità di cambiare banco o attraverso un ingresso o attraverso la comunicazione; il funzionamento e la conseguente regolazione dovranno essere possibili, a scelta, secondo i due seguenti metodi:

- calcolando la proiezione della corrente omopolare sulla retta caratteristica la cui posizione è determinata dalla regolazione dell'angolo caratteristico rispetto alla tensione omopolare, e confrontandola con la relativa soglia impostata
- calcolando il modulo della corrente omopolare e confrontandolo con la relativa soglia impostata, tenendo conto dell'angolo caratteristico.

Campo di regolazione indicativo:

a proiezione

- angolo caratteristico: -45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
- soglia d'intervento corrente: da 0,1 a 15 I_{n0} , tempo da 0,05 a 300s
- soglia d'intervento tensione: da 2 a 80% di U_n

a modulo di I_0

- angolo caratteristico: -45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
- soglia d'intervento corrente: da 0,1 a 15 I_{n0} , tempo da 0,05 a 300s (tempo indipendente)
- soglia d'intervento corrente: da 0,1 a 1 I_{n0} , tempo da 0,1 a 12,5s (tempo indipendente)
- soglia d'intervento tensione: da 2 a 80% di U_n

Protezione di minima tensione concatenata (27)

Protezione per la rilevazione degli abbassamenti della tensione di alimentazione, viene normalmente utilizzata per avviare commutazioni o per comandare il distacco dei carichi, in alcuni casi la minima tensione può anche comandare l'apertura dell'interruttore generale.

Campo di regolazione indicativo richiesto:

- soglia di intervento da 5 a 100% U_n
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima tensione concatenata (59)

Protezione per la rilevazione degli aumenti della tensione di alimentazione.

Campo di regolazione indicativo richiesto:

- soglia di intervento da 50 a 150% di U_n
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima tensione omopolare (59N)

Protezione per la rilevazione dei contatti a terra in sistemi con neutro isolato, viene normalmente utilizzata come segnalazione di allarme guasto a terra.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 80% Un
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima e minima frequenza (81).

Protezione per la rilevazione delle variazioni della frequenza della rete di alimentazione.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 45 a 53 Hz
- tempo di intervento da 0,1 a 300 s.

Caratteristiche costruttive quadro MT tipo

Il quadro, sarà formato da unità affiancabili tipo SM6, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate. Il quadro sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI EN 62271-200. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm. Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni, mentre sulla base della struttura portante saranno previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità. L'involucro metallico di ogni unità comprenderà:

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali
- un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti
- due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità.
- le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno.
- un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature.

Con l'installazione del cassonetto arrivo cavi dall'alto, l'aggiunta di un ulteriore cassonetto di bassa tensione, per le apparecchiature ausiliarie, è escluso nelle unità di larghezza 375 mm, e limitata al cassonetto da 375 mm nelle unità di larghezza 750 mm.

L'impianto di terra principale di ciascun'unità sarà realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 125 mm² al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi. La sbarra di terra sarà predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina.

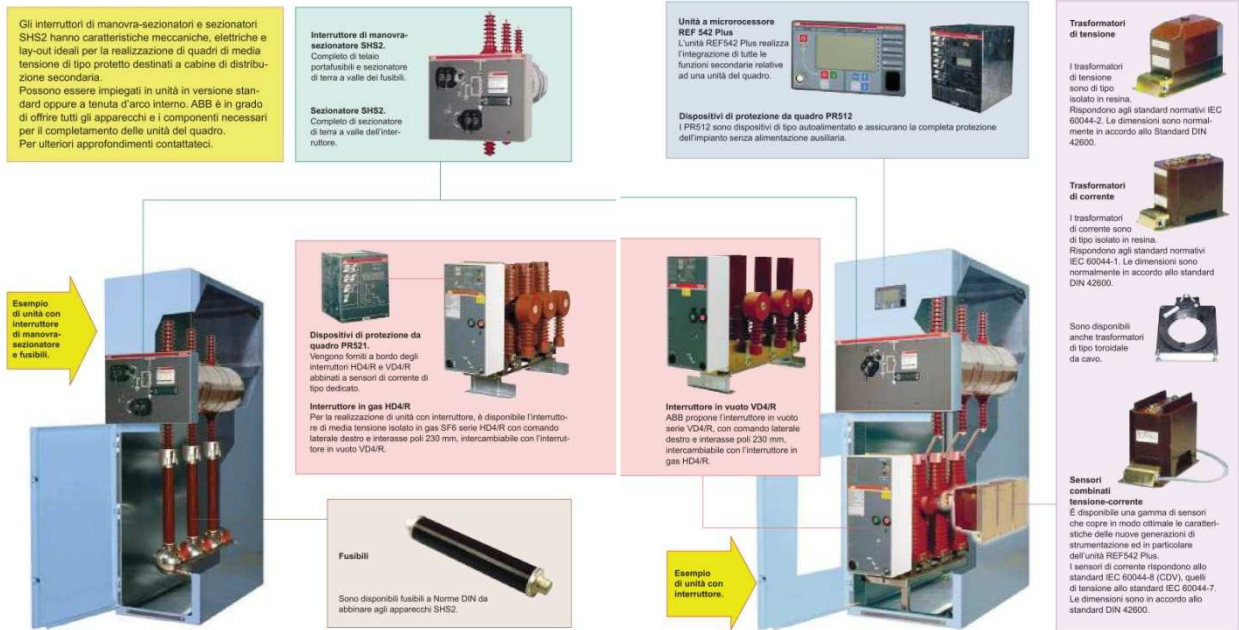


Figura 13 Tipologia di quadri di protezione in media tensione

2.4.3 Cavi per Media Tensione

Saranno previsti cavi per Media Tensione tipo ARG7H1R 12/20 kV media tensione aventi le seguenti caratteristiche.

- Conduttore a corda rigida di ALLUMINIO, classe 2.
- Semiconduttore interno elastomerico estruso
- Isolamento in G7 di qualità DIH2
- Semiconduttore esterno elastomerico estruso pelabile a freddo per il grado 1,8/3kV
- Schermo costituito a fili di rame rosso
- Guaina PVC qualità RZ/ST2
- Tensione nominale U₀ 12 kV
- Tensione nominale U 20 kV
- Tensione di prova 42 kV
- Tensione massima U_m 24 kV
- Temperatura massima di esercizio +90°C
- Temperatura massima di corto circuito +250°C
- Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico) -15°C
- Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta la norma CEI 20-13

Condizioni di posa:

- I cavi saranno adatti per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione sarà ammessa la posa interrata in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.
- Raggio minimo di curvatura per diametro D (in mm): 12D
- Sforzo massimo di tiro: 50 N/mm²
- In sede di realizzazione il cavo potrebbe essere fornito nella versione tripolare ad elica visibile RG7H1RX.

2.4.4 Giunzioni e terminazioni dei cavi MT

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni. Convenzionalmente si definisce "giunzione" la giunzione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare. Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal costruttore dei giunti.

L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità.
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto le targhe identificatrici dell'esecutore, e della data le modalità di esecuzione.

Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

Tutti i cavi MT dovranno essere terminati da entrambe le estremità con terminali adatti ai tipi di cavi adottati. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale

specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono "terminazioni" la terminazione dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, bisogna realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto. Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare: esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S, T). I cavi saranno in alluminio di tipo unipolare schermati e armati quindi oltre alla messa a terra dello schermo, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo. Tale armatura, che rimane esterna rispetto al terminale, sarà messa a terra in uno dei seguenti modi:

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

La messa a terra dovrà essere effettuata da entrambe le parti del cavo.

3 Impianto di terra

L'impianto di dispersione a terra sarà costituito da corda di rame nudo di sezione pari ad almeno 35 mm² con formazione delle anime 7x2,25 mm, completa di morsetti di giunzione in esecuzione protetta contro la corrosione. La corda sarà posizionata nel letto dello scavo destinato a contenere i cavidotti. Ai quattro angoli delle cabine elettriche saranno inoltre previste puntazze in acciaio zincato aventi lunghezza pari a 150 cm infisse nel terreno e raccordate ai conduttori di terra.

4 Opere edili

4.1 Scavi in genere

In generale i criteri di progetto adottati non comportano movimenti di terreno significativo per la sistemazione dell'area di impianto.

Il tipo di fondazione in pali metallici a profilo aperto infisso tramite battitura non comportano alcun movimento di terra. I volumi tecnici vengono appoggiati su una platea realizzata con semplice livellamento e costipazione dell'area. Gli scavi dei cavidotti interrati saranno riempiti con lo stesso materiale di scavo. Non ci dovrebbe essere produzione di terra di scavo per la quale si rende necessario il trasporto a discarica, comunque qualora le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, queste, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che la Ditta installatrice dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al DM LLPP dell'11 marzo 1988 (d'ora in poi DM LLPP 11.03.88), integrato dalle istruzioni applicative di cui alla CMLLPP n.

218/24/3 del 9 gennaio 1996, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori.

Nell'esecuzione degli scavi la Ditta installatrice dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando essa, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligata a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

La Ditta installatrice dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavidotti.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate previo assenso della direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

4.2 Cavidotti per cavi interrati

Per cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls.) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc.). Per la realizzazione delle canalizzazioni sono da impiegare tubi in materiale plastico (corrugati) conformi alle Norme CEI 23-46 (CEI EN 50086-2-4), tipo 450 o 750 come caratteristiche di resistenza a schiacciamento, nelle seguenti tipologie:

- rigidi lisci in PVC (in barre);
- rigidi corrugati in PE (in barre);
- pieghevoli corrugati in PE (in rotoli).
- I tubi corrugati devono avere la superficie interna liscia.

Per la realizzazione dei cavidotti bisogna seguire quanto specificato nelle norme CEI 11-17 "Cavi interrati o posati in manufatti interrati". Il diametro interno del tubo deve essere almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Per l'infilaggio dei cavi bisognerà prevedere pozzetti di dimensioni adeguate sulle tubazioni interrate, i pozzetti saranno posizionati ai piedi degli inseguitori solari o comunque in modo da limitare un tratto di linea a 35 m.

I pozzetti devono essere in cemento armato vibrato (c.a.v.) analoghe caratteristiche deve avere la soletta di copertura e l'eventuale prolunga atta a mantenere la profondità di posa dei tubi in corrispondenza del pozzetto. Al fine di drenare l'acqua dovranno essere presenti dei fori sul fondo del pozzetto.

All'interno dei pozzetti, una volta praticati i fori per i tubi e posizionati gli stessi, il punto di innesto dovrà essere opportunamente stuccato con malta di cemento asportando le eventuali eccedenze (il fondo dovrà essere pulito).

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti.

Il fondo dello scavo dovrà essere piatto e privo di asperità che possano danneggiare le tubazioni.

La Ditta installatrice dovrà inoltre provvedere affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.

Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della direzione dei lavori) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che si dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate in cantiere o sito diverso, previo assenso della direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti in superficie.

4.3 Plinti e fondazioni

Per l'esecuzione di plinti di fondazione in cemento armato per l'ancoraggio dei pali di illuminazione, della recinzione esterna e della fondazione del magazzino:

- Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità di quanto previsto dalla normativa vigente;
- La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.
- Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.
- Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.
- L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento della assenza di ogni pericolo di aggressività (norme UNI 9527 e 9527 FA-1-92).
- L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto.

4.4 Strutture di sostegno

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici saranno costituite da inseguitori monoassiali (solar tracker). In particolare, per l'impianto oggetto del presente documento sono previste 3 tipologie di struttura aventi differenti dimensioni:

- per 52 moduli suddivisi in 2 stringhe;
- per 78 moduli suddivisi in 3 stringhe;
- per 104 moduli suddivisi in 4 stringhe.

Gli inseguitori saranno del tipo a "rollio" che con l'ausilio di servomeccanismi, inseguono il Sole lungo il suo percorso quotidiano nel cielo, a prescindere dalla stagione, e dunque ruotando ogni giorno lungo un asse nord-sud parallelo al suolo, ignorando la variazione di altezza (giornaliera ed annua) del sole sull'orizzonte. Tale tipo di inseguitore, che effettua una rotazione massima di $\pm 60^\circ$, risulta particolarmente adatto per i Paesi come l'Italia caratterizzati da basse latitudini, poiché in essi il percorso apparente del sole è più ampio. Per evitare il problema degli ombreggiamenti reciproci che con file di questi inseguitori si verificherebbero all'alba e al tramonto sollevandosi verso l'orizzonte, sarà impiegata la cosiddetta tecnica del backtracking: questa tecnica prevede che i servomeccanismi orientino i moduli in base ai raggi solari solo nella fascia centrale della giornata, ma invertano il tracciamento a ridosso di alba e tramonto. La posizione notturna di un campo fotovoltaico con backtracking è perfettamente orizzontale rispetto al suolo, e dopo l'alba il disassamento dell'ortogonale dei moduli rispetto ai raggi solari viene progressivamente ridotto mano a mano che le ombre lo permettono. Prima del tramonto viene eseguita un'analoga procedura al contrario, riportando il campo fotovoltaico in posizione orizzontale per il periodo notturno. Gli inseguitori saranno costituiti da profilati in acciaio zincato. Il servomeccanismo di rotazione sarà costituito da un motore in corrente continua avente potenza pari a 150 W controllato da controller a microprocessore (uno per ogni 3 trackers). La rotazione seguirà un algoritmo basato su calcoli

astronomici. I tracker saranno ancorati al suolo mediante pali direttamente infissi nel terreno mediante macchina battipalo.



Figura 14 Inseguitore monoassiale vista frontale



Figura 15 Inseguitore monoassiale vista tergale

4.5 Cabina elettrica di consegna ENEL

La cabina elettrica di consegna E-Distribuzione (monoblocco Omologata Mod. DG2092 ed.03) sarà del tipo prefabbricata in c.a.v. e realizzata in conformità alle vigenti normative e disposizioni E-Distribuzione, adatta per il contenimento delle apparecchiature MT/BT. La cabina sarà realizzata con calcestruzzo vibrato tipo RCK350 e con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato e opportunamente additivato con super fluidificante e con impermeabilizzante, idonei a garantire adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità. L'armatura metallica interna a tutti i pannelli sarà costituita da doppia rete elettrosaldata e ferro nervato, entrambi B450C. Pannello di copertura calcolato e dimensionato secondo le prescrizioni delle NTC DM 17 01 2018, ma comunque

per supportare sovraccarichi accidentali minimi di 480 Kg/m^2 . Tutti i materiali utilizzati sono certificati CE. Il tetto della cabina sarà a falde con copertura in coppi.

La cabina elettrica avrà dimensioni esterne pari a mm 6700x2500xh2680 dimensioni nette interne 6520x2320x2500mm sarà costituita da due vani il primo destinato a contenere le gli apparati di connessione elettrica alla rete il secondo il contatore di energia immessa. Saranno previsti 3 ingressi completi di 3 porte in resina sintetica DS 919 - complete di serrature DS 988, corredate da TCA Enel. Per l'areazione inoltre saranno previste 2 finestre di aerazione in resina sintetica DS 927 e 2 aspiratori eolici in acciaio inox. Le aperture a pavimento e i cunicoli interni saranno ricoperti con elementi in VTR. La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione interno costituito da 3 lampade di con plafoniera stagna da (tabella DY3021) del tipo a LED.

La struttura è composta dalle quattro pareti laterali e dal pannello copertura realizzate con un unico getto di calcestruzzo aventi spessore minimo 90 mm. Il pannello di pavimentazione avente spessore minimo di 90 mm. è dimensionato in modo da supportare un carico permanente di 600 Kg/m^2 . La cabina sarà posata su fondazione prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di mm 600. Le caratteristiche costruttive e i materiali sono identici a quelli impiegati per la costruzione della cabina monoblocco. Lo spessore del fondo della vasca è di 120 mm mentre le pareti laterali hanno spessore 250mm/200mm dal basso verso l'alto. L'armatura della struttura è realizzata con rete elettrosaldata e ferro nervato. Tale manufatto realizza alla base della cabina, una intercapedine di 48 cm di altezza netta in grado di garantire la massima flessibilità per quanto riguarda la distribuzione dei cavi.

Sulle pareti verticali della vasca di fondazione, vengono predisposti opportuni diaframmi a frattura prestabilita tali da poter rendere agevole l'innesto delle canalizzazioni per i cavi in entrata ed in uscita dalla cabina elettrica. Vengono altresì predisposti dei punti prestabiliti per il collegamento equipotenziale di messa a terra.

4.6 Cabine elettriche e cabina inverter

Le cabine elettriche e la cabina magazzino saranno realizzate con la stessa modalità della cabina di consegna, quindi prefabbricate realizzate in cemento armato vibrato in monobox di tipo monolitico o mediante il montaggio in opera di pareti e solette prefabbricate.

Le cabine monobox saranno realizzate con resistenza caratteristica del calcestruzzo pari a $R_{ck} \geq 450 \text{ kg/cm}^2$. Le pareti esterne, con spessore di 90 mm, sono internamente ed esternamente trattate con intonaco murale plastico. Il tetto, sarà del tipo a falde con copertura in coppi.

Il pavimento ha spessore 90 mm, calcolato per sopportare un carico uniformemente distribuito non inferiore a $500/600 \text{ kg/m}^2$ con ben 6000 kg concentrati in mezzera, idoneo a sopportare il peso delle apparecchiature elettromeccaniche anche durante le fasi di trasporto e movimentazione. Il pavimento è inoltre predisposto con apposite finestrature per il passaggio dei cavi MT e BT. Nella struttura in cemento, l'armatura elettrosaldata è fissata al contro-telaio degli infissi in maniera tale da formare una rete equipotenziale di terra uniformemente distribuita su tutta la superficie del chiosco. Per gli accessi ai locali saranno previste porte in resina sintetica. L'impianto elettrico completamente sottotraccia, è completo dell'impianto di illuminazione con plafoniere stagne IP65. L'illuminazione artificiale della cabina, conformemente alla Norma CEI 64-8, è realizzata in modo da garantire un livello di illuminamento di 200 lux nella zona del campo visivo unitamente ad un fattore di uniformità di almeno 0,7 (norma UNI EN 12464-1) tale da permettere un facile e sicuro esercizio.

Le uscite sono dotate inoltre di illuminazione di sicurezza (norma UNI EN 1838: 2000) in grado di garantire un livello di illuminamento pari a 1 lux, mediante l'utilizzo di apparecchiature illuminanti autonome, con autonomia pari a 1 ora. Le porte e le griglie sono a secondo della richiesta in vetroresina e/o in lamiera, ignifughe ed autoestinguenti.

La ventilazione naturale all'interno del locale viene garantita con l'installazione di griglie di aerazione in resina, smontabili solo dall'interno per impedire eventuali intrusioni.

Le cabine saranno inoltre dotate di impianto di aspirazione forzata costituito da 2 ventilatori con portata d'aria pari ad almeno 8500 mc/h.

Tutte le cabine avranno dimensioni esterne pari a mm 6000x2500x2680 e dimensioni nette interne mm 5829x2320x2500. Come la cabina di consegna, la cabina di parallelo e di trasformazione saranno posate su fondazione tipo vasca di altezza esterna pari a 600 mm aventi le stesse caratteristiche delle precedenti. Il locale magazzino sarà posato su fondazione costituita da getto in cls armato.



Figura 16 Cabina elettrica tipo

4.7 Recinzioni perimetrale e cancello di ingresso

A delimitazione dell'impianto, lungo il perimetro, sarà posta una recinzione modulare in pannelli realizzata con filo zincato elettrosaldato e poi plastificato in poliestere; colore verde 6005. Diametro esterno del filo \varnothing 5,00 mm (con tolleranza \pm 0,5 mm) e maglia 50x50 mm con nervature orizzontali di rinforzo.

Per l'accesso all'impianto saranno previsti due cancelli costituiti da profili in acciaio zincato a caldo con luce di apertura pari ad almeno 6 metri.

4.8 Piantumazione perimetrale per mitigazione visiva

Lungo il perimetro del campo fotovoltaico saranno messe a dimora specie arbustive autoctone aventi lo scopo di ridurre l'impatto visivo dei pannelli e allo stesso tempo ricreare elementi paesistici conformi all'area di installazione. Per le modalità di esecuzione, dipendenti dall'arbusto scelto, dovranno essere seguite le indicazioni fornite dalla DL in sede di realizzazione esecutiva.