

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO ECOVOLTAICO

DELLA POTENZA PARI A 144.21 MWp

Comune di Sassari (SS)

Loc. "Giuanne Abbas" e "Elighe longu"

Autorizzazione Unica
(art.12 D.lgs 387/2003 e s.m.i.)

Oggetto:

**1.15-GEN-Disciplinare descrittivo e prestazionale dei
principali elementi tecnici**

Proponente:



SIGMA ARIETE S.R.L.

Via Mercato n.3, MILANO (MI), 20121
P.I. 11467070964
REA MI - 2604780
PEC sigmaariete@legalmail.it

Progetto sviluppato da Regener8 Power per Canadian Solar



<https://regener8power.com/>
The Surrey Technology Centre,
The Surrey Research Park, Guildford, Surrey, England,
GU2 7YG

Progettista:



Stantec S.p.A.

Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova
Segrate (Milano)
italia.info@stantec.com
Phone: +39 02 94757240

| Rev. N. | Data | Descrizione modifiche | Redatto da | Rivisto da | Approvato da |
|---------|----------|-----------------------|---------------|-------------|-----------------------------|
| 00 | 25/11/21 | Prima Emissione | D. Stangalino | P. Marcello | D. Stangalino L. Lavazza |
| | | | | | |
| | | | | | |

Fase progetto: **Definitivo**

Formato elaborato: **A4**

Nome File: **1.15-00-A-GEN disciplinare tecnico**

Indice

| | |
|---|-----------|
| 1. Premessa | 2 |
| 2. Descrizione dell'impianto fotovoltaico | 2 |
| 3. Generalità..... | 3 |
| 4. Requisiti di sicurezza | 3 |
| 5. Moduli fotovoltaici | 4 |
| 5.1 Caratteristiche tecniche, elettriche e meccaniche dei moduli | 4 |
| 6. Sistema di conversione CC/AC (Inverter)..... | 7 |
| 6.1 Normativa di riferimento..... | 7 |
| 6.2 Caratteristiche tecniche..... | 7 |
| 7. Quadri di bassa tensione | 10 |
| 7.1 Normativa di riferimento..... | 10 |
| 7.2 Caratteristiche tecniche quadro QGBT | 10 |
| 7.3 Caratteristiche tecniche quadro dei servizi ausiliari..... | 11 |
| 7.4 Caratteristiche tecniche quadri di parallelo | 12 |
| 8. Trasformatori elevatori | 13 |
| 8.1 Normativa di riferimento..... | 13 |
| 8.2 Caratteristiche tecniche..... | 13 |
| 9. Trasformatori servizi ausiliari..... | 15 |
| 9.1 Normativa di riferimento..... | 15 |
| 9.2 Caratteristiche tecniche..... | 15 |
| 10. Quadri di media tensione | 16 |
| 10.1 Normativa di riferimento..... | 16 |
| 10.2 Caratteristiche tecniche quadri cabine di impianto | 16 |
| 10.3 Caratteristiche tecniche quadri cabine di raccolta..... | 17 |
| 11. Cavi elettrici..... | 19 |
| 11.1 Normativa di riferimento..... | 19 |
| 11.2 Cavi in corrente continua | 19 |
| 11.1 Cavi in bassa tensione..... | 21 |
| 11.2 Cavi in media tensione..... | 24 |

1. Premessa

Il presente elaborato fornisce una descrizione delle caratteristiche tecnico-prestazionali degli elementi tecnici che andranno a costituire l'impianto fotovoltaico a terra - con potenza di picco pari a 144,21 MWp che si desidera realizzare nel comune di Sassari e che sarà connesso alla rete nazionale di Trasmissione (RTN) a 150 kV.

2. Descrizione dell'impianto fotovoltaico

Si tratta di un nuovo impianto fotovoltaico ubicato nel comune di Sassari, avente potenza installata pari a 144,21 MWp.

L'impianto fotovoltaico può essere suddiviso in due principali sezioni funzionali:

- la sezione di produzione dell'energia elettrica, comprendente i moduli fotovoltaici (fissati su strutture portanti) e le apparecchiature elettriche di bassa e media tensione;
- la connessione alla rete elettrica di alta tensione, realizzata tramite la costruzione di una sottostazione di trasformazione a 150 kV e del cavidotto in alta tensione a 150 kV fino alla stazione Terna di futura costruzione, come da relativa STMG.

Il **generatore fotovoltaico in progetto** sarà composto da 220.170 pannelli, ciascuno di potenza elettrica di picco in condizioni standard di temperatura (25°C) e di irraggiamento (1000 W/m²) pari a 655 Wp.

I pannelli saranno montati su quattro tipi di strutture di supporto fisse e dinamiche secondo quanto segue:

- 824 Strutture overhead dynamics (tracker alti);
- 1202 Strutture tracker basso;
- 50 Strutture overhead static (fissi alti orientati a est-ovest con pannelli inclinati di 10°);
- 3515 Strutture fisse basse (orientate a sud con pannelli inclinati di 33°).

per un totale di 5591 strutture.

Tabella 2.1: Tabella riassuntiva strutture

| Tipologia Struttura | Numero strutture | Numero Pannelli 2x15 | N°moduli tot |
|----------------------------|------------------|----------------------|--------------|
| Tracker Alto (T01) | 824 | 2472 | 74160 |
| Tracker Basso (T02) | 1202 | 1202 | 36060 |
| Fisso Alto (T03) | 50 | 150 | 4500 |
| Fisso Basso (T04) | 3515 | 3515 | 105450 |

Dal punto di vista elettrico saranno previste 7339 stringhe da 30 pannelli ciascuna, connesse a 826 inverter.

I principali componenti che costituiscono l'impianto fotovoltaico possono essere così riassunti:

- Moduli fotovoltaici;
- Inverter;
- Quadri di parallelo inverter;
- Trasformatori elevatori BT/MT;
- Quadri MT di sezionamento e protezione;
- Complesso dei conduttori in CC e in CA (sia BT che MT) per i collegamenti di potenza;
- Cabine di campo (che accolgono i quadri di bassa tensione, i trasformatori e i quadri MT);
- Cabine di raccolta (per la raccolta delle linee in media tensione provenienti dalle cabine di campo)
- Elettrodotti in media tensione dalle cabine di campo alla sottostazione utente
- Sottostazione utente AT/MT;
- Cavo AT di connessione alla stazione Terna.

La connessione alla stazione Terna, di futura relazione, sarà effettuata a partire da una nuova sottostazione utente, di nuova realizzazione su una particella di terreno adiacente alla futura stazione Terna 380kV/150 kV e sarà connessa in antenna, tramite elettrodotto in cavo in alta tensione.

3. Generalità

I requisiti tecnici di questa specifica sono basati su considerazioni di prestazioni e funzionalità per cui, le prescrizioni in essa contenute non vogliono avere carattere discriminatorio.

Eventuali soluzioni migliorative e/o alternative proposte saranno analizzate in fase di progettazione esecutiva una volta comprovate la validità dal punto di vista funzionale e delle prestazioni con quanto richiesto nel presente documento.

Per quanto non espressamente indicato si rimanda alle Normative vigenti ed alla documentazione tecnica.

4. Requisiti di sicurezza

Le apparecchiature oggetto della presente specifica tecnica dovranno essere adeguatamente protette contro il rischio di contatti accidentali con le parti in tensione. Opportune barriere meccaniche e segnalazioni in lingua italiana, dovranno essere previste a totale carico del fornitore, per prevenire i contatti accidentali e segnalare le parti calde o in tensione.

5. Moduli fotovoltaici

5.1 Caratteristiche tecniche, elettriche e meccaniche dei moduli

Si prevede l'impiego di n. 220.170 moduli Canadian modello CS7N-655MB-AG della potenza di 655 Wp, per una potenza totale installata di 144,21 MWp. I moduli utilizzati saranno del tipo ad alta efficienza e a bassa "degradation" di potenza (<0,55 % anno) e sono composti da 132 celle solari "half cut" monocristallino con tecnologia PERC (*Passivated Emitter and Rear Cell*). Tale tecnologia in particolare garantisce, grazie alla formazione di uno strato di passivazione sul retro della cella, un incremento della cattura degli elettroni ed una maggiore efficienza di conversione, riducendo al contempo il calo intrinseco di rendimento nell'arco della vita utile dei moduli.

I moduli presentano dimensioni pari 2384 x 1303 x 35mm e risultano dotati di una cornice in alluminio anodizzato e sono dotati di certificazione di rispondenza alle normative IEC61215/IEC61730/UL1703.

I moduli fotovoltaici devono avere caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche verificate attraverso prove di tipo, secondo la norma CEI EN 61215 (per moduli al silicio cristallino).

Tutti i moduli che comporranno una stringa e tutte le stringhe presenti all'interno di un sottocampo dovranno avere le stesse caratteristiche meccaniche ed elettriche.

Ciascun modulo deve essere dotato di un numero adeguato di diodi di by-pass per garantire la continuità elettrica della stringa anche in caso di danneggiamento o ombreggiamenti di una o più celle. In fase di progettazione è opportuno verificare che le caratteristiche dei diodi di by-pass (corrente diretta e tensione di tenuta inversa) siano coordinati col progetto del campo fotovoltaico.

La conformità dei moduli alle norme applicabili deve essere specificamente certificata in presenza di detti diodi. Nel caso in cui il modulo sia provvisto di scatola di giunzione, i diodi di by-pass potranno essere alloggiati nella scatola stessa.

Il numero di diodi di bypass presenti nel modulo, essendo oggetto della prova 10.18 di cui alla Norma CEI EN 61215, deve essere dichiarato dal Costruttore e riportato nel foglio dati allegato alla specifica.

I moduli fotovoltaici devono essere dotati di scatola di giunzione del modulo, con un livello di protezione meccanica minimo **IP68** (a modulo installato). Essa dovrà avere caratteristiche costruttive capaci di assicurare: una buona resistenza all'invecchiamento, buona resistenza ai raggi ultravioletti, adattabilità e buona dissipazione del calore. La suddetta scatola dovrà presentare la certificazione rilasciata da TUV o altro ente certificatore similare.

La scatola deve essere dotata di terminali elettrici di uscita con polarità opportunamente contrassegnate, coperchio con guarnizioni e viti nonché fori equipaggiati con pressacavi per il cablaggio delle stringhe o attacchi rapidi fissi.

I cavi terminali dei moduli fotovoltaici e i connettori che li collegano alla scatola di giunzione, dovranno presentare buona resistenza ai raggi UV, resistenza di ozono, resistenza alla temperatura e alla corrosione chimica. Essi dovranno essere fissati direttamente alla struttura metallica tramite fascette in

nylon resistente ai raggi UV adatto per uso esterno o prodotti di equivalenti o migliori caratteristiche e funzionalità.

I moduli fotovoltaici saranno collegati tra loro attraverso l'utilizzo di connettori solari (MC4 o T4) con grado di protezione minimo di **IP68**.

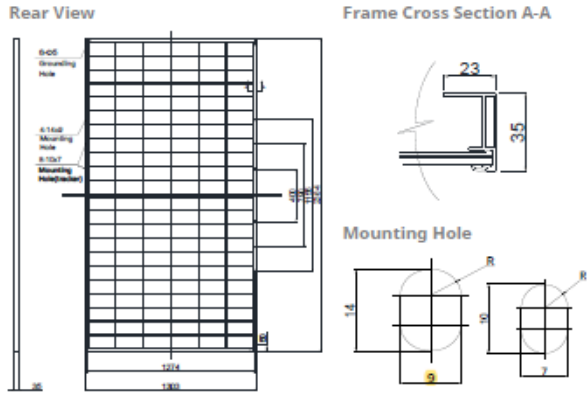
I parametri elettrici del modulo dovranno essere scelti in linea con quelli dell'intero sistema elettrico. In particolare, i valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) dovranno rientrare nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

Ulteriori requisiti minimi che dovranno essere rispettati sono:

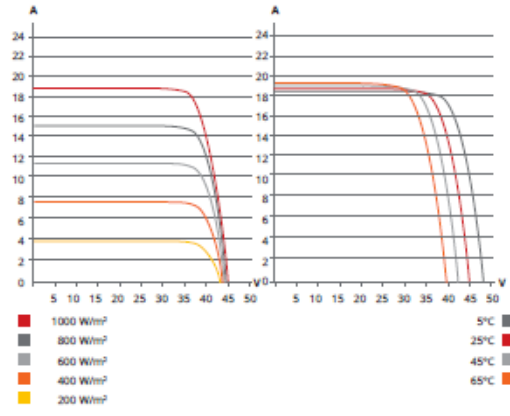
- Telaio in alluminio anodizzato in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione;
- Vetro temperato frontale e copertura posteriore min. da 3,2 mm, in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- Fornitore certificato:
 - ISO 9001: Quality Management System
 - ISO 14001: Environmental Management System
 - ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verication
 - OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System

Le caratteristiche principali dei moduli fotovoltaici di progetto sono riassunte nel data sheet riportato nella figura seguente.

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

| | Nominal Max. Power (Pmax) | Opt. Operating Voltage (Vmp) | Opt. Operating Current (Imp) | Open Circuit Voltage (Voc) | Short Circuit Current (Isc) | Module Efficiency | |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-------|
| CS7N-635MB-AG | 635 W | 37.3 V | 17.03 A | 44.4 V | 18.27 A | 20.4% | |
| Bifacial Gain** | 5% | 667 W | 37.3 V | 17.89 A | 44.4 V | 19.18 A | 21.5% |
| | 10% | 699 W | 37.3 V | 18.74 A | 44.4 V | 20.10 A | 22.5% |
| | 20% | 762 W | 37.3 V | 20.44 A | 44.4 V | 21.92 A | 24.5% |
| CS7N-640MB-AG | 640 W | 37.5 V | 17.07 A | 44.6 V | 18.31 A | 20.6% | |
| Bifacial Gain** | 5% | 672 W | 37.5 V | 17.92 A | 44.6 V | 19.23 A | 21.6% |
| | 10% | 704 W | 37.5 V | 18.78 A | 44.6 V | 20.14 A | 22.7% |
| | 20% | 768 W | 37.5 V | 20.48 A | 44.6 V | 21.97 A | 24.7% |
| CS7N-645MB-AG | 645 W | 37.7 V | 17.11 A | 44.8 V | 18.35 A | 20.8% | |
| Bifacial Gain** | 5% | 677 W | 37.7 V | 17.97 A | 44.8 V | 19.27 A | 21.8% |
| | 10% | 710 W | 37.7 V | 18.84 A | 44.8 V | 20.19 A | 22.9% |
| | 20% | 774 W | 37.7 V | 20.53 A | 44.8 V | 22.02 A | 24.9% |
| CS7N-650MB-AG | 650 W | 37.9 V | 17.16 A | 45.0 V | 18.39 A | 20.9% | |
| Bifacial Gain** | 5% | 683 W | 37.9 V | 18.03 A | 45.0 V | 19.31 A | 22.0% |
| | 10% | 715 W | 37.9 V | 18.88 A | 45.0 V | 20.23 A | 23.0% |
| | 20% | 780 W | 37.9 V | 20.59 A | 45.0 V | 22.07 A | 25.1% |
| CS7N-655MB-AG | 655 W | 38.1 V | 17.20 A | 45.2 V | 18.43 A | 21.1% | |
| Bifacial Gain** | 5% | 688 W | 38.1 V | 18.06 A | 45.2 V | 19.35 A | 22.1% |
| | 10% | 721 W | 38.1 V | 18.93 A | 45.2 V | 20.27 A | 23.2% |
| | 20% | 786 W | 38.1 V | 20.64 A | 45.2 V | 22.12 A | 25.3% |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
 ** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

| | Nominal Max. Power (Pmax) | Opt. Operating Voltage (Vmp) | Opt. Operating Current (Imp) | Open Circuit Voltage (Voc) | Short Circuit Current (Isc) |
|---------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| CS7N-635MB-AG | 476 W | 35.0 V | 13.61 A | 42.0 V | 14.73 A |
| CS7N-640MB-AG | 480 W | 35.2 V | 13.64 A | 42.2 V | 14.77 A |
| CS7N-645MB-AG | 484 W | 35.3 V | 13.72 A | 42.3 V | 14.80 A |
| CS7N-650MB-AG | 487 W | 35.5 V | 13.74 A | 42.5 V | 14.83 A |
| CS7N-655MB-AG | 491 W | 35.7 V | 13.76 A | 42.7 V | 14.86 A |

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|------------------------------------|---|
| Cell Type | Mono-crystalline |
| Cell Arrangement | 132 (2 x (11 x 6)) |
| Dimensions | 2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in) |
| Weight | 39.4 kg (86.9 lbs) |
| Front / Back Glass | 2.0 mm heat strengthened glass |
| Frame | Anodized aluminium alloy |
| J-Box | IP68, 3 diodes |
| Cable | 4.0 mm² (IEC) |
| Cable Length (Including Connector) | 460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length* |
| Connector | T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2 |
| Per Pallet | 30 pieces |
| Per Container (40' HQ) | 480 pieces |

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

ELECTRICAL DATA

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C |
| Max. System Voltage | 1500 V (IEC) or 1000 V (IEC) |
| Module Fire Performance | CLASS C (IEC61730) |
| Max. Series Fuse Rating | 35 A |
| Application Classification | Class A |
| Power Tolerance | 0 ~ + 10 W |
| Power Bifaciality* | 70 % |

* Power Bifaciality = Pmax_{rear} / Pmax_{total}, both Pmax_{rear} and Pmax_{total} are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|--------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.34 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.26 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature | 41 ± 3°C |

Figura 3-1: Caratteristiche elettriche e meccaniche del modulo

6. Sistema di conversione CC/AC (Inverter)

6.1 Normativa di riferimento

Inverter:

- CEI 0-16 ED. III (2012) - VDE 0126-1-1 (2006)
- IEEE1547 (2003); - IEEE1547.1 (2005); EN 61000-6-2
- EN 61000-6-4; IEC 61683: 1999-11

Conversione della potenza:

- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
- CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali
- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

6.2 Caratteristiche tecniche

Il gruppo di conversione da CC a CA, agendo come generatore di corrente, attua il controllo della potenza prodotta dai moduli fotovoltaici e trasferita dai moduli fotovoltaici alle cabine di trasformazione. Gli inverter saranno idonei al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete di distribuzione interna, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

Gli inverter, ancorché dovranno essere dotati di marcatura CE, dovranno essere progettati e realizzati in modo da ridurre al minimo le interferenze che essi possono introdurre nel sistema elettrico (transitori di tensione o onde elettromagnetiche); in particolare, essi dovranno essere dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento e di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche.

Gli inverter dovranno essere provvisti di apposite interfacce di comunicazione di tipo RS485, per l'interfacciamento con il sistema di monitoraggio SCADA e per i sistemi di security e videosorveglianza, al fine di garantire la comunicazione delle grandezze elettriche più significative come tensioni, correnti, frequenza, potenze e gli stato di interruttori e/o sezionatori; dovranno inoltre essere rilevate le temperature di esercizio, i segnali di allarme ed i log errori.

Gli inverter selezionati saranno del modello SUN2000-185KTL-H1 prodotti da Huawei o similari. Ciascun dispositivo riceverà in ingresso fino ad un massimo di n. 18 stringhe, sarà dotato internamente di:

- sezionatori lato CC

- SPD Tipo II lato CC
- sistema MPPT
- convertitore CC/AC
- SPD Tipo II lato AC

L'inverter non contiene trasformatori al suo interno. Questa tipologia di Inverter presenta il vantaggio di avere una Tensione Massima di sistema pari a 1.500 Vdc ed una Tensione di Uscita in corrente alternata a 800 Vca ed è in grado di gestire una potenza in ingresso fino a 185 kVA.

Saranno installati in totale n. 826 inverter di stringa. Andrà assolutamente evitato il posizionamento di materiali infiammabili o esplosivi in prossimità di tali apparecchiature; a tal fine la struttura di supporto dovrà essere realizzata in materiale non infiammabile. La radiazione solare diretta sull'apparecchio potrebbe causarne un surriscaldamento e una conseguente riduzione della potenza convertita.

Si prevede dunque che la struttura di supporto sia dotata di una tettoia parasole come ad esempio quella mostrata in figura.

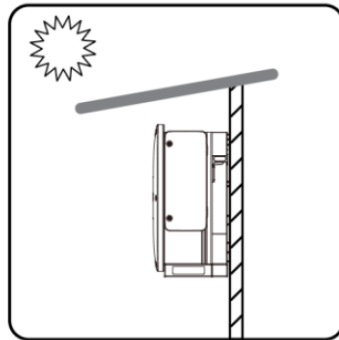


Figura 4-1: Esempio di struttura portante per il posizionamento degli inverter

Le principali caratteristiche tecniche degli inverter selezionati sono riassunte nel data sheet riportato nella figura seguente.

Disciplinare descrittivo e prestazionale dei principali elementi tecnici

| 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 | 175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 150,000 W @50°C |
| Max. AC Apparent Power | 185,000 VA |
| Max. AC Active Power ($\cos\phi=1$) | 185,000 W |
| Nominal Output Voltage | 800 V, 3W + PE |
| Rated AC Grid Frequency | 50 Hz / 60 Hz |
| Nominal Output Current | 126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 108.3 A @50°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, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683 |
| Grid Code | IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006 |

Figura 4-2: Data sheet degli inverter

7. Quadri di bassa tensione

7.1 Normativa di riferimento

- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori
- CEI 61439/1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione - Parte 1: Regole Generali.
- CEI 61439/2 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione - Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI EN 60947 Apparecchiature di bassa tensione
- CEI EN 60071-1 Coordinamento dell'isolamento. Parte 1: Definizioni, principi e regole.
- CEI EN 60071-2 Coordinamento dell'isolamento. Parte 2: Guida di applicazione.
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
- CEI EN 61000-2-4 Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali.
- IEC 60529 Degree of protection provided by enclosures (IP-code)
- IEC 60282-1 Current limiting fuses
- IEC 61243-5 Working under voltage - Voltage detectors – Part 5: Voltage detection systems
- IEC 61869-1 Instrument transformers
- IEC 61869-2 Current transformers
- IEC 61869-3 Voltage transformers

7.2 Caratteristiche tecniche quadro QGBT

Il singolo quadro generale di bassa tensione, che sarà installato nelle cabine di impianto avrà le seguenti caratteristiche:

| | |
|---------------------------------------|--|
| Installazione | per interno a pavimento |
| Temperatura | progetto: 40 °C |
| Tipologia di quadro | apparecchiatura AS - forma costruttiva 3b |
| Composizione | singola sbarra |
| Grado di protezione | esterno: IP31 minimo – interno: IP20 |
| Ingresso cavi di potenza | dal basso |
| Uscita cavi di potenza | dal basso |
| Ingresso/uscita cavi ausiliari | dal basso |
| Accessibilità | dal fronte e dal retro con cassette disposti sul fronte |
| Tensione nominale | 230/400 V |
| Sistema | 3F+N con neutro distribuito |
| Tensione massima di esercizio | 1 kV (classe di isolamento) |
| Tensione di prova alla freq. Ind. | 2,5 kV |
| Frequenza | 50 Hz |
| Corrente nominale sbarre | come da unificare |
| Materiale | rame |
| Tipo di isolamento | aria |
| Stato del neutro | a terra sistema TN-S |
| Corrente di c.to c.to di breve durata | 35 kA x 1" |
| Limite dinamico corrente di c.to c.to | 87,5 kA |
| Interruttore di arrivo | di tipo aperto |
| Interruttore delle partenze | di tipo scatolato |

Il quadro sarà costituito da un insieme di scomparti o celle autoportanti in lamiera di spessore non inferiore a 20/10 decimi, contenenti apparecchiature di comando, interruzione o misura.

Ciascuno scomparto sarà munito di colonna risalita cavi per l'alloggio delle morsettiere ausiliarie e di potenza con sportello incernierato su pannello verticale.

Il quadro sarà provvisto di un telaio di base in profilati metallici da fissare al pavimento, a cui saranno fissati, mediante bulloni di ancoraggio, i vari pannelli.

La segregazione tra le zone sarà tale da permettere l'accesso ai vari scomparti, escludendo ogni possibilità di contatto accidentale con le sbarre o altre parti in tensione, e consentirà di effettuare in condizioni di assoluta sicurezza il collegamento dei cavi in un determinato scomparto con tutto il resto del quadro in tensione.

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno.

Tutte le porte e portelle saranno corredate di serratura con chiave asportabile.

Il quadro sarà dotato di tutti gli accessori necessari per l'uso e la manutenzione, inoltre sarà provvisto di barra di messa a terra per la connessione all'impianto di terra della singola cabina.

7.3 Caratteristiche tecniche quadro dei servizi ausiliari

Il singolo quadro dei servizi ausiliari in bassa tensione, che sarà installato nelle cabine di impianto avrà le seguenti caratteristiche:

| | |
|---------------------------------------|---|
| Installazione | per interno a pavimento |
| Temperatura | progetto: 40 °C |
| Tipologia di quadro | apparecchiatura AS - forma costruttiva 2b |
| Grado di protezione | esterno: IP44 minimo – interno: IP20 |
| Ingresso cavi di potenza | dal basso |
| Uscita cavi di potenza | dal basso |
| Ingresso/uscita cavi ausiliari | dal basso |
| Accessibilità | dal fronte |
| Tensione nominale | 230/400 V |
| Sistema | 3F+N con neutro distribuito |
| Tensione massima di esercizio | 1 kV (classe di isolamento) |
| Tensione di prova alla freq. Ind. | 2,5 kV |
| Frequenza | 50 Hz |
| Corrente nominale sbarre | 100 A |
| Materiale | rame |
| Tipo di isolamento | aria |
| Stato del neutro | a terra sistema TN-S |
| Corrente di c.to c.to di breve durata | 6 kA x 1" |
| Limite dinamico corrente di c.to c.to | 15 kA |
| Interruttore di arrivo | di tipo modulare |
| Interruttore delle partenze | di tipo modulare |

Il quadro sarà costituito da una struttura modulare in lamiera di spessore non inferiore a 20/10 decimi, contenenti apparecchiature di comando, interruzione o misura.

Il quadro sarà munito di colonna risalita cavi per l'alloggio delle morsettiere ausiliarie e di potenza con sportello incernierato su pannello verticale.

Il quadro sarà provvisto di un telaio di base in profilati metallici da fissare al pavimento.

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno.

Tutte le porte saranno corredate di serratura con chiave asportabile.

Il quadro sarà dotato di tutti gli accessori necessari per l'uso e la manutenzione, inoltre sarà provvisto di barra di messa a terra per la connessione all'impianto di terra della singola cabina.

7.4 Caratteristiche tecniche quadri di parallelo

Il singolo quadro di parallelo inverter, che sarà installato in impianto avrà le seguenti caratteristiche:

| | |
|---------------------------------------|---|
| Installazione | per esterno a parete |
| Temperatura | progetto: 40 °C |
| Tipologia di quadro | apparecchiatura AS - forma costruttiva 2b |
| Grado di protezione | esterno: IP55 minimo – interno: IP20 |
| Ingresso cavi di potenza | dal basso |
| Uscita cavi di potenza | dal basso |
| Ingresso/uscita cavi ausiliari | dal basso |
| Accessibilità | dal fronte |
| Tensione nominale | 230/400 V |
| Sistema | 3F+N con neutro distribuito |
| Tensione massima di esercizio | 1 kV (classe di isolamento) |
| Tensione di prova alla freq. Ind. | 2,5 kV |
| Frequenza | 50 Hz |
| Corrente nominale sbarre | 630/800 A |
| Materiale | rame |
| Tipo di isolamento | aria |
| Stato del neutro | a terra sistema TN-S |
| Corrente di c.to c.to di breve durata | 6 kA x 1" |
| Limite dinamico corrente di c.to c.to | 15 kA |
| Interruttore di arrivo | sezionatore sottocarico e scaricatore |
| Interruttore delle partenze | fusibili |

Il quadro sarà costituito da una struttura modulare in materiale isolante contenete all'interno le apparecchiature di protezione.

Le morsettiere saranno alloggiare nella parte inferiore del quadro.

Tutte le normali operazioni di esercizio saranno eseguibili dall'esterno.

La portella sarà corredata di serratura con chiave asportabile.

Il quadro sarà dotato di tutti gli accessori necessari per l'uso e la manutenzione, inoltre sarà provvisto di barra di messa a terra per la connessione all'impianto di terra.

8. Trasformatori elevatori

8.1 Normativa di riferimento

- CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza. Parte 1: Generalità
- CEI EN 60076-2 Trasformatori di potenza. Parte 2: Riscaldamento
- CEI EN 60076-3 Trasformatori di potenza. Parte 3: Livelli di isolamento, prove dielettriche e distanze isolanti in aria
- CEI EN 60076-5 Trasformatori di potenza. Parte 5: Capacità di tenuta al cortocircuito
- CEI EN 60076-10 Trasformatori di potenza. Parte 10: Determinazione dei livelli di rumore
- CEI EN 50216-1 Accessori per trasformatori di potenza e reattori. Parte 1: Generalità
- CEI EN 50216-2 Accessori per trasformatori di potenza e reattori. Parte 2: Relè Buchholz per trasformatori e reattori immersi in liquido isolante, con conservatore
- CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate oltre 1000 V
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI EN 60947-7-1 Apparecchiature a bassa tensione. Parte 7: Apparecchiature ausiliarie. Sezione 2: Morsetti componibili per conduttori di rame
- CEI EN 60076-7 Trasformatori di potenza. Parte 7: Guida di carico per trasformatori immersi in olio
- CEI UNEL 6131 Trasformatori di potenza. Attacchi per la messa a terra del cassone
- CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV

8.2 Caratteristiche tecniche

I trasformatori MT/BT in impianto fanno della seguente tipologia:

- Trasformatori elevatori BT/MT del tipo ad olio per l'elevazione della tensione dal valore di uscita degli inverter pari a 800 V a quello della rete di distribuzione in MT pari a 30 kV, installati all'interno delle cabine di impianto.

I trasformatori, equipaggiati con schermo elettrostatico tra avvolgimento primario e secondario, saranno del tipo idoneo al funzionamento in regime distorto di corrente secondo quanto comunicato dal costruttore dell'inverter.

I trasformatori saranno costruiti in modo da poter sopportare le sollecitazioni dielettriche derivanti dalle rapide commutazioni dei dispositivi statici, stimabili in gradienti elettrici pari a ca. 500V/ μ s.

Il singolo trasformatore sarà equipaggiato con le opportune protezioni quali termometro a quadrante, buchholz, indicatore di livello dell'olio, i bulloni per la messa a terra e la targa dati del costruttore

Complessivamente saranno impiegati 56 trasformatori elevatori aventi le seguenti potenze:

| Potenza | Quantità |
|----------|----------|
| 2000 kVA | 12 |
| 2500 kVA | 17 |
| 3150 kVA | 27 |

Le caratteristiche tecniche e costruttive dei trasformatori in olio sono indicate nel data sheet riportato nella figura seguente.

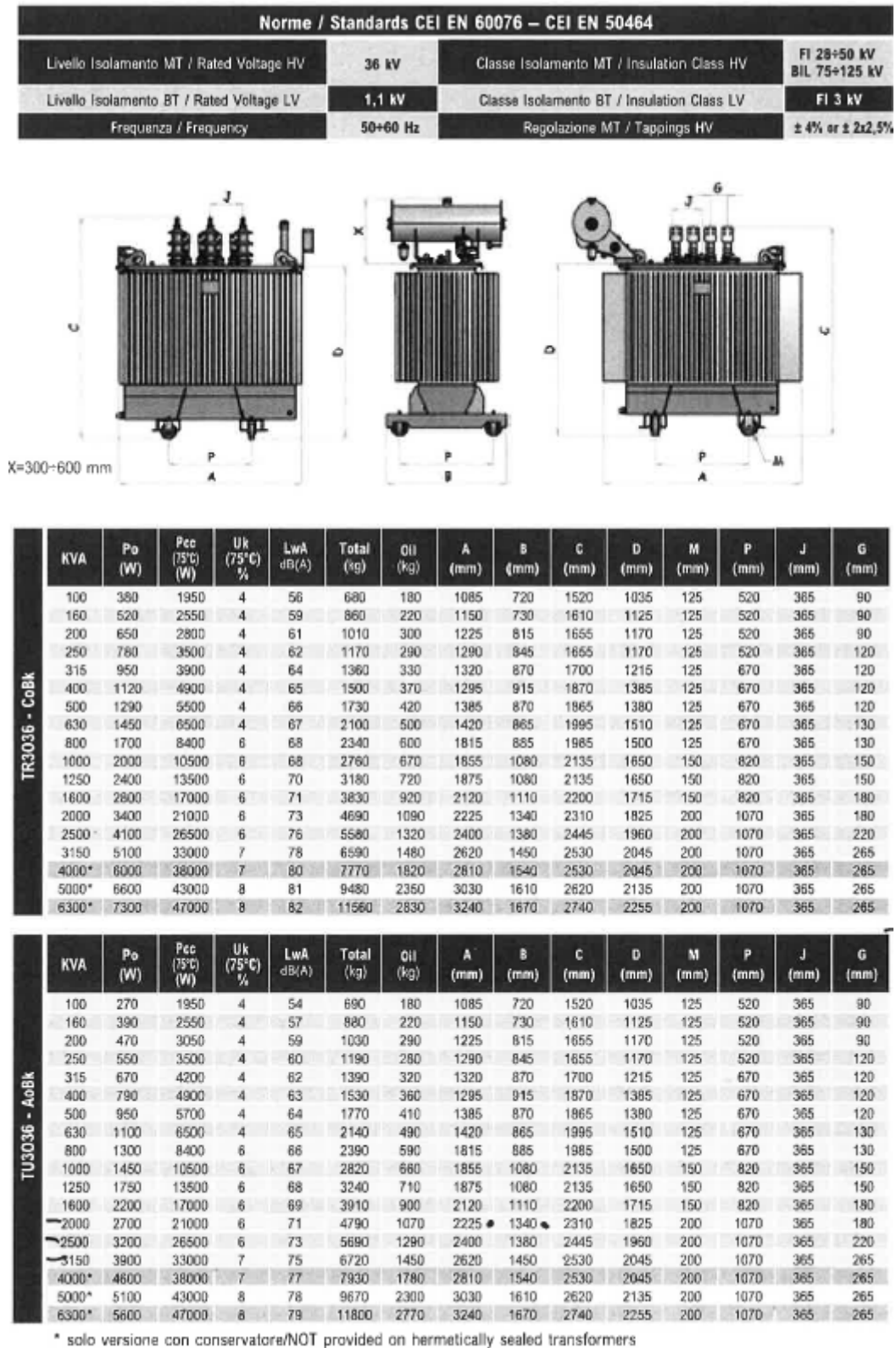


Figura 8-1: Data sheet trasformatori

9. Trasformatori servizi ausiliari

9.1 Normativa di riferimento

- CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza. Parte 1: Generalità

9.2 Caratteristiche tecniche

I trasformatori BT/BT utilizzati per alimentare i servizi ausiliari di cabina avranno le seguenti caratteristiche:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| • Costruzione | avvolgimenti separati |
| • Avvolgimenti | alluminio o rame |
| • Isolamento | in aria |
| • Servizio | continuo |
| • Potenza nominale | 50 kVA a 30°C |
| • Tipo di raffreddamento | AN (aria naturale) |
| • Numero di fasi | 3 |
| • Frequenza nominale | 50 Hz |
| • Collegamenti | triangolo (AT) / stella (BT) |
| • Gruppo vettoriale | Dyn 11 |
| • Tensione nominale primaria | 800 V |
| • Tensione nominale secondaria | 400 V |
| • Impedenza di corto circuito | 4 % |
| • Livello di isolamento | 1,1 kV |
| • Custodia protettiva | di tipo metallico con ingresso cavi |

10. Quadri di media tensione

10.1 Normativa di riferimento

- CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI EN 60071-1 Coordinamento dell'isolamento. Parte 1: Definizioni, principi e regole.
- CEI EN 60071-2 Coordinamento dell'isolamento. Parte 2: Guida di applicazione.
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).
- CEI EN 61000-2-4 Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali.
- IEC 62271-200 A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
- IEC 62271-1 Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards
- IEC 62271-100 High-voltage alternating current circuit-breakers
- IEC 60470 High-voltage alternating current contactors and contactor-based motor-starters
- IEC 62271-102 Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches
- IEC 62271-106 High voltage alternating current contactors and contactors based motor starters
- IEC 62271-105 High-voltage alternating current switch-fuse combinations
- IEC 60071-1 Insulation co-ordination for equipment in three-phase systems above 1 kV
- IEC 60282-1 Current limiting fuses
- IEC 61243-5 Working under voltage - Voltage detectors – Part 5: Voltage detection systems
- IEC 61869-1 Instrument transformers
- IEC 61869-2 Current transformers
- IEC 61869-3 Voltage transformers

10.2 Caratteristiche tecniche quadri cabine di impianto

Il quadro di media tensione sarà di tipo protetto (LSC2A) conforme alla Norma IEC 62271-200 e livello di isolamento 36 kV, corrente nominale 630A, tenuta al corto circuito 20 kA.

Il quadro di media tensione sarà costituito da un insieme continuo di unità modulari verticali prefabbricate (denominate scomparti o celle), fissate le une alle altre tramite bulloni, in modo da realizzare una struttura rigida. Le pareti di separazione tra due scomparti adiacenti devono essere doppie.

Ogni scomparto di media tensione sarà suddiviso nei seguenti compartimenti:

- Compartimentazione sbarre
- Compartimentazione interruttori di potenza e vano cavi
- Cubicolo bassa tensione

Il quadro di media tensione installato nelle cabine di impianto sarà composto dai seguenti scomparti:

- ✓ N. 2 arrivo linea equipaggiati con sezionatore sottocarico;
- ✓ N.2 o 3 partenze trasformatore elevatore equipaggiato con sezionatore e interruttore.

Tutti i sezionatori sottocarico saranno ad isolamento in aria o in gas SF6.

Tutti gli interruttori saranno ad isolamento in gas SF6 o in vuoto.

Le partenze trasformatore saranno equipaggiate con protezioni di massima corrente a microprocessore.

Il quadro di media tensione avrà una struttura tale da realizzare tutti gli interblocchi necessari a garantire l'esecuzione in sicurezza delle manovre in accordo alla Norma IEC 62271-200.

Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche principali dei quadri di media tensione:

| | |
|---|----------------------|
| Installazione | Indoor |
| Numero delle fasi | 3 |
| Sistema sbarre | singola sbarra |
| Tensione di isolamento | 36 kV |
| Tensione di servizio | 30 kV |
| Frequenza | 50 Hz |
| Sistema di messa a terra del neutro | isolato |
| Tensione di tenuta a frequenza di esercizio | 70 kV |
| Tensione di tenuta nominale a impulso atmosferico | 145 kV |
| Temperatura ambiente | 40 °C |
| Corrente nominale delle sbarre | 630 A |
| Isolamento delle sbarre | in aria |
| Corrente di breve durata ammissibile | 20 kA |
| Corrente di picco ammissibile | 50 kA |
| Categoria continuità di servizio | LSC2A |
| Classificazione arco elettrico interno | A |
| Accessibilità | FLR |
| Corrente d'arco interno | 20 kA |
| Durata arco interno | 1s |
| Ingresso cavi | dal basso |
| Accesso cavi | posteriore/anteriore |

10.3 Caratteristiche tecniche quadri cabine di raccolta

Il quadro di media tensione sarà di tipo blindato (LSC2B) conforme alla Norma IEC 62271-200 e livello di isolamento 36 kV, corrente nominale 1250A, tenuta al corto circuito 20 kA.

Il quadro di media tensione sarà costituito da un insieme continuo di unità modulari verticali prefabbricate (denominate scomparti o celle), fissate le une alle altre tramite bulloni, in modo da realizzare una struttura rigida. Le pareti di separazione tra due scomparti adiacenti devono essere doppie.

Ogni scomparto di media tensione sarà suddiviso nei seguenti compartimenti:

- Compartimentazione sbarre
- Compartimentazione interruttori di potenza
- Vano cavi
- Cubicolo bassa tensione

Disciplinare descrittivo e prestazionale dei principali elementi tecnici

Il quadro di media tensione installato nelle cabine di impianto sarà composto dai seguenti scomparti:

- ✓ N. 2 arrivi linea equipaggiati con interruttore;
- ✓ N.4 partenze linee equipaggiate con interruttore;
- ✓ N.1 congiuntore di sbarra;
- ✓ N.2 scomparti misura;
- ✓ N.1 partenza trasformatore servizi ausiliari equipaggiata con interruttore.

Tutti gli interruttori saranno ad isolamento in gas SF6 o in vuoto.

Tutti gli scomparti saranno equipaggiati con protezioni di massima corrente a microprocessore e dispositivi di misura.

Il quadro di media tensione avrà una struttura tale da realizzare tutti gli interblocchi necessari a garantire l'esecuzione in sicurezza delle manovre in accordo alla Norma IEC 62271-200.

Di seguito si riportano le caratteristiche elettriche principali dei quadri di media tensione:

| | |
|---|----------------------|
| Installazione | Indoor |
| Numero delle fasi | 3 |
| Sistema sbarre | singola sbarra |
| Tensione di isolamento | 36 kV |
| Tensione di servizio | 30 kV |
| Frequenza | 50 Hz |
| Sistema di messa a terra del neutro | isolato |
| Tensione di tenuta a frequenza di esercizio | 70 kV |
| Tensione di tenuta nominale a impulso atmosferico | 145 kV |
| Temperatura ambiente | 40 °C |
| Corrente nominale delle sbarre | 1250 A |
| Isolamento delle sbarre | in aria |
| Corrente di breve durata ammissibile | 20 kA |
| Corrente di picco ammissibile | 50 kA |
| Categoria continuità di servizio | LSC2B |
| Partizione dei diaframmi | PM |
| Classificazione arco elettrico interno | A |
| Accessibilità | FLR |
| Corrente d'arco interno | 20 kA |
| Durata arco interno | 1s |
| Ingresso cavi | dal basso |
| Accesso cavi | posteriore/anteriore |

11. Cavi elettrici

11.1 Normativa di riferimento

- CEI 20-91 cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- Regolamento unione europea 305/11 - Regolamento CPR
- DLgs 106 del 16/6/2017 adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE 305/11.
- CEI 11-17 Norme per gli impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 20-11 Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolamenti e guaine dei cavi di energia.
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- EN 60332-1-2 Non propagazione della fiamma
- EN 60332-3-24 Non propagazione dell'incendio
- EN 50267-2-1 Gas corrosivi o alogenidrici
- CEI 20-29 Conduttori per cavi isolati.
- CEI 20-34 Metodi di prova per isolanti e guaine dei cavi elettrici rigidi e flessibili.
- CEI 20-24 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia.

11.2 Cavi in corrente continua

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli sarà del tipo "in serie", in modo da formare n. 7339 stringhe composte da 30 moduli ciascuna, in modo tale da avere una tensione nominale a vuoto non superiore a 1500 V. Tale collegamento sarà realizzato mediante i cavi forniti in dotazione ai singoli moduli ed impiego di cavi "solari", del tipo H1Z2Z2-K o similari, conformi alle norme e con tensione nominale $U \geq 1,5$ kV (CC).

NPE SUN H1Z2Z2-K cavo per impianti fotovoltaici

| | |
|---|-------------------|
| Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici: | EN 50618 |
| Non propagazione della fiamma: | EN 60332-1-2 |
| Gas corrosivi o alogenidrici: | EN 50525-1 |
| Densità dei fumi: | EN 61034-2 |
| Resistenza raggi UV: | EN 50289-4-17 (A) |
| Resistenza ozono: | EN 50396 |
| Resistenza alla sollecitazione termica: | EN 60216-1 |
| | EN 60216-2 |
| Direttiva Bassa Tensione: | 2014/35/UE |
| Direttiva RoHS: | 2011/65/UE |

REAZIONE AL FUOCO

| | |
|---|-----------------------|
| CONFORME CPR REGOLAMENTO 305/2011/UE | |
| Norma: | EN 50675:2014+A1:2016 |
| Classe: | E _{ca} |
| Classificazione: | EN 13501-6 |
| Propagazione della fiamma: | EN 60332-1-2 |
| Organismo Notificato: | 0051 - IMQ |
| CE | 2020 |



Descrizione

- Conduttore: rame stagnato, formazione flessibile, classe 5
- Isolamento: compound reticolato (LSOH)
- Guaina: compound reticolato (LSOH)
- Colore: nero, rosso

LSOH = Low Smoke Zero Halogen

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale U₀/U: 1000/1000 V c.a.
1500/1500 V c.c.
- Tensione massima U_m (anche verso terra): 1800 V c.c.
- Temperatura massima di esercizio sul conduttore: 90°C
- Temperatura massima sul conduttore alla temperatura ambiente max di 90°C: 120°C (max 20.000 ore)
- Temperatura minima di esercizio: -40°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C per un periodo di 5 sec.

Marcatura

[Ditta] NPE SUN H1Z2Z2-K [formazione] mm2 IEMMEQU ◀HAR▶ [anno] (CE logo) [ordine] [metrica]
[Ditta] NPE SUN 1Z2Z2-K [formazione] mm2 [anno] (CE logo) [ordine] [metrica]

Caratteristiche particolari

Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (EN 60216-1)

Condizioni di posa

- Temperatura minima di installazione: -25°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 4 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del rame

Impiego e tipo di posa

Uso previsto in installazioni fotovoltaici secondo la HD 60364-7-712.
Sono progettati per uso permanente all'esterno o all'interno, per installazioni libere mobili, libere a sospensione e fisse. Installazione anche in condotti e su canaline, all'interno o sotto intonaco oltre che nelle apparecchiature. Adatto per l'applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (classe di protezione II).

Figura 11-1: Caratteristiche cavi BT di collegamento tra stringhe

NPE SUN H1Z2Z2-K

| Formazione | Ø indicativo conduttore | Ø esterno max | Resistenza elettrica max a 20°C | Peso indicativo cavo | Portata di corrente a temperatura ambiente 60°C e temperatura del conduttore 120°C | | |
|----------------------|-------------------------|---------------|---------------------------------|----------------------|--|--------------------------|--------------------------------------|
| | | | | | 1 cavo in aria libera | 1 cavo su una superficie | 2 cavi in contatto su una superficie |
| n° x mm ² | mm | mm | Ω/km | kg/km | A | A | A |
| 1 x 1,5 | 1,5 | 5,4 | 13,7 | 32 | 30 | 29 | 24 |
| 1 x 2,5 | 1,9 | 5,9 | 8,21 | 43 | 41 | 39 | 33 |
| 1 x 4 | 2,4 | 6,6 | 5,09 | 60 | 55 | 52 | 44 |
| 1 x 6 | 3,0 | 7,4 | 3,39 | 82 | 70 | 67 | 57 |
| 1 x 10 | 3,9 | 8,8 | 1,95 | 125 | 98 | 93 | 79 |
| 1 x 16 | 5,0 | 10,1 | 1,24 | 185 | 132 | 125 | 107 |
| 1 x 25 | 6,1 | 12,5 | 0,795 | 280 | 176 | 167 | 142 |
| 1 x 35 | 7,3 | 14,0 | 0,565 | 370 | 218 | 207 | 176 |
| 1 x 50 | 8,7 | 16,3 | 0,393 | 520 | 276 | 262 | 221 |
| 1 x 70 | 10,5 | 18,7 | 0,277 | 715 | 347 | 330 | 278 |
| 1 x 95 | 11,9 | 20,8 | 0,210 | 925 | 416 | 395 | 333 |
| 1 x 120 | 13,8 | 22,8 | 0,164 | 1165 | 488 | 464 | 390 |
| 1 x 150 (*) | 15,3 | 25,5 | 0,132 | 1480 | 566 | 538 | 453 |

(*) = Questa formazione non rientra nella certificazione HAR

| Coefficienti di correzione per temperature ambiente diverse da 60°C | |
|---|----------------------------|
| Temperatura ambiente (°C) | Coefficiente di correzione |
| Fino a 60 | 1,0 |
| 70 | 0,92 |
| 80 | 0,84 |
| 90 | 0,75 |

Per installazioni a gruppi i coefficienti di correzione della portata sono riportati nel documento HD 60364-5-52:2011, Tabella B.52.17

Figura 11-2: Caratteristiche elettriche cavi BT di collegamento tra stringhe

Tale tipologia di cavo (unipolare “halogen free”) risulta adatto al collegamento dei vari elementi degli impianti fotovoltaici e solari. Risulta inoltre conforme ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), con l’obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo e presenta un’ottima resistenza ai raggi UV ed alle condizioni atmosferiche. Il funzionamento del cavo è stimato in circa 25 anni (EN 50618) ed il periodo previsto per un suo utilizzo ad una temperatura massima del conduttore di 120°C e ad una temperatura massima ambientale di 90°C è limitato a 20.000 ore.

11.1 Cavi in bassa tensione

Il collegamento degli inverter di stringa al quadro di parallelo o al quadro generale in cabina di impianto sarà realizzato con cavi del tipo NAYCWY 0,6/1 kV o equivalenti.

Le caratteristiche costruttive dei cavi NAYCWY sono indicate nel data sheet riportato nella figura seguente:



Blind Product Group: **BT**

APPLICATION

Power distribution cables in power stations, industrial installations and switchgears, as well as in local mains. For fixed installation underground, in interior premises, cable ducts, in the open air and in water – as permitted by the local building regulations – if protection against shock hazard in the event of mechanical damage or electrical screening is required. The concentric sheath conductor can be used as PE or PEN conductor and needs not be cut when assembling branch joints.

CHARACTERISTICS

Voltage Rating U_o/U
0.6/1kV

Test Voltage
4kV

Temperature Rating
Operating: -35°C to +70°C
Minimum laying temperature: -5°C
Maximum short circuit temperature for 5 sec: +160°C

Minimum Bending Radius
Multi Core: 12 x overall diameter

CONSTRUCTION

Conductor
Round or Sector Shaped Stranded Aluminium Conductor

Insulation
PVC (Polyvinyl Chloride)

Inner Sheath
EPDM (Ethylene Propylene Diene Monomer)

Concentric Screen
Bare Copper Wires, Copper Tape Counter Helix

Sheath
PVC (Polyvinyl Chloride) UV Resistant

Core Identification
2 core: ● Blue ● Brown
3 core: ● Brown ● Black ● Grey
4 core: ● Blue ● Brown ● Black ● Grey

Sheath Colour
● Black

STANDARDS

DIN VDE 0276-603 (HD 603),

Flame Retardant according to IEC/EN 60332-1-2

ISO/IEC 17025 LABORATORY TESTED

This product is subject to the Quality Assurance protocols of The Cable Lab®, an ISO/IEC 17025 accredited cable testing laboratory. Testing includes vertical flame, conductor resistance, tensile & elongation, and dimensional consistency, verified to published standards and approved product drawings.



REGULATORY COMPLIANCE

This cable is compliant with European Regulation (EU) 2015/1000, the Construction Products Regulation.



This cable meets the requirements of the Low Voltage Directive 2014/35/EU and the RoHS Directive 2011/65/EU. RoHS compliance has been tested and confirmed by The Cable Lab® as meeting the requirements of the CEI RoHS Traceability Statement.



Figura 11-3: Caratteristiche elettriche cavi BT in uscita dagli inverter

Saranno utilizzate le seguenti sezioni:

- 3x70+35PE mm² per il collegamento degli inverter ai quadri di parallelo o alla cabina di campo.
- 1x240 mm² per fase (2 cavi in parallelo) per il collegamento dei quadri di parallelo a 4 inverter alla cabina di campo.
- 1x400 mm² per fase per collegamento dei quadri di parallelo a 4 inverter alla cabina di campo.

L'alimentazione dei servizi ausiliari d'impianto in bassa tensione sarà garantita tramite l'utilizzo di cavi del tipo FG16(O)R16 0,6/1kV.

FG16R16-0,6/1 kV FG16OR16-0,6/1 kV

| | |
|---|--------------------------|
| Costruzione, requisiti elettrici, fisici e meccanici: | CEI 20-13 |
| | IEC 60502-1 |
| | CEI UNEL 35316 (energia) |
| | CEI UNEL 35322 (comando) |
| Direttiva Bassa Tensione: | 2014/35/UE |
| Direttiva RoHS: | 2011/65/UE |

| REAZIONE AL FUOCO | |
|--|----------------------------|
| CONFORME CPR REGOLAMENTO 2016/2011/UE | |
| Norma: | EN 50575:2014+A1:2016 |
| Classe: | C ₀ -a3, d1, a3 |
| Classificazione: (CEI UNEL 35016) | EN 13501-6 |
| Emissione di calore e fumi e sviluppo della fiamma | EN 50399 |
| Non propagazione della fiamma: | EN 60332-1-2 |
| Gas corrosivi e alogenucci: | EN 60754-2 |
| Organismo Notificato: | 0651 - IMQ |
| CE | 2017 |



Figura 11-4: Riferimenti normativi dei cavi BT per i servizi ausiliari

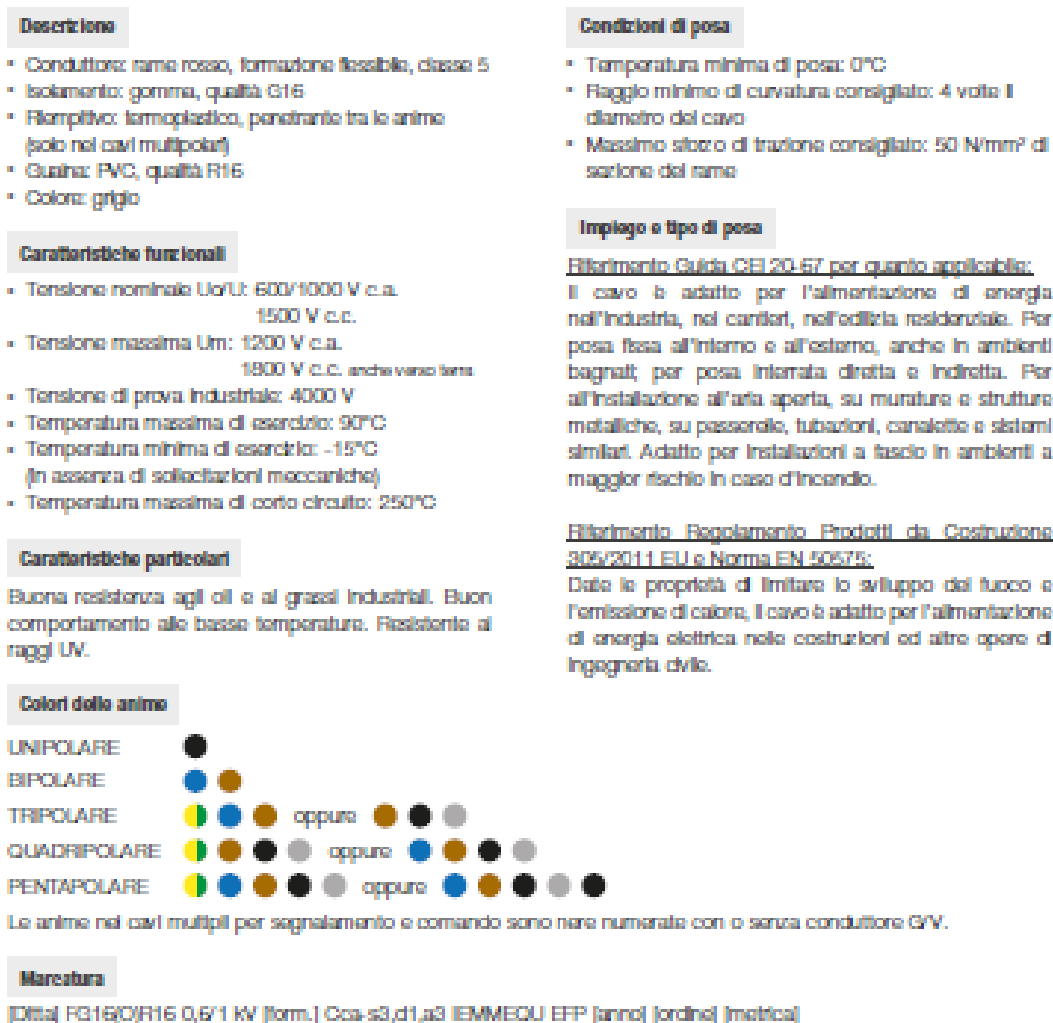


Figura 11-5: Caratteristiche costruttive dei cavi BT per i servizi ausiliari

I cavi utilizzati saranno conformi ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile. Essi saranno posati interrati o in passerelle in aria.

11.2 Cavi in media tensione

Per le linee in media tensione all'interno dell'impianto fotovoltaico sarà utilizzato il cavo del tipo ARG7H1R 18/30kV, con conduttore in alluminio.

Tale cavo sarà posato direttamente interrato.

Gli stessi cavi con posa interrata saranno utilizzati per il collegamento dalle cabine di raccolta dell'impianto fotovoltaico alla sottostazione.

Le caratteristiche tecniche dei cavi previsti sono riportate nella figura seguente.

ARG7H1R / Descrizione

- Cavi unipolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, polabile a freddo (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità R2
- Colore: rosso

N.B. Il cavo può essere fornito nella versione tripolare riunito ad alta visibilità. In tal caso la sigla di designazione diventa ARG7H1RX, seguita dalla tensione nominale di esercizio.

ARG7H1OR / Descrizione

- Cavi tripolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC.
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Isolamento: gomma HEPR, qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, polabile a freddo (solo cavi Uo/U ≥ 6/10 kV)
- Schermo: nastri di rame rosso avvolti
- Identificazione fasi: fili o nastri colorati
- Riempitivo: estruso penetrante tra le anime
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità R2
- Colore: rosso

Marcatura

Pb free [Ditta] ARG7H1R [tens. nominale] [form.] [anno] [ordine] [metrica]
 Pb free [Ditta] ARG7H1OR [tens. nominale] [form.] [anno] [ordine] [metrica]

Caratteristiche funzionali

- Tensione nominale di esercizio
 ARG7H1R: Uo/U 1,8/3 kV, 6/10 kV, 12/20 kV, 18/30 kV
 ARG7H1OR: Uo/U 3,6/6 kV, 6/10 kV, 12/20 kV, 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Condizioni di posa

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Raggio minimo di curvatura consigliato: 12 volte il diametro del cavo
- Massimo sforzo di trazione consigliato: 50 N/mm² di sezione del conduttore

Impiego e tipo di posa

Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Figura 11-6: Caratteristiche costruttive dei cavi MT

Le sezioni impiegate sono 240, 185 e 150 mm² per i cavi di collegamento dei trasformatori elevatori e delle cabine di impianto alle cabine di raccolta.

Saranno impiegati cavi di sezione 630 mm² per il collegamento delle cabine di raccolta alla sottostazione.

ARG7H1R - 18/30 kV

U₀/U: 18/30 kV

U max: 36 kV

Caratteristiche tecniche

| Formazione | Ø indicativo conduttore | Spessore medio isolante | Ø esterno max | Peso indicativo c/m | Portata di corrente A | | | |
|----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------|---------------------|-----------------------|----------|-------------|----------|
| | | | | | in aria | | inteso* | |
| n° x mm ² | mm | mm | mm | kg/km | a trifoglio | in piano | a trifoglio | in piano |
| 1 x 35 | 7,0 | 8,0 | 33,5 | 1045 | 144 | 152 | 142 | 149 |
| 1 x 50 | 8,1 | 8,0 | 34,1 | 1155 | 174 | 183 | 168 | 177 |
| 1 x 70 | 9,7 | 8,0 | 36,2 | 1545 | 218 | 229 | 207 | 218 |
| 1 x 95 | 11,4 | 8,0 | 38,2 | 1990 | 266 | 280 | 247 | 260 |
| 1 x 120 | 12,9 | 8,0 | 40,0 | 1670 | 309 | 325 | 281 | 296 |
| 1 x 150 | 14,3 | 8,0 | 41,0 | 1790 | 352 | 371 | 318 | 335 |
| 1 x 185 | 16,0 | 8,0 | 43,1 | 2005 | 406 | 427 | 361 | 380 |
| 1 x 240 | 18,3 | 8,0 | 45,0 | 2300 | 483 | 508 | 418 | 440 |
| 1 x 300 | 21,0 | 8,0 | 47,0 | 2570 | 547 | 576 | 472 | 497 |
| 1 x 400 | 23,6 | 8,0 | 51,1 | 3145 | 640 | 674 | 543 | 572 |
| 1 x 500 | 26,5 | 8,0 | 53,0 | 3655 | 740 | 779 | 621 | 654 |
| 1 x 630 | 30,1 | 8,0 | 60,2 | 4195 | 862 | 907 | 706 | 743 |

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:

- Resistività termica del terreno: 1 K.m/W
- Temperatura ambiente 20°C
- profondità di posa: 0,8 m

Caratteristiche elettriche

| Formazione | Resistenza elettrica a 20°C | Resistenza apparente a 90°C a 50Hz | | Resistenza di fase | | Capacità a 50Hz |
|----------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------|--------------------|----------|-----------------|
| | | a trifoglio | in piano | a trifoglio | in piano | |
| n° x mm ² | Ω/km | Ω/km | Ω/km | Ω/km | Ω/km | µF/km |
| 1 x 35 | 0,868 | 1,113 | 1,113 | 0,16 | 0,21 | 0,15 |
| 1 x 50 | 0,641 | 0,822 | 0,822 | 0,15 | 0,20 | 0,15 |
| 1 x 70 | 0,443 | 0,568 | 0,568 | 0,14 | 0,20 | 0,16 |
| 1 x 95 | 0,320 | 0,411 | 0,411 | 0,13 | 0,19 | 0,18 |
| 1 x 120 | 0,253 | 0,325 | 0,325 | 0,13 | 0,18 | 0,19 |
| 1 x 150 | 0,206 | 0,265 | 0,265 | 0,12 | 0,18 | 0,20 |
| 1 x 185 | 0,164 | 0,211 | 0,211 | 0,12 | 0,18 | 0,22 |
| 1 x 240 | 0,125 | 0,161 | 0,161 | 0,11 | 0,17 | 0,24 |
| 1 x 300 | 0,100 | 0,130 | 0,129 | 0,11 | 0,17 | 0,27 |
| 1 x 400 | 0,0778 | 0,102 | 0,101 | 0,11 | 0,16 | 0,29 |
| 1 x 500 | 0,0605 | 0,0807 | 0,0794 | 0,10 | 0,16 | 0,32 |
| 1 x 630 | 0,0469 | 0,0635 | 0,0625 | 0,099 | 0,16 | 0,36 |

Figura 11-7: Caratteristiche elettriche dei cavi MT

12. Stazione elettrica utente AT/MT

12.1 Generalità

La sottostazione di trasformazione per la connessione alla rete di trasmissione nazionale RTN a 150 kV sarà di nuova realizzazione ad isolamento in aria e installazione all'aperto, in un'area adiacente alla futura stazione 380/150 kV di Terna.

La sottostazione sarà dimensionata in accordo alle prescrizioni del codice di rete di Terna per i seguenti 1250 A – 170 kV – 31,5 kA.

La stazione avrà una estensione di circa 115x63 m ed interesserà una superficie di circa 7245 m² con una fascia di rispetto di circa 5 metri.

La stazione si comporrà di:

- Stallo AT arrivo linea 150 kV (composto terminale cavo AT, scaricatore sovratensione, sezionatore AT, trasformatori di tensione, interruttore, trasformatore di corrente, sezionatore di sbarra)
- N. 2 stalli AT montante trasformatore (composto da sezionatore di sbarra, interruttore, trasformatori di corrente, scaricatore)
- N.1 predisposizione per un futuro stallo trasformatore
- Sbarre AT e trasformatore di tensione
- N.2 trasformatori 150 kV/30 kV
- N.1 quadro di media tensione 30 kV
- N.2 trasformatori 30 kV/400 V per i servizi ausiliari
- N.1 quadro servizi ausiliari in bassa tensione
- N.1 Quadro protezione linea
- N.2 Quadri protezione trasformatore
- Contatori di misura
- Sistema di telecontrollo
- Sistema RTU di interfaccia con Terna
- Batterie stazionarie e carica batteria per i circuiti di comando
- UPS

L'insieme della sottostazione di trasformazione e delle sbarre a 150 kV costituiranno l'impianto d'Utente per la connessione.

Le apparecchiature AT e i trasformatori saranno installati all'aperto, il quadro di media tensione, i servizi ausiliari ed i sistemi di protezione, controllo e misura saranno installati all'interno del fabbricato. La sottostazione sarà opportunamente recintata e munita di accessi conformi alla normativa vigente.

Tutte le apparecchiature di nuova installazione saranno conformi alla normativa vigente sia per quanto riguarda le norme di prodotto, sia per quanto riguarda i vincoli di installazione e le norme di sicurezza in termini di prevenzione incendi.

Per le apparecchiature AT saranno previste fondazioni in c.a. in apposita area delimitata e ricoperta con pietrisco.

Sarà prevista la sistemazione del terreno con viabilità interna e recinzione della stazione in pannelli prefabbricati di altezza non inferiore a 2,50 m.

La sottostazione sarà suddivisa in diverse aree con accesso distinto ed indipendente:

- Area arrivo linea da Terna e sbarre comuni
- Area trasformatori impianto fotovoltaico
- Area destinata ad un terzo stallo trasformatore (futuro ampliamento o condivisione con altro

produttore)

12.2 Impianto di terra

Il dispersore ed i collegamenti alle apparecchiature saranno realizzati ed in accordo alla Norma CEI EN 50522 e dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec.

Il dispersore sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 95 mm², interrata a profondità di 1 m, mentre i collegamenti alle apparecchiature saranno in corda di rame da 125 mm².

12.3 Fabbricati

L'area arrivo linea e sbarre sarà priva di fabbricati.

All'interno dell'area di trasformazione dell'impianto fotovoltaico sarà previsto un fabbricato a pianta rettangolare con dimensioni di circa 30 x 5 metri. Esso sarà destinato a contenere i quadri di protezione e controllo, i servizi ausiliari, i telecomandi, il quadro MT a 30 kV e il sistema di controllo (SCADA).

Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiferati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

La copertura del fabbricato sarà realizzata con un tetto piano. La impermeabilizzazione del solaio sarà eseguita con l'applicazione di idonee guaine impermeabili in resine elastometriche.

L'edificio sarà servito da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione, ecc.

Nell'area relativa al terzo stallo di trasformazione sarà realizzato un fabbricato analogo a quello degli altri stalli di trasformazione.

12.4 Trasformatori elevatori

Ciascun trasformatore elevatore sarà installato in apposita baia di vasca di raccolta dell'olio all'interno dell'area della sottostazione. I trasformatori saranno separati da un muro taglia fiamma REI120 di idonea altezza e saranno dotati di impianto di rilevazione e spegnimento incendio.

Le principali caratteristiche saranno:

- Potenza nominale 80 MVA
- Raffreddamento ONAN-ONAF
- Tensione primaria 150 kV $\pm 10 \times 1,25\%$ con variatore di tensione sottocarico
- Tensione secondaria 30 kV
- Gruppo vettoriale YNd11
- Tensione di corto circuito 13%

Il singolo trasformatore sarà equipaggiato con le proprie protezioni di macchina (Buchholz, temperatura, immagine termica, livello olio, valvola di sovrappressione), conservatore dell'olio, variatore sottocarico.

12.5 Quadro di media tensione

Il quadro di media tensione della sottostazione composto come di seguito descritto:

- Scomparti linea dalle cabine di raccolta (6 linee)
- Scomparti linea di connessione a futuro sistema rifasamento (2 partenze)
- Scomparti per alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari (2 partenze)
- Scomparti di collegamento al trasformatore elevatore (2)
- Congiuntore di sbarra e sistemi di misura

Tenendo conto di:

- massima potenza da evacuare,
- contributo alla presunta corrente di corto circuito da parte della rete in AT, attraverso il trasformatore, e dall'impianto fotovoltaico,

Il quadro sarà dimensionato per i seguenti valori di riferimento:

| | |
|-----------------------------|--------|
| Tensione di isolamento | 36 kV |
| Corrente nominale | 2000 A |
| Corrente simmetrica di c.c. | 25 kA |
| Corrente di picco | 63 kA |

12.6 Servizi ausiliari

I servizi ausiliari saranno alimentati tramite i trasformatori MT/BT, alimentati dal quadro a 30 kV della sottostazione di trasformazione.

I trasformatori dei servizi ausiliari saranno ad isolamento in resina per installazione all'interno.

Le principali utenze in c.a. saranno: i circuiti ausiliari delle apparecchiature AT, il sistema di ventilazione forzata dei trasformatori elevatori, l'illuminazione esterna, i servizi ausiliari del fabbricato, l'illuminazione interna, gli impianti ausiliari di campo.

L'alimentazione dei servizi ausiliari sarà derivata dal quadro di distribuzione in bassa tensione.

Le utenze fondamentali quali protezione elettriche, circuiti di comando, manovra interruttori e segnalazioni, sistema di telecontrollo saranno alimentate in c.c. 110 Vc.c. tramite batterie al piombo ermetiche, tenute in tampone da un sistema carica batterie, alimentato dal quadro servizi ausiliari in bassa tensione.

Il sistema di controllo e supervisione (SCADA) sarà alimentato da un UPS con dedicate batterie.

13. ELETTRODOTTO AT

13.1 Caratteristiche

L'elettrodotto sarà costituito da tre cavi unipolari in alluminio idonei per tensione 87/150 kV.

Ciascun cavo a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto, tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, schermo in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.

CARATTERISTICHE DI COSTRUZIONE

| | |
|---------------------------|------------------------|
| Materiale del conduttore: | Alluminio |
| Isolamento: | XLPE (chemical) |
| Tipo di conduttore: | Corda rotonda compatta |
| Schermo metallico: | Alluminio termosaldato |

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Diametro del conduttore: | 48,9 mm |
| Sezione: | 1600 mm ² |
| Diametro esterno nominale: | 100 mm |
| Sezione schermo: | 95 mm ² |
| Peso approssimativo: | 10 kg/m |

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tensione di isolamento: 170kV

Messa a terra degli schermi: posa a trifoglio assenza di correnti di circolazione

Portata: cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio 1130 A

Massima resistenza: 0,0186 Ohm/km a 20°C in cc

Induttanza: 0,33 mH/km

Capacità nominale: 0,30µF / km

Tensione operativa: 150kV

13.2 Modalità di posa

Il cavo dovrà essere interrato alla profondità di circa 1,50 m, con disposizione delle fasi a trifoglio affiancate tranne in corrispondenza dei giunti, dove la disposizione dovrà essere ancora in piano ma ogni fase dovrà risultare distanziata dalla attigua di almeno 25 cm. I giunti dovranno essere alloggiati in apposita cameretta rivestita in cemento tale da rendere possibile l'ispezione visiva.

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche per trasmissione dati.

La terna di cavi dovrà essere alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi dovrà essere protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea dovrà essere ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Gli attraversamenti delle opere interferenti dovranno essere eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

13.3 Lunghezza e pezzature

La lunghezza del tracciato sarà coperta con una sola pezzatura, pertanto non saranno necessarie camere di giunzione.

Lo sviluppo del tracciato sul documento 4.1-ELE Tracciato cavidotto AT.