

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Progetto definitivo

Impianto agrivoltaico "F-SASSA"
Comune di Sassari (SS)
Località Predda Bianca



N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	IT/FTV/F-SASSA/PDF/C/RT/023-a
a	Emissione	IAT	Asja Sassari S.r.l.	GF – IAT S.r.l.	19/02/2024 Corso Vittorio Emanuele II, 6 10123 Torino - Italia asja.sassari@pec.it

PROGETTAZIONE:

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:

Aspetti geologici e geotecnici: Dott.ssa Geol. Maria Francesca Lobina

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Alessio Musu

Caratterizzazione agro-pedologica: Dott. Agronomo Federico Corona

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti archeologici: Dott.ssa Anna Luisa Sanna

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	6
3	SPECIFICHE TECNICHE DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA E CONNESSIONE ALLA RTN	7
3.1	Descrizione generale delle opere	7
3.2	Cavi per la distribuzione dell'energia a 36 kV.....	7
3.3	Quadri 36 kV.....	8
3.4	Cella Apparecchiature 36 kV.....	10
3.5	Cella Sbarre.....	10
3.6	Cella di BT	10
3.7	Impianto di terra cabine 36 kV	11
3.8	Interblocchi	11
3.9	Apparecchiature Ausiliarie ed Accessori.....	11
3.10	Cavetteria e Circuiti Ausiliari	11
3.11	Isolatori 36 kV	12
3.12	Interruttori 36 kV	12
3.13	Contattori	13
3.14	Interruttore di Manovra-Sezionatore (IMS) - Sezionatore.....	14
3.15	Trasformatori di Corrente e di Tensione.....	15
3.16	Specifiche relè di protezione 36 kV	15
3.17	Funzioni di Protezione, Misura e Diagnostica	17
	<i>3.17.1 Massima corrente di fase (bifase o trifase) ansi (50,51)</i>	<i>17</i>
	<i>3.17.2 Massima corrente di terra codici ansi (50n+51n o 50g+51g).....</i>	<i>17</i>
	<i>3.17.3 Protezione di minima tensione concatenata (27).....</i>	<i>19</i>
	<i>3.17.4 Protezione di massima tensione concatenata (59).....</i>	<i>19</i>
	<i>3.17.5 Protezione di massima tensione omopolare (59n).....</i>	<i>19</i>
	<i>3.17.6 Protezione di massima e minima frequenza (81)</i>	<i>20</i>
	<i>3.17.7 Funzioni di misura.....</i>	<i>20</i>
	<i>3.17.8 Funzioni di diagnostica relative all'unità a microprocessore</i>	<i>20</i>
	<i>3.17.9 Funzioni di diagnostica relative all'interruttore associato.....</i>	<i>21</i>
	<i>3.17.10 Funzioni di diagnostica relative alla rete elettrica</i>	<i>21</i>
3.18	Trasformatori elevatori di campo fino alla tensione di 36 kV	21
3.19	Inverter	23
3.20	Cabina elettrica utente	25

3.21	Cabine e Box prefabbricati	25
3.22	Quadri elettrici BT c.a.....	26
3.23	Quadri elettrici BT c.c.....	27
3.23.1	<i>Cassetta di Stringa.....</i>	28
3.23.2	<i>Cassetta di Raccolta e Monitoraggio (CRM)</i>	28
3.24	Interruttori di Bassa Tensione	29
3.24.1	<i>Interruttori di tipo scatolato fino a 630 A.....</i>	29
3.24.2	<i>Interruttori di tipo modulare</i>	31
3.25	Impianto di terra e protezione dai fulmini	32
3.25.1	<i>Cavi distribuzione e cablaggio c.a.....</i>	33
3.25.2	<i>Cavi distribuzione c.c.</i>	34
3.26	Fornitura di accessori antinfortunistici per cabina di distribuzione	34
3.27	Tubi Protettivi - Casette di derivazione	35
3.28	Strutture di sostegno inseguitori fotovoltaici.....	36
3.29	Moduli fotovoltaici.....	36
3.30	Inverter	Errore. Il segnalibro non è definito.
3.31	Software per visualizzazione, monitoraggio.....	38
4	SPECIFICHE TECNICHE OPERE CIVILI.....	39
4.1	Descrizione Opere civili	39
4.2	Prescrizioni tecniche.....	39
4.2.1	<i>Scavi.....</i>	39
4.2.1.1	<i>Scotico di materiale vegetale affiorante.....</i>	40
4.2.1.2	<i>Scavi a sezione obbligata</i>	40
5	DOCUMENTAZIONE DI IMPIANTO	42
6	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	43
6.1	Norme legislative generali	43
6.2	Opere in cemento armato.....	43
6.3	Norme tecniche impianti elettrici.....	45
6.4	Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro	46

1 INTRODUZIONE

La Società Asja Sassari s.r.l., con sede legale a Torino (TO) in Corso Vittorio Emanuele II n. 6, intende realizzare un impianto agrivoltaico, denominato “F-Sassa”, con moduli fotovoltaici installati su inseguitori solari monoassiali ubicato in Comune di Sassari (Regione Sardegna - Città Metropolitana di Sassari), in località *Predda Bianca*.

Il progetto si conforma ai requisiti previsti dalle Linee guida in materia di impianti agrivoltaici, pubblicate dal Ministero della transizione ecologica il 27 giugno 2022.

Il presente disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici costituisce parte integrante del progetto definitivo dell'intervento ed è redatto in osservanza di quanto stabilito dal D.M. 10/09/2010 e dalla Deliberazione della Giunta Regione Sardegna n. 3/25 del 23/01/2018.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

La centrale solare in progetto avrà una potenza complessiva in immissione di 24,975 MW_{AC}, valore ottenuto dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter (potenza nominale lato DC pari a 30,157 MW_P), e comprenderà n. 895 inseguitori solari monoassiali di cui n. 133 da 2x13 moduli FV e n. 762 da 2x26 moduli FV.

Il preventivo di connessione con codice pratica Terna n. 202204229 prevede che l'impianto sia collegato in antenna sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri".

Il campo solare sarà suddiviso elettricamente in n. 2 blocchi di potenza (sottocampi); l'energia prodotta dai moduli FV in corrente continua verrà convogliata agli inverter, opportunamente distribuiti all'interno del campo solare, al fine di essere convertita in alternata ed essere resa disponibile alle cabine di trasformazione, equipaggiate di trasformatori elevatori da 4,0 MVA e 3,15 MVA. All'interno delle suddette cabine la tensione verrà elevata dal livello di 800 V al livello di 36 kV prima del successivo vettoriamento dell'energia, attraverso cavidotti interrati a 36 kV, alla cabina di raccolta prevista all'interno dei confini dell'impianto.

Risulta, inoltre, parte integrante del progetto la realizzazione di una cabina elettrica di utenza, da prevedersi all'interno di un'area recintata nei pressi dell'area in cui sorgerà la futura Stazione di Terna in località *Gianna de Mare* (Sassari).

L'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento alla citata Stazione RTN rappresenta impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

La produzione di energia dell'impianto è stimata in circa 65,3 GWh/anno, pari al fabbisogno energetico di circa 26.200 famiglie.

3 SPECIFICHE TECNICHE DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA E CONNESSIONE ALLA RTN

3.1 Descrizione generale delle opere

L'impianto sarà collegato in sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Fiumesanto Carbo – Ittiri". La distribuzione dell'energia fino allo stallo arrivo del produttore è quindi suddivisibile nelle seguenti sezioni:

1. sezione impianto di generazione realizzata con moduli fotovoltaici e distribuzione elettrica in corrente continua, a tensione minore di 1500 V c.c., tramite conduttori isolati;
2. sezione di conversione tramite inverter per passaggio da corrente continua a corrente alternata trifase in bassa tensione, 800 V – 50 Hz;
3. sezione di elevazione della tensione per raggiungere il valore di 36 kV a 50 Hz per la connessione delle cabine di trasformazione (tramite trasformatore elevatore) e distribuzione con conduttori interrati;
4. sezione di distribuzione dell'energia tra la cabina di raccolta delle linee di sottocampo posta ai confini dell'area di impianto fino alla futura SE della RTN di Terna, passando per la cabina di sezionamento prevista in progetto, realizzata mediante cavo interrato esercito a 36 kV;
5. stallo arrivo produttore a 36 kV nella menzionata stazione (impianto di rete per la connessione).

In attesa della pubblicazione delle specifiche tecniche da parte di Terna su cavi, celle, apparecchiature e altro (attualmente oggetto di valutazione, indagine di mercato e verifiche di cantiere da parte di Terna), ogni indicazione qui riportata ai cavi a 36 kV deve intendersi riferita a cavi da 20,8/36 kV o cavi da 26/45 kV commercialmente disponibili e idonei allo scopo.

3.2 Cavi per la distribuzione dell'energia a 36 kV

Per le linee di distribuzione a 36 kV verranno usati cavi del tipo ARG7H1R-36 kV forniti nella versione unipolare o multipolare in formazione elicordata (ARG7H1RX-36 kV).

I cavi avranno le seguenti caratteristiche costruttive e funzionali:

- Conduttore: Corda di alluminio a formazione rigida compatta, CEI EN 60228 classe 2
- Semiconduttore interno: elastomerico estruso
- Isolamento: in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC
- Semiconduttore esterno: elastomerico estruso pelabile a freddo
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale

- Guaina esterna: mescola a base di PVC di qualità Rz
- Colore: rosso
- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione massima di esercizio Um: 36 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Modalità di posa: interrata diretta o indiretta in ambienti umidi o bagnati
- Norme di riferimento: HD 620; IEC 60502/2; EN 60228; ENEL DC 4384; ENEL DC 4385.

La tipologia dei cavi è adatta per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e impianti di generazione.

3.3 Quadri 36 kV

Ciascun quadro 36 kV e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore ed in particolare le seguenti:

- CEI EN 62271-200, Apparecchiature ad alta tensione. Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 kV;
- CEI EN 62271-1 Classificazione CEI: 17-112. Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione Parte 1: Prescrizioni comuni per apparecchiatura di manovra e di comando in corrente alternata;
- CEI EN 62271-103 CLASSIFICAZIONE CEI: 17-130 Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso;
- CEI EN 62271-105 CLASSIFICAZIONE CEI: 17-88 Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 105: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso IEC 801-4 - Compatibilità elettromagnetica.
- CEI EN 62271-110. CLASSIFICAZIONE CEI: 17-95. Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 110: Manovra di carichi induttivi.
- CEI EN 62271-201. CLASSIFICAZIONE CEI: 17-100. Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 201: Apparecchiatura prefabbricata a corrente alternata con involucro in materiale isolante solido per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso.
- CEI EN 62271-205. CLASSIFICAZIONE CEI: 17-111. Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 205: Moduli compatti multifunzione per tensioni nominali superiori a 52 kV.

- CEI EN 62271-206. CLASSIFICAZIONE CEI: 17-127. Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 206: Indicatori di presenza di tensione per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- CEI EN 62271-3. CLASSIFICAZIONE CEI: 17-99. Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 3: Interfacce di tipo digitale basate sulla IEC 61850.

Dati tecnici:

- Tensione nominale: 36 kV
- Tensione di esercizio: 40,5 kV
- Numero di fasi: 3
- Corrente nominale sbarre principali: fino a 2500 A
- Corrente nominale massima delle derivazioni: fino a 2500 A
- Corrente nominale di breve durata: 20 kA
- Corrente nominale di picco: 25-31,5 kA
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 12,5/16 kA
- Durata nominale del cortocircuito: 1 s.

Ciascun quadro 36 kV sarà adatto per installazione all'interno, in accordo alla normativa CEI EN 62271-200, e sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

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 al 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 interbloccato con le apparecchiature interne, ed avrà un oblò di ispezione della cella.

Il grado di protezione dell'involucro esterno sarà IP2XC secondo norme CEI 70-1 CEI EN 60529.

Il grado di protezione tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti sarà IP20 secondo le norme CEI 70-1 CEI EN 60529.

Le unità saranno realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro; pertanto, saranno previste delle chiusure laterali di testa, con pannelli in lamiera smontabili dall'interno mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.

3.4 Cella Apparecchiature 36 kV

La cella apparecchiature a 36 kV, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

- Interruttore in SF6 o a vuoto, montato su carrello, in esecuzione scollegabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori;
- IMS o sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6;
- Fusibili di 36 kV tipo FUSARC – CF o equivalenti;
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- Trasformatori di misura tipo ARM3 (TA) e VRQ2-VRC2 (TV);
- Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella B.T.;
- Comando e leverismi dei sezionatori;
- Sbarra di messa a terra.

3.5 Cella Sbarre

La cella sbarre sarà ubicata nella parte superiore dell'unità e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico. Le sbarre attraverseranno le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, la cella sbarre è segregata dalle celle apparecchiature con grado di protezione IP20 (CEI 70-1 CEI EN 60529).

3.6 Cella di BT

L'accessoriamento di BT potrà essere contenuto nel pannello dedicato, posizionato sulla parte superiore frontale dell'unità, il cassonetto verrà corredato di una portella incernierata, con chiavistelli o serratura a chiave. Dovranno poter contenere:

- Morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno;
- Tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune targhette indicatrici;
- Relè di protezione, controllori di isolamento, ecc.

3.7 Impianto di terra cabine 36 kV

L'impianto di terra principale di ciascuna unità sarà realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 50 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.

3.8 Interblocchi

Le unità saranno dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare, saranno previsti i seguenti interblocchi:

- blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore;
- blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa;
- blocco meccanico tra il sezionatore di terra e il pannello asportabile di accesso. Sarà possibile togliere il pannello solo con il sezionatore di terra chiuso.

Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile.

3.9 Apparecchiature Ausiliarie ed Accessori

Il quadro sarà completo di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità saranno presenti i seguenti cartelli:

- Targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, la corrente di breve durata nominale e il numero di matricola;
- Schema sinottico;
- Indicazioni del senso delle manovre;
- Targa monitoria.

3.10 Cavetteria e Circuiti Ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo FS17 e di sezione adeguata.

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di 36 kV saranno protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere saranno opportunamente contrassegnati come da schema funzionale.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi all'apparecchiatura contenuta nell'unità saranno attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale autoestinguente non igroscopico.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro saranno proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto.

3.11 Isolatori 36 kV

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione saranno in materiale organico per tensione nominale fino a 36 kV.

3.12 Interruttori 36 kV

Gli interruttori saranno progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrical Code) in vigore ed in particolare le seguenti:

- CEI EN 62271-100;
- Conformi alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni;

Gli interruttori saranno ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa CEI EN 60694 allegato E con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar oppure in vuoto.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili.

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando meccanico dell'interruttore sarà garantito per 10.000 manovre.

La manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando è consigliata dopo 5000 manovre o comunque ogni 5 anni.

Apparecchi con caratteristiche inferiori saranno considerati tecnologicamente inadeguati all'utilizzo.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI EN 62271-100.

Gli interruttori saranno del tipo con principio d'interruzione basato sulla tecnica dell'autocompressione del gas SF₆ o in vuoto.

Il gas impiegato sarà conforme alle norme CEI EN 60376 e norme CEI 10-7.

L'apparecchio fisso è composto da 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e comprendenti ciascuno:

- un involucro isolante, di tipo "sistema a pressione sigillato" con vita utile garantita di 30 anni (secondo definizione CEI EN 60694 allegato E), che realizza un insieme a tenuta riempito con SF₆ a bassa pressione relativa;
- le parti attive contenute nell'involucro a tenuta;
- un comando manuale ad accumulo di energia;
- una piastra anteriore equipaggiata con gli organi di comando e di segnalazione dell'apparecchio;
- i contatti superiori e inferiori per il collegamento ai circuiti di potenza.

Ogni interruttore può ricevere, in opzione, un comando elettrico, potrà essere installato un pressostato per polo con un contatto di chiusura per il controllo permanente della pressione.

Gli interruttori potranno essere inoltre dotati, a richiesta, degli accessori quali:

- contamanovre;
- contatti ausiliari;
- sganciatore di apertura supplementare tipo doppio o a minima tensione;
- sganciatore di minima tensione adattabile con dispositivo di riarmo meccanico per alimentazione a valle dell'interruttore.

3.13 Contattori

I contattori saranno ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il

concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa CEI EN 60694 allegato E con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 2,5 bar.

Tutti i contattori di pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili.

I contattori possono essere del tipo ad aggancio meccanico (R400D) oppure con ritenuta elettrica (R400).

I contattori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori

- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso del contactore.

Il contactore sarà garantito per 100.000 manovre.

La manutenzione ordinaria sarà la sola pulizia esterna e la lubrificazione delle guide del circuito magnetico dell'elettromagnete consigliata dopo 20.000 manovre o comunque 2 volte all'anno.

Apparecchi con caratteristiche inferiori saranno considerati tecnologicamente inadeguati all'utilizzo.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI EN 62271-100.

Il gas impiegato sarà conforme alle norme CEI EN 60376 e norme CEI 10-7.

3.14 Interruttore di Manovra-Sezionatore (IMS) - Sezionatore

Entrambe le apparecchiature avranno le seguenti caratteristiche:

- doppio sezionamento;
- essere contenute in un involucro "sigillato a vita", (CEI EN 60694 allegato E) di resina epossidica con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,4 Bar;
- tale involucro, dovrà possedere un punto a rottura prestabilito per far defluire verso l'esterno le eventuali sovrappressioni che si manifestassero all'interno dello stesso;
- le sovrappressioni saranno evacuate verso il retro del quadro senza provocare alcun pericolo per le persone;
- il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, secondo della manovra, il seguente stato: Chiuso sulla linea, - Aperto, - Messo a terra.

L'uso dell'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto sarà utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.

Il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2,5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata.

Sarà possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto conformemente al D.Lgs. 81/08 tramite un apposito oblò.

All'occorrenza dovrà ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.

I comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità. Gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile. Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre sarà conforme alle norme CEI EN 60447 inoltre le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità delle manovre un momento non superiore ai 200 Nm.

Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per gli interblocchi descritti precedentemente. Nel caso di unità con fusibili o interruttore sarà previsto un secondo sezionatore di terra. La manovra dei due sezionatori sarà simultanea.

3.15 Trasformatori di Corrente e di Tensione

I trasformatori di corrente e di tensione avranno caratteristiche elettriche, prestazioni e classe di precisione indicati nella specifica di progetto. I TA in particolare potranno essere dimensionati per sopportare le correnti di corto circuito, (limite termico/dinamico) dell'impianto.

In base alla necessità impiantistica, i trasformatori di tensione possono essere del tipo "polo a terra" (VRQ2) inserzione "fase-terra" o poli isolati (VRC2) inserzione "fase-fase".

I trasformatori di corrente e di tensione avranno isolamento in resina epossidica, essere adatti per installazione fissa all'interno delle unità ed essere esenti da scariche parziali.

3.16 Specifiche relè di protezione 36 kV

I relè di protezione saranno conformi alle seguenti normative:

- CEI 60255-5 Tenuta dielettrica;
- CEI 60255-5 Tenuta all'Impulso;
- CEI 60255-22-1 classe III Onda oscillatoria smorzata a 1 MHz
- CEI 60255-22-4 classe IV Transitori rapidi
- CEI 61000-4-4 livello IV
- CEI 60255-22-2 classe III Scariche elettrostatiche
- CEI 61000-4-2 livello III
- CEI 61000-4-3 livello III Immunità ai campi

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 elevata affidabilità e 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 36 kV.

Sul fronte della protezione è richiesto il grado di protezione IP52.

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.

Sarà inoltre possibile predisporre l'unità di protezione all'impiego della selettività logica o accelerata: per questo saranno disponibili, laddove richiesto, l'ingresso per la ricezione del segnale di blocco e l'uscita per l'emissione del segnale di blocco.

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 36 kV;
- 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.

3.17 Funzioni di Protezione, Misura e Diagnostica

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

L'unità per la protezione contro i guasti di fase di linee e macchine elettriche sarà 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 sottoindicate:

- 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

3.17.2 Massima corrente di terra codici ansi (50n+51n o 50g+51g)

L'unità per la protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche è 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_{no} (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_{no} (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:

- 1) 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;
- 2) 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_{no}, tempo da 0,05 a 300s
- soglia d'intervento tensione: da 2 a 80% di U_n

a modulo di I₀

- angolo caratteristico: -45°, 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 90°
- soglia d'intervento corrente: da 0,1 a 15 I_{no}, tempo da 0,05 a 300s (tempo indipendente)
- soglia d'intervento corrente: da 0,1 a 1 I_{no}, tempo da 0,1 a 12,5s (tempo indipendente)

- soglia d'intervento tensione: da 2 a 80% di U_n

Immagine termica (49)

La protezione dei trasformatori contro gli inconvenienti termici legati ai sovraccarichi elettrici ricostruisce lo stato termico della macchina attraverso i valori delle correnti assorbite ed i valori delle costanti termiche. Il riscaldamento sarà calcolato utilizzando un modello matematico che utilizzi il vero valore efficace della corrente (I_{rms}) e l'eventuale misura della temperatura degli avvolgimenti e dell'ambiente.

La protezione dovrà essere dotata di una soglia d'allarme fissa, una soglia regolabile per il riavviamento e una soglia d'intervento con campo di regolazione indicativo:

- corrente di base della macchina da 0,4 a 1,3 I_n del TA;
- soglia di allarme da 50 a 300%;
- soglia d'intervento da 50 a 300%;
- costante di tempo di riscaldamento da 5 a 120 minuti;
- costante di tempo di raffreddamento da 5 a 600 minuti.

3.17.3 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:

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

3.17.4 Protezione di massima tensione concatenata (59)

Protezione per la rilevazione degli aumenti della tensione di alimentazione.

Campo di regolazione indicativo:

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

3.17.5 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% U_n

- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

3.17.6 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.

3.17.7 Funzioni di misura

Le funzioni di misura che si potranno realizzare saranno:

- la misura delle tre correnti di fase;
- precisione richiesta 1%;
- campo di misura 0,1 a 1,5 In;
- la misura del massimo valore medio delle tre correnti di fase;
- precisione richiesta 1%;
- campo di misura 0,1 a 1,5 In;
- la misura della corrente omopolare;
- precisione richiesta 1%;
- campo di misura 0,1 a 1,5 In0;
- la misura delle tensioni concatenate e delle tensioni di fase;
- precisione richiesta 1%;
- campo di misura 0,05 a 1,2 Un;
- la misura delle potenze attiva, reattiva e apparente;
- precisione richiesta 1%;
- campo di misura 1,5%Pn, Qn, An a 999 MW, 999Mvar, 999MVA;
- la misura della frequenza;
- precisione richiesta 0,05Hz;
- campo di misura 45 a 55Hz;
- la misura della temperatura rilevata da eventuali sonde;
- precisione richiesta 1°C;
- campo di misura -30 a 200°C;

Tali misure saranno disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.

3.17.8 Funzioni di diagnostica relative all'unità a microprocessore

Dovranno essere continuamente controllati:

- l'unità di elaborazione

- l'alimentazione ausiliaria
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

3.17.9 Funzioni di diagnostica relative all'interruttore associato

Tramite l'aggiunta delle opzioni relative, l'unità dovrà essere in grado di monitorare l'apparecchiatura di manovra associata, per la quale dovrà essere possibile valutare:

- la sommatoria delle correnti di apertura
- il tempo di apertura,
- il tempo di ricarica delle molle
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

3.17.10 Funzioni di diagnostica relative alla rete elettrica

L'unità sarà dotata di alcune funzionalità specifiche che permetteranno di comprendere i fenomeni che appaiono sulla rete elettrica controllata:

- misura delle correnti di guasto
- tasso di componente inversa presente in rete
- tasso di distorsione armonica (fino alla 21esima)
- oscillografia

In particolare l'oscillografia permetterà di immagazzinare i dati relativi a due eventi successivi, memorizzando per ognuno le quattro correnti (3 di fase e la corrente omopolare), le quattro tensioni (3 di fase e la tensione omopolare) e altri segnali digitali (minimo 8).

3.18 Trasformatori elevatori di campo fino alla tensione di 36 kV

La configurazione elettrica dell'impianto prevede l'impiego di cabine di trasformazione equipaggiate di trasformatore elevatore 0,8/36 kV e complete di interruttori per le linee in ingresso e uscita, oltre che per la protezione del trasformatore stesso. Nello specifico è prevista l'installazione di un totale di n.7 cabine di trasformazione della tipologia prefabbricata ripartite dal punto di vista elettrico secondo la seguente configurazione:

- Sottocampo 1: n. 4 cabine da 4,0 MVA;
- Sottocampo 2: n. 1 cabine da 3,15 MVA e n. 2 cabine da 4,0 MVA.

Le principali caratteristiche tecniche del trasformatore 0,8/36 kV incluso nelle unità di

trasformazione sono riportate in Tabella 3.1.

Tabella 3.1 - Dati tecnici trasformatore 0,8/36 kV

Potenza nominale [MVA]	3,15/4,00
Tensione nominale [kV]	36
Regolazione della tensione lato 36 kV	$\pm 2,5\%$
Isolamento	resina epossidica
Gruppo vettoriale	Dy11
Tensione corto circuito [Vcc%]	7

I trasformatori elevatori dovranno essere 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;
- Documento d'armonizzazione CENELEC HD 538-1 S1: 1992 relativo ai trasformatori trifasi di distribuzione a secco;
- IEC 905 ed. 1987 - Guida di carico dei trasformatori di potenza a secco.

I trasformatori dovranno essere costruiti in accordo ad un sistema di qualità conforme alla norma UNI EN 29001-ISO 9001 e ad un sistema di gestione ambientale in accordo alla ISO 14001, entrambi certificati da un ente riconosciuto indipendente.

Il circuito magnetico sarà realizzato in lamierino magnetico a cristalli orientati a bassissime perdite con giunti tagliati a 45° e protetti dalla corrosione mediante una speciale vernice isolante. Le armature e traverse in lamiera dovranno essere zincate. L'avvolgimento BT sarà costruito in lastra d'alluminio isolata con una lastra isolante in classe F.

L'avvolgimento sarà costruito in banda d'alluminio, esso sarà inglobato e colato sottovuoto con un sistema di inglobamento epossidico ignifugo in classe F costituito da:

- Resina epossidica;
- Indurente anidro con flessibilizzante;
- Carica ignifuga.

La carica ignifuga sarà amalgamata alla resina ed all'indurente e composta da allumina triidrata sotto forma di polvere. L'interno e l'esterno dell'avvolgimento saranno rinforzati con

una combinazione di fibre di vetro per garantire resistenza a shock termici.

I collegamenti 36kV saranno previsti nella parte superiore dell'avvolgimento 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 termorestringente.

I collegamenti BT saranno previsti dall'alto su delle piastre terminali munite con fori di diametro adeguato che si troveranno nella parte alta dell'avvolgimento, sul lato opposto ai collegamenti 36 kV.

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.

I trasformatori dovranno essere 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 e la classe F1 dovrà essere indicata sulla targa dati.

I trasformatori saranno forniti con armadio metallico non smontabile, con grado di protezione IP31 (escluso il fondo IP20) previsto per l'installazione interna predisposto con un pannello imbullonato lato 36 kV per accesso ai terminali 36 kV ed alle prese di regolazione, per il montaggio di una serratura di sicurezza e con due piastre in alluminio sul tetto dell'armadio per il passaggio dei cavi.

È prevista la fornitura di trasformatori, con rapporto di trasformazione da 36kV fino alla tensione di esercizio degli inverter, gruppo Dy11, Vcc 6%, Cl.F/F, regolazione tensione $\pm 2 \times 2.5\%$, completi di sonde per il rilievo della temperatura degli avvolgimenti tipo PT100 compreso il kit di montaggio in armadio protezione IP31, centralina termometrica digitale T154 e kit di montaggio blocco a chiave per armadio di protezione.

Ciascun trasformatore sarà completo di batteria fissa di rifasamento.

3.19 Inverter

Gli inverter selezionati per l'impianto avranno le caratteristiche individuate dal costruttore Sungrow, modello SG250HX (o similare), in grado di erogare un valore massimo di potenza pari a 250 kW nelle condizioni di funzionamento a 30°C, in accordo con quanto indicato nelle specifiche tecniche fornite dal costruttore.

Tabella 3.2 - Dati tecnici inverter Sungrow - SG250HX

Marca e modello inverter	Sungrow - SG250HX
Potenza massima [kVA]	250 (30°C)/225 (40°C)/ 200 (50°C)
Potenza nominale [kW]	225
Corrente massima DC ($I_{DC,max}$) [A]	360
Corrente massima AC ($I_{AC,nom}$) [A]	180,5
Intervallo tensione MPPT (V_{mpp}) [V]	500-1500
Intervallo tensione MPPT a P_{nom} ($V_{mpp, Pnom}$) [V]	860-1300
Tensione massima DC ($V_{DC,max}$) [V]	1500
Numero inseguitori MPP	12
Numero stringhe massimo per MPPT	2
Connessione di rete AC	800 V, 50 Hz, 3F/PE
Fattore di potenza ($\cos\phi$)	>0,99 / \pm 0,8 IND/CAP
Dimensioni (A x L x P) [mm]	660 x 1051 x 363
Efficienza Europea [%]	98,8
Efficienza massima [%]	99,0

Gli inverter, dotati di marchio CE e rispondenti ai principali standard internazionali DIN VDE, EN, IEC, saranno del tipo sinusoidale IGBT autoregolati a commutazione forzata con modulazione a larghezza di impulsi (PWM - *Pulse Width Modulation*), in grado di operare in modo completamente automatico con MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) indipendenti.

Ciascun inverter avrà le seguenti caratteristiche:

- Distribuzione integrata DC trifase;
- Protezione da sovracorrente e sovratensione integrata;
- Protezione integrata del generatore fotovoltaico;
- Regolazione della potenza reattiva nella rete trifase;
- Telesorveglianza tramite telefono, Internet, allarme fax;
- Interfaccia di comunicazione RS232-/RS485-/PROFIBUS-DP;
- Elevata immunità ai disturbi di rete e alle microinterruzioni;

- Funzionamento in connessione alla rete certificato in conformità alle normative nazionali in vigore.
- Garanzia 5 anni.

Per quanto riguarda gli inverter dovranno essere fornite le seguenti garanzie:

Garanzia di Prodotto: riguardante la garanzia emessa dal costruttore degli apparecchi contro difetti di fabbricazione e di materiale; questa deve coprire almeno 5 anni, secondo disposizioni di legge, decorrenti dalla data di fornitura dei macchinari e deve garantire contro eventuali difetti di materiale o di fabbricazione che possano impedirne il regolare funzionamento a condizioni corrette di uso, installazione e manutenzione;

Garanzia di Prestazioni: il costruttore deve garantire che i parametri di funzionamento del macchinario, potenza di picco, tensione massimo, rendimento europeo non risultino mai inferiori a quelli iniziali, per almeno i primi due anni di esercizio.

3.20 Cabina elettrica utente

La configurazione elettrica dell'impianto ha previsto la realizzazione di una cabina di sezionamento (cabina elettrica utente), all'interno di un'area recintata condivisa tra più Produttori del medesimo Gruppo Asja, nei pressi della nuova Stazione Elettrica RTN 380/150/36 kV.

All'interno del locale dedicato alla sezione a 36 kV sarà installato un quadro a 36 kV con funzioni di sezionamento e protezione delle n.2 linee provenienti dalla cabina di raccolta d'impianto e da cui partirà il tratto finale di cavidotto, caratterizzato da un'unica terna di cavi, che realizzerà il collegamento in antenna sulla sezione a 36 kV della futura SE RTN, come da prescrizione del preventivo di connessione.

Insieme agli scomparti a 36 kV saranno previsti anche gruppi di misura e servizi ausiliari, questi ultimi alimentati tramite un generatore dedicato che sarà installato all'interno della cabina stessa.

3.21 Cabine e Box prefabbricati

È prevista la fornitura e posa in opera di cabine elettriche, delle dimensioni esterne indicate negli elaborati di progetto, assemblate in stabilimento.

Le cabine saranno realizzate con pannelli in calcestruzzo armato e vibrato con resistenza caratteristica R_{ck} 30 N/mm² ed armati con ferro tondo e rete elettrosaldada ad aderenza migliorata Fe B 44k, aventi spessore rispettivamente di: pareti, fondo autoportante e copertura di cm 10; con superfici lisce di fondo cassero e frattazzate, completa di vasca di

fondazione in C.A.V. realizzata come descrizione precedente, completa dei fori di tipo a frattura prestabilita per l'entrata e uscita delle linee elettriche.

Per il collegamento tra la cabina e la vasca di fondazione è prevista una botola di ispezione con chiusino in calcestruzzo.

Ciascuna cabina sarà completa delle seguenti finiture:

- Tinteggiatura interna con pittura del tipo lavabile bianco;
- Tinteggiatura esterna con pittura del tipo al quarzo con colori a scelta della D.L.;
- Impermeabilizzazione della copertura e della vasca di fondazione con guaina in poliestere armata posata a caldo, previa mano di primer bitumoso, da 3 kg/mq completa, nella copertura, di doppia mano a finire con vernice riflettente;
- Infissi ENEL (Unificazione Nazionale).

Completo dei fori di tipo a frattura prestabilita per l'entrata e uscita delle linee elettriche.

3.22 Quadri elettrici BT c.a.

Ciascun quadro elettrico dovrà essere realizzato a regola d'arte nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1, CEI 17-13, la direttiva Bassa Tensione e la direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica. Il rispetto delle direttive europee richiede, tra l'altro, l'apposizione della marcatura CE sul quadro stesso.

I quadri elettrici dovranno essere realizzati come da specifiche ed elaborati di progetto, con struttura in robusta lamiera di acciaio, nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1(CEI 17.13.1), CEI 64-8, IEC 439-1, CEI EN 50102, Grado di protezione esterno IP 55.

I quadri dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 800 V;
- Numero delle fasi 3F + N;
- 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.

L'interno dei quadri deve essere accessibile mediante la mobilità di alcuni pannelli per la manutenzione o sostituzione di apparecchi e cavi. I quadri dovranno essere dotati di un dispositivo sezionatore principale per interrompere l'alimentazione, di gruppi di misura e di lampade di segnalazione.

La fornitura dei quadri BT comprende l'assemblaggio della carpenteria, il montaggio del quadro e dei materiali accessori, delle lampade presenza tensione, del collegamento delle

linee in entrata e in uscita e le targhettature.

Unitamente al quadro si dovrà consegnare una dichiarazione nella quale si attesta che il quadro è conforme alle suddette disposizioni (norma CEI 17-13, direttiva bassa tensione e direttiva compatibilità elettromagnetica), oltre alla documentazione tecnica che la norma CEI 17-13 specifica debba essere consegnata al committente (schemi di collegamento ed istruzioni per l'installazione, il funzionamento e la manutenzione del quadro).

Ciascun quadro dovrà essere munito di un'apposita targa contenente i suoi dati di identificazione, come richiesto dal punto 5.1 della norma 17-13/1.

Nel prezzo unitario dei vari tipi di quadri si intendono inclusi:

- cablaggio dei circuiti ausiliari e di potenza fino alle morsettiere ingresso/uscita;
- morsettiere e apparecchiature ausiliarie;
- lampade di segnalazione, apparecchiature di comando,
- protezione e di manovra di circuiti ausiliari;
- targhette e schemi sinottici.
- posa in opera nel quadro degli apparecchi di manovra con tutte le opere indispensabili a realizzare gli schemi esposti negli elaborati grafici ed a fornire l'opera conforme alla normativa ed alla buona tecnica costruttiva, ivi incluse le richieste di ritocchi e miglioramenti avanzati dalla Direzione tecnica dei lavori.

Gli interruttori scatolati saranno conformi alle normative IEC 947.1 e IEC 947.2, e saranno forniti nelle seguenti taglie di corrente normalizzate (160A – 250A – 400A – 630A).

Gli interruttori modulari con correnti fino a 125A dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 60898 norma per apparecchi domestici;
- CEI EN 61009 norma per apparecchi domestici;
- CEI EN 60947.1/2 norma per apparecchi industriali;
- Marchio di qualità IMQ per interruttori magnetotermici con I_n fino a 40 A e per interruttori magnetotermici differenziali con I_n fino a 40 A e $\Delta n = 30, 300, 500$ mA.

3.23 Quadri elettrici BT c.c.

I quadri elettrici BT in c.c., denominati anche cassette di campo (di stringa o di terminazione, di raccolta, di monitoraggio, ecc), dovranno essere garantiti per un grado di protezione IP 65 a sistema installato e dotate di:

- terminali elettrici ad attacco rapido per collegamento cavi di sezione minima 2,5 mm²;
- con polarità opportunamente contrassegnate;
- coperchio con guarnizioni e viti impedibili;

- ingresso cavi equipaggiati con adeguati pressa cavi;
- sistemi di sezionamento parziale e/o totale integrato;
- targhette di designazione delle apparecchiature;
- logica di analisi dati elettrici. Inoltre, dovranno garantire una coerente separazione spaziale tra i poli delle fasi attive al fine di impedire fenomeni di scarica.

Le cassette presenti nell'impianto fotovoltaico si possono distinguere in due tipologie: di stringa (CS) e di raccolta e monitoraggio (CRM).

3.23.1 Cassetta di Stringa

Nelle cassette di stringa saranno alloggiati:

- i connettori dei cavi, tramite i quali si realizzerà il sezionamento della stringa con il resto del campo FV;
- dispositivi per il monitoraggio, tra cui i sensori per la rilevazione delle grandezze di interesse e gli apparati per la trasmissione a distanza dei dati rilevati verso di sistemi di acquisizione dati;
- dispositivi terminali del circuito di alimentazione per le utenze presenti nella cassetta;
- logica di analisi dati elettrici.

3.23.2 Cassetta di Raccolta e Monitoraggio (CRM)

La cassetta "CRM" svolge la funzione di collegare tra loro le stringhe e di monitorarle. Lo scopo è quello di massimizzare l'efficienza dell'impianto e garantire il buon funzionamento nel tempo.

Il sistema dovrà essere in grado di comunicare con tutti i dispositivi presenti nell'impianto (es. inverter) tramite protocollo standard (es. ModBus) su supporto RS 485 in modo da rendere disponibili a distanza tutti i segnali monitorati e disponibili nella cassetta. Dalle grandezze misurate (sia prelevandole dalle stringhe, sia dal campo) sarà possibile rilevare le eventuali anomalie ed in particolare il comportamento dei moduli in determinate condizioni ambientali. All'interno della cassetta sarà possibile localizzare il sistema di "rilevazione furti". Nella cassetta trovano anche alloggio i componenti dei sistemi di protezione (moduli e sovratensione) i fusibili di stringa e i sezionatori. La cassetta troverà la sua ubicazione sul campo in prossimità delle stringhe, per tanto dovrà essere con protezione ambientale IP65.

Nelle cassette di raccolta e monitoraggio sono alloggiati:

- diodi di blocco per la protezione delle stringhe dalle correnti inverse;
- i sezionatori con fusibili di stringa, con la funzione di protezione delle linee di fase cc dalle sovracorrenti e di sezionamento sottocarico;
- dispositivi surge protective device (SPD), che proteggono le stringhe ed i cavi di collegamento dalle sovratensioni;

- interruttori automatici e relè di minima tensione per l'estinzione automatica delle sovra correnti di guasto sul collegamento dalla cassetta all'inverter;
- dispositivi per il monitoraggio, tra cui i sensori per la rilevazione delle grandezze di interesse e gli apparati per la trasmissione a distanza dei dati rilevati verso di sistemi di acquisizione dati;
- dispositivi terminali del circuito di alimentazione per le utenze presenti nella cassetta.

3.24 Interruttori di Bassa Tensione

Gli interruttori di bassa tensione dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- CEI EN 60947-2 (17-5). Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici.
- CEI EN 60439-1. Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) (17-13/1) Parte 1°: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS).
- CEI EN 60898. Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

3.24.1 Interruttori di tipo scatolato fino a 630 A

Gli interruttori scatolati saranno completi e pronti al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- Cablaggio dei circuiti di potenza ed ausiliari;
- Attacchi per collegamento cavi di potenza in uscita, esclusi cavi e terminali;
- Targhetta identificativa caratteristiche.

Gli interruttori scatolati saranno forniti nelle seguenti taglie di corrente normalizzate (100A – 160A – 250A – 400A – 630A).

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

Gli interruttori scatolati saranno equipaggiati di sganciatori intercambiabili. Da 100 a 250A sarà possibile scegliere tra una protezione magnetotermica e una elettronica. Per le taglie superiori a 250A lo sganciatore sarà solo elettronico. Lo sganciatore sarà integrato nel volume dell'apparecchio.

Gli sganciatori elettronici saranno conformi all'allegato F della Norma IEC 947-2 (rilevamento del valore efficace della corrente di guasto, compatibilità elettromagnetica). Tutti i componenti elettronici potranno resistere, senza danneggiarsi, fino alla temperatura di 125° C. Gli sganciatori magnetotermici ed elettronici saranno regolabili; l'accesso alla regolazione sarà piombabile.

La regolazione delle protezioni sarà fatta simultaneamente ed automaticamente su tutti i poli.

Le caratteristiche principali degli sganciatori magnetotermici saranno le seguenti:

- termico regolabile da 80 a 100% della corrente nominale dello sganciatore;
- magnetico regolabile da 5 a 10 volte la corrente nominale (per $I_n > 200A$).

La protezione del neutro potrà essere effettuata sia con valore uguale, sia con valore pari alla metà della protezione di fase (per $I_n > 80A$).

Le caratteristiche principali degli sganciatori elettronici saranno le seguenti:

- Protezione lungo ritardo (LR):
 - I_r regolabile con 48 gradini dal 40 al 100% della corrente nominale dello sganciatore elettronico.
- Protezione corto ritardo (CR):
 - I_m regolabile da 2 a 10 volte la corrente di regolazione termica (I_r);
 - temporizzazione fissa a 40 ms.
- Protezione istantanea (IST):
 - soglia fissa a 11 I_n .

Gli apparecchi tetrapolari consentiranno la scelta del tipo protezione del neutro mediante un commutatore a 3 posizioni: neutro non protetto - neutro metà - neutro uguale alla fase.

Gli interruttori di tipo scatolato saranno in esecuzione tetrapolare, adatti per essere utilizzati come interruttori per distribuzione, interruttori principali, interruttori per motori e trasformatori.

Saranno dotati di meccanismo di manovra a sgancio libero. Avranno potere di interruzione nominale non inferiore a $I_{cu} = I_{cs} 40 \text{ kA}$ a 380/415 V c.a. 50/60 Hz, e saranno idonei ad essere alimentati indifferentemente sia dai morsetti superiori sia dagli inferiori senza alcun declassamento.

Potranno essere equipaggiati con blocchi differenziali per la protezione contro i contatti accidentali e guasti verso terra (I_d da 0.03 A a 30A) (t_d da istantaneo ad 1s), del tipo affiancato per la grandezza per $I_n=160A$ e sotto, per $I_n=160 A$ a $I_n=400 A$, l'interruttore in ogni caso, potrà essere alimentato indistintamente sia dai morsetti superiori che inferiori.

Dovrà inoltre essere possibile dotare l'interruttore di accessori quali gli attacchi posteriori e sbarra, bobine a lancio e di minima tensione.

Gli interruttori potranno essere equipaggiati di telecomando; un commutatore "locale/distanza" sul fronte del telecomando, predisporrà l'interruttore per la manovra manuale o a distanza, con rinvio a distanza dell'indicazione della posizione.

3.24.2 Interruttori aperti

Il comando degli interruttori di tipo aperto dovrà essere del tipo ad accumulo di energia attraverso molle di chiusura precaricate, tramite motore ed in caso di emergenza con manovra manuale. Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore. Tale comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura; partendo da interruttore con molle cariche dovrà essere possibile il seguente ciclo senza dover effettuare la ricarica:

- partendo da interruttore aperto e molle cariche: chiusura-apertura
- partendo da interruttore chiuso e molle cariche: apertura-chiusura-apertura

L'interruttore aperto sarà accessoriabile con i seguenti dispositivi:

- Accessori Elettrici:
 - Segnalazioni elettriche: interruttore aperto – chiuso – trip. Sarà disponibile la segnalazione per intervento dello sganciatore di massima corrente (anche con comando remoto). Saranno disponibili contatti ausiliari per la segnalazione di interruttore inserito/estratto test/estratto, segnalazione molle cariche e sganciatore di minima tensione diseccitato.
 - Sganciatori di servizio: sganciatore di apertura/chiusura e secondo sganciatore di apertura, sganciatore di minima tensione. Sarà possibile associare a questo sganciatore un ritardatore.
 - Motoriduttore per la carica automatica delle molle di chiusura.
 - Sensore di corrente per neutro esterno.
 - Sensore omopolare per il conduttore di terra dell'alimentazione principale, toroide omopolare per la protezione differenziale.
 - Dispositivi d'interfaccia: dispositivi d'interfaccia fronte quadro.
 - Centraline di commutazione automatica.
- Accessori Meccanici:
 - Conta manovre meccanico.
 - Blocchi meccanici: in posizione di aperto, in posizione inserito/estratto test/estratto, in posizione di test/estratto, blocco porta della cella.
 - Protezioni trasparenti: pulsanti apertura e chiusura, porta IP54
 - Interblocco meccanico a cavi tra 2 o 3 interruttori
 - Dispositivo di sollevamento

3.24.3 Interruttori di tipo modulare

Le apparecchiature modulari di comando e segnalazione saranno conformi alle norme

seguenti:

- Interruttori non automatici I: CEI EN 60669-1 (norma per apparecchi domestici)
- CEI EN 60947-2 (norma per apparecchi industriali)

Gli interruttori modulari avranno le seguenti caratteristiche:

- Corrente nominale (I_n) da 20 a 125 A per una temperatura ambiente di 35°C
- Numero di poli: da 1 a 4
- Tensione di isolamento (U_i): 500 V
- Tensione nominale di funzionamento (U_e): 250 V, 415 V
- Frequenza nominale: 50/60 Hz
- Tensione di tenuta ad impulso (U_{imp}): 6 kV
- Corrente di breve durata ammissibile per 1 secondo: 20 I_n
- Grado di protezione IP:
 - IP20 ai morsetti;
 - IP40 sul fronte dell'interruttore.

Le caratteristiche d'intervento degli interruttori modulari saranno, in dipendenza delle scelte progettuali rilevabili dagli elaborati grafici, di tipo:

- C (intervento magnetico $5 \div 10 I_n$)
- D (intervento magnetico $10 \div 20 I_n$)

Il potere nominale d'interruzione (PNI) potrà essere rilevato dagli elaborati grafici di progetto e dovrà essere sempre superiore al valore di I_{cc} nel punto d'installazione, ad eccezione degli interruttori modulari opportunamente coordinati con i relativi interruttori generali scatolati per realizzare protezione di back-up.

I blocchi differenziali accoppiati agli interruttori sopra descritti saranno, in accordo con gli elaborati grafici, del tipo AC o A. Classe AC per correnti di guasto alternate; classe A per correnti di guasto alternate, pulsanti unidirezionali e/o componenti continue.

3.25 Impianto di terra e protezione dai fulmini

I materiali costituenti il dispersore, il conduttore di terra e i collegamenti di protezione e equipotenziali garantiranno l'equalizzazione del potenziale mediante il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse estranee. I collegamenti saranno eseguiti in base alla CEI 64/8 Fasc. 5 e CEI 64/12.

Tutte le masse estranee del complesso, così come definite dalle Norme CEI 64-8, sono collegate all'impianto di terra in modo da realizzare l'equipotenzialità principale e supplementare con le masse accessibili, collegate all'impianto di terra tramite i conduttori di protezione. I collegamenti equipotenziali sono realizzati con conduttori in rame isolati, di

colore giallo-verde, in conformità alle prescrizioni delle CEI 64-8.

All'interno delle cabine elettriche i collegamenti equipotenziali saranno con cavo giallo-verde tipo FS17 di sezione maggiore o uguale a 50 mm² al sezionatore di terra completo di barra equipotenziale e bandella zincata da 30x3mm lungo il perimetro delle cabine elettriche.

Il dispersore sarà collegato dal nodo equipotenziale (nel locale cabina ove sarà anche installata una piastra di sezionamento e misura). Il collegamento fino al punto di misura verrà effettuato in corda di rame nuda della sezione di 50 mm².

Il dispersore avrà la funzione di costituire e completare l'impianto di terra per gli impianti elettrici del polo di ingegneria per realizzare uno schema di alimentazione TN ed al fine di evitare il funzionamento con terre separate degli edifici adiacenti e delle cabine di trasformazione. Sono comprese misurazioni, certificazioni ed espletamento pratiche ASL, nonché le necessarie opere murarie.

I conduttori equipotenziali devono essere collegati al nodo EQP in modo visibile, con possibilità di disinserzione individuale e permanente accessibilità; dovranno essere chiaramente contraddistinti per funzione e provenienza. I conduttori equipotenziali principali saranno realizzati con conduttore unipolare giallo-verde tipo FS17 di sezione pari a 6 mm². I conduttori equipotenziali supplementari saranno anch'essi realizzati con conduttore unipolare giallo-verde tipo FS17 della medesima sezione.

Per quanto riguarda la protezione dagli effetti dei fulmini è prevista l'installazione di SPD all'interno dei quadri di campo.

3.25.1 Cavi distribuzione e cablaggio c.a.

I cavi utilizzati sul lato c.a. dell'impianto devono essere adatti per il trasporto di energia per installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi similari, sarà possibile la posa fissa all'interno, all'esterno e interrata (ammessa diretta e indiretta). I cavi che si prevede di utilizzare sono della tipologia ARG16R16 con tensione nominale U_0/U di 600/1.000 V c.a. e tensione massima U_m di 1200 V c.a, realizzati con conduttore in alluminio, isolamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Nel prezzo unitario "a metro" (per ciascun tipo e sezione di cavo) si intendono inclusi e compensati tutti i seguenti oneri:

- formazione di teste di cavo;
- capicorda e/o terminazioni;
- morsetti e/o fascette di ancoraggio;

- contrassegni di origine e destinazione applicati a mezzo collari in plastica con scritte indelebili;
- numerazione di tutti i conduttori, coerente con i disegni esecutivi;
- ancoraggi a canali, scale posa cavi, cavidotti di vario genere;
- collegamenti a sbarre o morsetti di ogni genere.

3.25.2 Cavi distribuzione c.c.

I cavi utilizzati sul lato c.c. dell'impianto di produzione devono essere in grado di sopportare severe condizioni ambientali per tutta la durata in vita dell'impianto. Le condutture devono avere un isolamento doppio per ridurre i guasti a terra e i corto circuiti.

Per collegamenti in c.c. tra i moduli costituenti le stringhe FV ed il successivo collegamento tra quest'ultime e gli inverter verranno impiegati cavi unipolari del tipo H1Z2Z2-K, aventi tensione nominale di esercizio pari a 1.5 kV c.c. e tensione massima Um pari a 1.8 kV c.c., dotati di guaina esterna di colore nero o rosso, isolati con gomma Z2, sotto guaina Z2 e realizzati con conduttori in rame flessibili stagnati. Sono inoltre cavi non propaganti fiamma, privi di alogeni e del tipo a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

Nel prezzo unitario "a metro" (per ciascun tipo e sezione di cavo) si intendono inclusi e compensati tutti i seguenti oneri:

- formazione di teste di cavo;
- capicorda e/o terminazioni;
- morsetti e/o fascette di ancoraggio;
- contrassegni di origine e destinazione applicati a mezzo collari in plastica con scritte indelebili;
- numerazione di tutti i conduttori, coerente con i disegni esecutivi;
- ancoraggi a canali, scale posa cavi, cavidotti di vario genere;
- collegamenti a sbarre o morsetti di ogni genere.

3.26 Fornitura di accessori antinfortunistici per cabina di distribuzione

Dovranno essere forniti i seguenti accessori antiinfortunistici da posizionare all'interno delle cabine elettriche:

- Estintori omologati DM 7/1/05 EN3.7 CO2 KG 5, 113BC, acciaio M25x2, utilizzabile su quadri elettrici fino a 1000 V;
- Cartelli monitori per avviso, pericolo, divieto, obbligo contenenti i simboli del D.Lgs. 493 del 14.8.96 Simboli contenuti nella Norma UNI 7545;
- Guanti isolanti Omologati CE EN 60903 e ENEL - costruiti in base alle Norme CEI 903 - Taglia 10. Classe 3 Tensione di prova 30 kV Tensione di utilizzo 26,5 kV;

- Tappeto isolante in caucciù di elevata rigidità dielettrica. Per pavimentazioni isolanti, superficie antiscivolo. Tensione di esercizio 36 kV, Tensione di prova 42 kV, Tensione di perforazione 50kV. Spessore 5mm.
- Lampada portatile di emergenza a batteria.

3.27 Tubi Protettivi - Cassette di derivazione

I conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente mediante l'ausilio di tubazioni.

Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque, il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm. Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi; ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione. Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

I tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. E' ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e che ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità. Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia, è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a

sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Per le condutture interrate si dovrà impiegare tubo corrugato PEAD a doppia parete realizzato per coestrusione continua delle due pareti con polietilene ad alta densità vergine, avente peso specifico $> 0,96 \text{ g/cm}^3$ (ISO 1183).

La parete interna di PEAD dovrà essere liscia ed esente da qualsiasi imperfezione per facilitare il passaggio del cavo di media e di bassa tensione e per evitare possibili abrasioni all'interno del tubo. Dimensioni e proprietà meccaniche dovranno essere rispondenti alle prescrizioni della norma CEI EN 50086-2-4/A1 (CEI 23-46/V1), variante della CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46), classe di prodotto serie N con resistenza allo schiacciamento 750 N con marchio IMQ di sistema (tubi e raccordi) e dotati di marcatura CE; i tubi dovranno essere prodotti negli stabilimenti di aziende certificate secondo UNI EN ISO 9002.

3.28 Strutture di sostegno inseguitori fotovoltaici

Le strutture di sostegno per gli inseguitori fotovoltaici dovranno essere assemblate secondo le specifiche di installazione PVH o similare previsto per il sistema a inseguimento TRJ. Tale sistema dovrà essere costituito da profili ed accessori in acciaio, in grado di resistere sia all'azione degli agenti atmosferici sia a sollecitazioni d'esercizio di varia entità. Ogni componente degli inseguitori solari monoassiali dovrà essere verificata, in riferimento al suo corretto assemblaggio e funzionamento, secondo le indicazioni fornite dalla casa produttrice.

I moduli saranno montati in batteria, pertanto i sistemi di sostegno sono studiati per ospitare più moduli in serie (stringa).

La struttura deve offrire la possibilità di configurazione in sicurezza mediante viti inviolabili per il fissaggio dei moduli fotovoltaici. Il sistema di fissaggio dei moduli alla struttura dovrà garantire minimi interventi di manutenzione dovuti a fenomeni di allentamento nel corso del tempo e per questo dovrà essere sottoposto all'insindacabile approvazione della direzione dei lavori.

3.29 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che si prevede di utilizzare sono riferibili al modello commerciale "Vertex NEG21C.20" della Trina Solar (o similare), di tipologia bifacciale e con celle in silicio monocristallino, le cui caratteristiche riportate in Tabella 2.1 sono riferite alle seguenti condizioni standard di test (STC):

- Irraggiamento di 1000 W/m^2 ;
- Temperatura cella di 25°C ;

- Air mass (AM) pari a 1,5.

Tabella 3.3 - Dati tecnici moduli Trina Solar - Vertex NEG21C.20 da 700 Wp

Marca e modello moduli FV	Trina Solar - Vertex NEG21C.20
Potenza massima (P_{max}) [W_p]	700
Tolleranza sulla potenza [W]	0~+5
Tensione alla massima potenza (V_{mpp}) [V]	40,5
Corrente alla massima potenza (I_{mpp}) [A]	17,29
Tensione di circuito aperto (V_{oc}) [V]	48,6
Corrente di corto circuito (I_{sc}) [A]	18,32
Massima tensione di sistema (V_{DC}) [V]	1500
Coefficiente termico αP_{max} [%/°C]	-0,30
Coefficiente termico αV_{oc} [%/°C]	-0,24
Coefficiente termico αI_{sc} [%/°C]	+0,04
Efficienza modulo [%]	22,5
Dimensioni [mm]	2384 x 1303 x 33
Numero di celle per modulo	132 [2 x 66]

Per i moduli FV dovranno essere fornite le seguenti garanzie di prodotto e prestazioni:

Garanzia di Prodotto: riguardante la garanzia contro difetti di fabbricazione e di materiale; la garanzia fornita dal costruttore deve coprire almeno 5 anni, secondo disposizioni di legge, decorrenti dalla data di fornitura dei moduli fotovoltaici di e deve garantire contro eventuali difetti di materiale o di fabbricazione che possano impedirne il regolare funzionamento a condizioni corrette di uso, installazione e manutenzione;

Garanzia di Prestazioni: riguardante il decadimento delle prestazioni dei moduli; il costruttore deve garantire che la potenza erogata dal modulo, misurata alle condizioni di prova standard, non sarà inferiore al 90% della potenza minima del modulo (indicata dal costruttore all'atto dell'acquisto nel foglio dati del modulo stesso) per almeno 10 anni e non inferiore all' 80% per almeno 20 anni, allegando curva di decadimento massima del pannello sulla quale verrà esplicitata la prova prestazionale nel tempo.

3.30 Software per visualizzazione, monitoraggio

Sarà previsto un sistema software per la visualizzazione, il monitoraggio, la messa in servizio e la gestione dell'impianto FV. Mediante un PC collegato direttamente o tramite modem si potrà disporre di una serie di funzioni che informano costantemente sullo stato e sui parametri elettrici e ambientali relativi all'impianto fotovoltaico.

In particolare, sarà possibile accedere alle seguenti funzioni:

- Schema elettrico del sistema;
- Pannello di comando;
- Oscilloscopio;
- Memoria eventi;
- Dati di processo;
- Archivio dati e parametri d'esercizio;
- Analisi dati e parametri d'esercizio.

La comunicazione tra l'impianto fotovoltaico e il terminale di controllo e supervisione avverrà tramite protocolli Industrial Ethernet o PROFIBUS.

L'impianto fotovoltaico sarà dotato infine di un sistema di monitoraggio per l'analisi e la visualizzazione dei dati ambientali costituito da:

- n. 1 sensore temperatura moduli;
- n. 1 sensore irradiazione solare;
- n. 1 sensore anemometrico;
- schede di comunicazione integrate per l'acquisizione dei dati.

Il sistema di monitoraggio remoto sarà del tipo distribuito nell'impianto (cassette CRM, di campo, ecc) che sia in grado di trasmettere ad un sistema di supervisione almeno le seguenti grandezze:

4 SPECIFICHE TECNICHE OPERE CIVILI

4.1 Descrizione Opere civili

I lavori delle opere civili consistono in:

- realizzazione di recinzione in rete metallica e sostegni in lamiera;
- realizzazione viabilità di servizio;
- realizzazione di elementi strutturali per cabine elettriche;
- approntamento cavidotti relativi alla connessione in corrente continua tra gli inseguitori solari ed in corrente alternata tra le cabine di impianto;
- Fornitura e posa di cabine elettriche prefabbricate.

La carreggiata stradale della viabilità di impianto presenterà una larghezza indicativa di 4 metri. La massicciata stradale sarà formata da una soprastruttura in materiale arido dello spessore indicativo di 0,3/0,4 m.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell'ordine del 1,5% per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.

4.2 Prescrizioni tecniche

4.2.1 Scavi

È prevista l'esecuzione di scavi di vario genere e di qualsiasi forma e dimensione, in terreni di qualsiasi natura e consistenza secondo le sagome di progetto e/o quelle richieste dalla D.L.

Ove indicato in progetto, la sequenza delle fasi esecutive e l'estensione delle aree di scavo costituiscono vincolo tecnico prioritario su ogni altra esigenza operativa e logistica e pertanto debbono essere scrupolosamente osservate e poste in essere.

L'APPALTATORE è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché gli scavi vengano eseguiti in condizioni di sicurezza; di conseguenza Egli è tenuto ad eseguire, non appena le circostanze lo richiedano, le puntellature, le armature, ed ogni altro provvedimento atto a prevenire frane, scoscendimenti o smottamenti, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

Le superfici degli scavi devono essere sistemate e rifinite secondo le sagome e pendenze prescritte; da esse devono essere asportati tutti gli elementi smossi od alterati. Le eventuali superfici rocciose, prima di iniziare eventuali getti, devono venire pulite con soffiature d'aria e acqua a forte pressione. La profilatura dei piani di fondazione deve avvenire, di norma, sempre per asportazione e mai per riporto di materiale.

La profondità degli scavi indicata nei disegni di progetto ha valore indicativo in quanto gli scavi stessi devono essere spinti alla profondità che la D.L. indica volta per volta in relazione alle caratteristiche del terreno: l'APPALTATORE è a conoscenza di queste esigenze di lavoro e rinuncia fin d'ora ad avanzare, per effetto di tale causa, richieste di compenso eccedenti quanto contrattualmente già previsto.

Prima di iniziare le operazioni di scavo l'APPALTATORE deve provvedere al taglio di piante, arbusti e cespugli, accatastando il legname ridotto in elementi trasportabili nel luogo prossimo al cantiere che è indicato dal Committente. L'APPALTATORE deve provvedere al convogliamento ed all'allontanamento delle eventuali acque presenti negli scavi, qualsiasi origine e provenienza esse abbiano, anche se per far ciò è necessario il sollevamento per mezzo di pompe, l'intubamento, l'imbrigliamento, la canalizzazione, ed altri artifici del genere. Tutti i materiali di risulta provenienti da qualsiasi tipo di scavo ove non siano riutilizzabili devono essere collocati a sistemazione definitiva. Sono a carico dell'APPALTATORE anche gli oneri per l'eventuale accatastamento in cantiere del materiale scavato prima del suo riutilizzo nella formazione di rilevati o di riempimenti. In ogni caso i materiali devono essere depositati a sufficiente distanza dallo scavo e non devono risultare di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti sulla superficie.

4.2.1.1 Scotico di materiale vegetale affiorante

Preliminarmente alla realizzazione della sede stradale ed alla realizzazione di scavi per la posa di basamenti in cls, l'APPALTATORE dovrà realizzare lo scotico, della profondità di circa 15-20 cm, impiegando mezzi idonei alternativi e/o integrativi alle lame di motograder o ruspa e, ove necessario, con mezzi manuali, al fine di eliminare, per la profondità suddetta, tutti i materiali terrosi ed i sedimenti fangosi, le erbe ed i cespugli, ogni altro materiale estraneo e non adatto a ricevere i successivi ricarichi.

Il materiale di scotico dovrà essere stoccato separatamente in luogo idoneo e con accorgimenti tali da escluderne il dilavamento ai fini del successivo reimpiego per gli interventi di recupero morfologico-ambientale.

4.2.1.2 Scavi a sezione obbligata

Con questa dizione si intendono gli scavi per fondazioni ed elettrodotti. Quando non diversamente richiesto dalla D.L., le pareti di detti scavi sono da prevedersi con inclinazione indicata nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Previo benessere da parte della D.L. e del Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, quando non diversamente possibile, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti verticali; in ogni caso l'APPALTATORE è tenuto a porre in atto, di propria iniziativa ed impiegando i mezzi più idonei, ogni accorgimento affinché vengano eseguiti in condizioni

di sicurezza, restando responsabile degli eventuali danni ed essendo tenuto a provvedere, a proprie spese, alla rimozione dei terreni franati.

In tutti i casi, salvo diversa e motivata disposizione della D.L., la valutazione della quantità di scavo viene eseguita considerando gli scavi con pareti verticali e non viene compensato né il maggior volume di scavo eseguito, rispetto a quello a pareti verticali, né il rinterro con idonei materiali o il riempimento con murature del maggior vano creatosi.

5 DOCUMENTAZIONE DI IMPIANTO

La documentazione a corredo dell'impianto fotovoltaico sarà costituita dai seguenti elaborati:

- progetto esecutivo della centrale FV (opere civili, impiantistiche ed accessorie);
- progetto elettrico dell'impianto fotovoltaico (nella versione come costruito) redatto in conformità della norma CEI 0-2;
- manuale di uso e manutenzione dell'impianto e dei suoi singoli componenti, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito, corredata dall'elenco della strumentazione impiegata ;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/08;
- documentazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla Norma CEI EN 61215, per moduli al Silicio cristallino;
- dichiarazione attestante, o altra documentazione comprovante, in maniera inequivocabile l'anno di fabbricazione dei moduli fotovoltaici;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero sistema e sulle relative prestazioni di funzionamento.

Detti documenti dovranno essere disponibili presso l'impianto fotovoltaico e dovranno essere custoditi dal Committente.

6 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

L'impianto dovrà essere realizzato "a regola d'arte", sia per quanto riguarda le caratteristiche di componenti e materiali, sia per quel che concerne l'installazione. A tal fine dovranno essere rispettate le norme, prescrizioni e regolamentazioni emanate dagli organismi competenti in relazione alle diverse parti dell'impianto stesso, alcune delle quali richiamate nella presente relazione.

Le principali leggi, norme e regolamenti cui il presente progetto si uniforma sono nel seguito richiamate.

6.1 Norme legislative generali

- Decreto Legislativo 387/03 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"; pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 25 del 31 gennaio 2004 - Supplemento Ordinario n. 17.
- D.G.R. N. 11/75 del 24.03.2021 della Regione Autonoma della Sardegna recante "Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)".
- Decreto Legge 24 gennaio 2012 n. 1 e ss.mm.ii. "Disposizioni urgenti per la concorrenza, lo sviluppo delle infrastrutture e la competitività"
- Decreto Legislativo 14 marzo 2014, n. 49 "Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)" (GU Serie Generale n.73 del 28-03-2014 - Suppl. Ordinario n. 30);
- Decreto 22 gennaio 2008, n. 37 – (sostituisce Legge 46/90) - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici. (G.U. n. 61 del 12-3-2008).
- Decreto Legislativo 09/04/2008 n. 81 - Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (Suppl. Ordinario n.108) – (sostituisce e abroga tra gli altri D. Lgs. 494/96, D.Lgs. n. 626/94, D.P.R. n. 547/55).

6.2 Opere in cemento armato

- Legge n. 1086 del 5/11/1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge n. 64 del 2/2/1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni

per le zone sismiche”.

- Circ. M. LL.PP. 14 febbraio 1974, n. 11951, “Applicazione delle norme sul cemento armato”.
- Circ. M. LL.PP. 9 gennaio 1980, n. 20049. “Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato”.
- D. M. 11/3/1988. “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Circolare Ministero LL.PP. 24/9/1988 n. 30483: “Legge n.64/1974 art. 1 - D.M. 11/3/1988. Norme tecniche su terreni e rocce, stabilità di pendii e scarpate, progettazione, esecuzione, collaudo di opere di sostegno e fondazione”.
- D.M. del 14/2/1992. “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. del 9/1/1996. “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. del 16/1/1996. “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.
- D.M. 16/1/1996. “Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi””.
- Circolare M.LL.PP. 04/07/1996 n. 156 AA.GG./STC. “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi” di cui al D.M. 16/1/1996”.
- Circolare M. LL.PP. 15/10/1996, n. 252. “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato ordinario e precompresso e per strutture metalliche” di cui al D.M. 9/1/1996”.
- Circolare 10/4/1997 n. 65 AA.GG. “Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20/03/2003. “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3431 del 03/05/2005 – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo

2003.

- UNI-EN 1992-1-1 2005: Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI-ENV 1994-1-1 1995: Progettazione delle strutture composte acciaio calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- D.M. 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.

6.3 Norme tecniche impianti elettrici

- CEI 0-16. Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2). Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3). Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-37. Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 11-17. Impianti elettrici di potenza con tensioni nominali superiori a 1 kV in corrente alternata. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo.
- CEI 82-25. Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione.
- UNI 10349. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- Deliberazioni della Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) Delibera ARG/elt 99/08 - Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive - TICA), ssmmii;
- Delibera 04 agosto 2016 n. 458/2016/R/eel - Regolazione dell'attività di misura elettrica. Approvazione del Testo integrato delle disposizioni per la regolazione dell'attività di misura elettrica (Time)
- Delibera 27 dicembre 2019 n. 568/2019/R/eel - Aggiornamento della regolazione

tariffaria dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il semiperiodo di regolazione 2020-2023

- Delibera 27 dicembre 2019 n. 568/2019/R/eel – Allegato B - Testo integrato delle disposizioni per la regolazione dell'attività di misura elettrica (Testo Integrato Misura Elettrica – TIME) 2020-2023.

6.4 Sicurezza e salute sui luoghi di lavoro

- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 (81/08) Titolo IV D.Lgs 81/08 (cantieri temporanei o mobili)
- DECRETO - 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- L. 3 agosto 2007 n. 123 - Salute e sicurezza sul lavoro
- Circ. 3 novembre 2006 n. 1733 - Lavoro nero
- Determinazione 26 luglio 2006 n. 4/2006 - Sicurezza nei cantieri temporanei o mobili
- Art. 36 bis Decr. Legge 4 luglio 2006 n. 223
- Art. 131 D. Lgs 12 aprile 2006 n. 163
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n. 192 - Attuazione della direttiva 2002/91/CE
- Circ. ISPESL 28 dicembre 2004, n. 13 - Impianti di terra e scariche atmosferiche
- D.Lgs. 4 settembre 2002, n. 262 - Emissione acustica macchine all'aperto
- Circ. ISPESL 2 aprile 2002, n. 17 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 - Scariche atmosferiche e impianti elettrici
- D.Lgs. 2 gennaio 1997, n. 10 - Dispositivi protezione individuale
- Circ. 6 marzo 1995, n. 3476 - Impianti da terra e scariche atmosferiche
- Circ. ISPESL 2 novembre 1993, n. 16089 - Reti di sicurezza
- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 - Prodotti da costruzione
- D.Lgs. 4 dicembre 1992, n. 475 - Dispositivi protezione individuale
- D.P.R. 19 marzo 1956, n. 303 - Igiene del lavoro