

PARCO EOLICO IMPERIA MONTI MORO, GUARDIABELLA

Il Committente:



Sede Legale:

via Aldo Moro n. 28
25043, Breno (BS)
P.IVA e C.F. 04324170986

Oggetto:

CONNESSIONE ELETTRICA

Titolo:

RELAZIONE TECNICA ELETTRICA

Il Progettista



Ing. Silvio Mario Bauducco

Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
04/2023	SMB	Emissione	04/2023	SMB	04/2023	SMB

SCALA - N.A.

APRILE 2023

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
22109	EO	DE	EL	R	05	0001	A

PROGETTAZIONE EDILE, AMBIENTALE, STRUTTURALE ED IMPIANTISTICA A CURA DI:

I Tecnici: Coord. gruppo di progettazione
Ing. Silvio Mario Bauducco

Collaboratori
Geom. Benzoni Manuel
Per. Ind. Biasin Emanuele
Ing. Occhiuto Felice
Arch. Ostino Paolo
Arch. Pelleri Martina

BAUTEL S.R.L.

Sede Amministrativa via Maroncelli, 23 10024 Moncalieri (TO)
tel 011.6052113 - 011.6059915 e-mail: amministrazione@bautel.it
Sede operativa Torino - via Maroncelli, 23 10024 Moncalieri (TO)
Sede operativa Genova - via Banderali, 2/4 16121 Genova (GE)

File: testalini relazioni.dwg

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

Sommario

1. SCOPO DEL DOCUMENTO	4
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO	5
2.1 DESCRIZIONE GENERALE	5
2.2 OPERE ELETTRICHE	6
2.3 AEROGENERATORI	8
2.4 NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO	11
3. DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE 132/36 KV	13
3.1 SISTEMA A 132 KV	13
3.2 SISTEMA A 36 KV	14
4. CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO	15
4.1 TEMPERATURE AMBIENTALI	15
4.2 ATTIVITÀ SISMICA	15
4.3 RUMORE	15
4.4 EFFETTO CORONA E COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA	15
4.5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	15
4.6 CRITERI DI COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO	16
4.7 LIVELLO DI CORTOCIRCUITO E CORRENTI DI GUASTO A TERRA	16
5. CARATTERISTICHE PRINCIPALI APPARATI 132 KV	17
5.1 COLLEGAMENTI AT	17
5.2 TRASFORMATORE DI POTENZA	17
5.3 CAVO AT	18
6. CARATTERISTICHE PRINCIPALI APPARATI 36 KV	22
6.1 SISTEMA DI PROTEZIONE A CELLE	22
6.2 CAVO MT	23
7. SERVIZI AUSILIARI	26
7.2 SERVIZI AUSILIARI IN C.C	27
8. OPERE CIVILI	28
8.1 APPIANAMENTO DEL TERRENO	28
8.2 FONDAZIONI	28
8.3 BASAMENTO E DEPOSITO DI OLIO PER IL TRASFORMATORE	28
8.4 DRENAGGIO DI ACQUA PLUVIALE	28

8.5	CANALIZZAZIONI ELETTRICHE	28
8.6	ACCESSO E VIALI INTERNI.....	29
8.7	CHIUSURA PERIMETRALE.....	29
9.	EDIFICIO DI CONTROLLO DELLA SOTTOSTAZIONE.....	29
10.	SISTEMA DI CONTROLLO.....	30
10.1.	SISTEMI COMPLEMENTARI NEGLI EDIFICI.....	30
10.2.	SISTEMA DI RIFASAMENTO	30
11.	MESSA A TERRA	31
11.1.	DESCRIZIONE	31
11.2	MESSA A TERRA DI SERVIZIO.....	31
11.3	MESSA A TERRA DI PROTEZIONE.....	31
12	MISURA	32
12.1	MISURE DI ENERGIA (FISCALE).....	32
12.2	ULTERIORI APPARATI DI MISURA.....	32

1. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento costituisce progetto elettrico, finalizzato allo studio iniziale ed alla richiesta autorizzativa a Terna ed agli enti preposti secondo vigente Norma di Legge, per l'impianto eolico "Monte Eolico Monti Moro e Guardiabella" previsto al di sotto dei crinali montani afferenti ai Monti Guardiabella, Monte Faudo e Monte Moro collocati nei territori comunali di Aurigo, Borgomaro, Castellaro, Cipressa, Dolcedo, Pietrabruna, Pieve di Teco, Prelà e Rezzo.

L'impianto sarà costituito da una sezione a 132 kV comprendente la sottostazione di trasformazione per la connessione alla RTN ed una sezione in alta tensione (seppure con criteri realizzativi pari alla media tensione) a 36 kV che convoglierà l'energia dai singoli aerogeneratori verso la sottostazione di trasformazione 36/132 kV.

La centrale eolica in oggetto sarà collegata in antenna a 132 kV su un nuovo stallo della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/220/132 kV della RTN denominata "Albenga".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'ARERA, l'elettrodotto in antenna a 132 kV per il collegamento della centrale alla citata Stazione RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 132 kV nella medesima Stazione costituisce impianto di rete per la connessione e non è valutato nell'ambito del presente documento.

Il presente documento dovrà essere seguito da progettazione esecutiva e di approfondimento prima dell'opera.

2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

2.1 DESCRIZIONE GENERALE

Il parco eolico "Monte Eolico Monti Moro e Guardiabella" sarà costituito da 32 aerogeneratori ciascuno avente potenza unitaria pari a 6200 kW, per una potenza nominale complessiva di 198,4 MW.

Gli aerogeneratori saranno disposti secondo un layout di impianto che per le caratteristiche orografiche del terreno e per la direzione del vento dominante risulta essere quello ottimale, in grado quindi di massimizzare la producibilità energetica e minimizzando le opere civili da effettuare.

Gli aerogeneratori saranno collocati ad un'interdistanza non inferiore a 5 diametri del rotore se disposti nella direzione del vento dominante e ad una distanza non inferiore a 3 volte il diametro se gli stessi sono disposti perpendicolarmente rispetto alla direzione del vento dominante.

La scelta progettuale è stata concepita nel rispetto di criteri ambientali, tecnici ed economici, in particolare sono stati rispettati ove fruibili i seguenti requisiti:

- utilizzo di viabilità esistente e minimizzazione dell'apertura di nuovi tracciati;
- ottimizzazione dell'inserimento paesaggistico dell'impianto;
- rispetto dell'orografia e copertura vegetale della zona;
- rispetto della distanza dai recettori più prossimi;
- installazione di aerogeneratori tali da massimizzare la produzione energetica a parità di spazio occupato, condizione che si traduce, di fatto, nella mitizzazione delle unità da installare e nella razionalizzazione di un impianto che, di per sé, intende raggiungere di fatto capacità produttive prossime ai più alti livelli di settore e di limitare l'impatto sull'ambiente e sul paesaggio entro i limiti più serrati;
- ottimizzazione dello sfruttamento della risorsa eolica dell'area a disposizione, attraverso l'utilizzo di aerogeneratori di ultima generazione e studiati per superare i migliori standard di settore.

2.2 OPERE ELETTRICHE

L'energia viene prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione; questa viene successivamente elevata a 36 kV in un centro di trasformazione ubicato nella navicella della macchina (parte quindi del complesso dell'aerogeneratore) e viene evacuata tramite cavi elettrici interrati fino all'aerogeneratore successivo per ogni gruppo di generatori.

Dall'ultimo generatore di gruppo i cavi vengono direttamente connessi alla sezione 36 kV della sottostazione utente.

La configurazione dei vari circuiti AT 36kV (in sostanziale struttura MT per tecnologia in uso e per prossimità a tale classificazione in base al livello di tensione, e per questo citata come MT nel documento, a distinguerla dalla sezione AT da 132 kV) è ricavabile dagli elaborati unifilari allegati. Si tratta di più dorsali raggruppate con potenza equilibrata su due terminali di elevazione indipendenti posti in unica stazione e confluenti in un unico tracciato AT diretto allo stallo di connessione.

L'allacciamento del parco eolico alla RTN è previsto, come accennato in precedenza, con connessione in AT su nuovo stallo da realizzare a cura del gestore di rete in stazione AT Terna predisposta allo scopo.

Lo stallo di nuova realizzazione viene previsto da Terna come predisposto alla condivisione tra più utenze.

La sottostazione sarà posizionata in un'area libera e sarà realizzata su due livelli distinti (uno per ogni terminale di elevazione) al fine di ottimizzare le sezioni di scavo e per permetterne un migliore inserimento paesaggistico.

L'impianto nel suo complesso sarà costituito dalle seguenti parti principali:

- Aerogeneratori completi di sistema di protezione e controllo;
- Linee elettriche per il collegamento degli aerogeneratori, suddivisi in gruppi, alla sottostazione di elevazione;
- Edificio di controllo;
- Sottostazione di elevazione AT su due sistemi (trasformatori completi di sezioni 36 kV e 132 kV) paralleli lato AT;
- Elettrodotto in AT per collegamento al nuovo stallo previsto nella stazione RTN di proprietà Terna;

I Gruppi generatori nel loro esercizio soddisferanno le seguenti condizioni:

- 1) Le variazioni di Tensione sulla rete AT saranno contenute nel campo $+ / - 2 \%$,
- 2) Le variazioni di Frequenza sulla rete AT saranno contenute nel campo $+/- 2\%$,
- 3) L'eliminazione dei guasti sulla rete AT/MT di Proprietà sarà tale da non procurare disservizi sulla rete (TERNA),
- 4) Le protezioni AT e MT saranno coordinate con quelle impostate sulla Rete AT.
- 5) L'Interruttore AT di Interfaccia, oltre ad essere abilitato al Parallelo, garantirà, anche la separazione della rete di trasmissione nazionale dalla linea utente.
- 6) Gli interruttori MT di parallelo dei generatori saranno corredati delle protezioni previste dalla Norma CEI 0-16;
- 7) L'interruttore AT, sarà corredato delle protezioni previste dalla Norma vigente.

Si prevede anche l'installazione di un Relè per la richiusura automatica degli Interruttori MT:

- 8) Ogni Trasformatore AT/MT sarà protetto con le seguenti protezioni: Massima Corrente a due soglie (Sovraccarico e Corto Circuito), Protezione Termica a due soglie (allarme e scatto), Relè Buchholz a unica soglia di scatto dell'interruttore AT ed MT di Macchina.

2.3 AEROGENERATORI

Ciascun aerogeneratore è dotato di un generatore sincrono ed ha una potenza nominale pari a 6200kW.

Ogni aerogeneratore è equipaggiato con un trasformatore BT/AT per elevare la tensione a 36 kV già in navicella, nonché di tutti gli organi di protezione ed interruzione atti a proteggere la macchina e la linea elettrica in partenza da essa.

Gli aerogeneratori sono in numero di 32 e sono suddivisi nei seguenti sottoimpianti (gruppi) circuitualmente interconnessi:

GRUPPO 1: Pn1 24.8 MW

Generatore 1	Pg 6.2 MW
Generatore 2	Pg 6.2 MW
Generatore 3	Pg 6.2 MW
Generatore 4	Pg 6.2 MW

GRUPPO 2: Pn2 24.8 MW

Generatore 5	Pg 6.2 MW
Generatore 6	Pg 6.2 MW
Generatore 9	Pg 6.2 MW
Generatore 10	Pg 6.2 MW

GRUPPO 3: Pn3 18.6 MW

Generatore 7	Pg 6.2 MW
Generatore 8	Pg 6.2 MW
Generatore 11	Pg 6.2 MW

GRUPPO 4: Pn4 18.6 MW

Generatore 12	Pg 6.2 MW
Generatore 13	Pg 6.2 MW
Generatore 14	Pg 6.2 MW

GRUPPO 5: Pn5 18.6 MW

Generatore 15	Pg 6.2 MW
Generatore 16	Pg 6.2 MW
Generatore 17	Pg 6.2 MW

GRUPPO 6:	Pn6 18.6 MW
Generatore 18	Pg 6.2 MW
Generatore 19	Pg 6.2 MW
Generatore 20	Pg 6.2 MW
GRUPPO 7:	Pn7 18.6 MW
Generatore 21	Pg 6.2 MW
Generatore 25	Pg 6.2 MW
Generatore 26	Pg 6.2 MW
GRUPPO 8:	Pn8 18.6 MW
Generatore 22	Pg 6.2 MW
Generatore 23	Pg 6.2 MW
Generatore 24	Pg 6.2 MW
GRUPPO 9:	Pn9 18.6 MW
Generatore 27	Pg 6.2 MW
Generatore 28	Pg 6.2 MW
Generatore 29	Pg 6.2 MW
GRUPPO 10:	Pn10 18.6 MW
Generatore 30	Pg 6.2 MW
Generatore 31	Pg 6.2 MW
Generatore 32	Pg 6.2 MW

Il numero assegnato ai generatori in elenco e negli elaborati grafici deriva dalla nomenclatura di dimensionamento preliminare in base all'ubicazione.

La potenza di generazione complessiva dell'impianto, costituita dalla somma delle potenze dei 10 gruppi di aerogeneratori individuati, è pari a 198,4 MW

Le caratteristiche di progetto degli aerogeneratori sono individuate nella scheda riportata alla pagina seguente.

V162-6.2 MW™ IECS

Facts & figures

POWER REGULATION

Pitch regulated with variable speed

OPERATING DATA

Rated power	6,200kW
Cut-in wind speed	3m/s
Cut-out wind speed*	25m/s
Wind class	IECS
Standard operating temperature range from -20°C to +45°C	
*High Wind Operation available as standard	

SOUND POWER

Maximum 104.8dB(A)*

*Sound Optimised Modes available dependent on site and country

ROTOR

Rotor diameter	162m
Swept area	20,612m ²
Aerodynamic brake	full blade feathering with 3 pitch cylinders

ELECTRICAL

Frequency	50/60Hz
Converter	full scale

GEARBOX

Type two planetary stages

TOWER

Hub height	119m (IECS/DiBt S)
	125m (IECS)
	166m (IECS/DiBt S)
	169m (DiBt S)

TURBINE OPTIONS

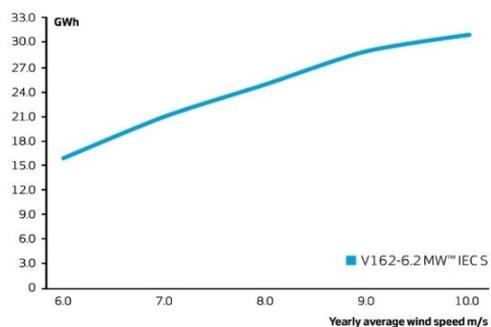
- Condition Monitoring System
- Oil Debris Monitoring System
- Service Personnel Lift
- Low Temperature Operation to -30°C
- Vestas Ice Detection™
- Vestas Anti-Icing System™
- Vestas Shadow Flicker Control System
- Aviation Lights
- Aviation Markings
- Fire Suppression System
- Vestas Bat Protection System
- Lightning Detection System
- Power Optimised Modes

SUSTAINABILITY

Carbon Footprint	6.1g CO ₂ e/kWh
Return on energy break-even	6 months
Lifetime return on energy	39 times
Recyclability rate	88%

Configuration: HH=166m, Vavg=8.5m/s, k=2.48. Depending on site-specific conditions. Metrics are based on a preliminary stream-lined analysis. An externally-verified Lifecycle Assessment will be made publicly available on vestas.com once finalised.

ANNUAL ENERGY PRODUCTION



Assumptions
 One wind turbine, 100% availability, 0% losses, k factor = 2,
 Standard air density = 1.225, wind speed at hub height

2.4 NORME TECNICHE E LEGGI DI RIFERIMENTO

CEI 0-16 Ed. III, dicembre 2012: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica

- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norma Generale. Fasc. 1003
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. Fasc. 8408 ed 2006
- CEI 11-48 Esercizio degli impianti elettrici
- CEI 14-4 Trasformatori di potenza Fasc. 609
- CEI 14-4V1 Variante n. 1 Fasc. 696S
- CEI 14-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 1057V
- CEI 14-4 V3 Variante n. 3 Fasc. 1144V
- CEI 14-4 V4 Variante n. 4 Fasc. 1294V
- CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco Fasc. 1768
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1375
- CEI 17-1 V1 Variante n. 1 Fasc. 1807V
- CEI 17-4 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1343
- CEI 17-4 EC Errata corrige Fasc. 1832V
- CEI 17-4 V1 Variante n. 1 Fasc. 2345V
- CEI 17-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 2656V
- CEI 17-6 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52kV Fasc. 2056
- CEI 17-13/1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte I: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) Fasc. 2463E
- CEI 17-13/2 Apparecchiatura assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte II: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre Fasc. 2190
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) ANS Fasc. 1873

-
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al corto circuito delle apparecchiature non di serie (ANS) Fasc. 2252
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nom. da 1 a 30kV Fasc. 1843
- CEI 20-13 V1 Variante n. 1 Fasc. 2357V
- CEI 20-13 V2 Variante n. 2 Fasc. 2434V
- CEI 20-22II Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio Fasc. 2662
- CEI 20-22III Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 3: Prove su fili o cavi disposti a fascio Fasc. 2663
- CEI 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti a fuoco. Parte 1: Prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale. Fasc. 688
- CEI 20-35V1 Variante n. 1 Fasc. 2051V
- CEI 20-37/1 Cavi elettrici – Prove sui gas emessi durante la combustione Fasc. 739
- CEI 20-37/2 Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi – Determinazione dell'indice di acidità (corrosività) dei gas mediante la misurazione del pH e della conduttività Fasc. 2127
- CEI 20-37/3 Misura della densità del fumo emesso dai cavi elettrici sottoposti e combustione in condizioni definite. Parte 1: Apparecchiature di prova Fasc. 2191
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: Tensioni nominali U_0/U non superiore a 0.6/1kV Fasc. 2312
- CEI UNEL35024/1 Portata dei cavi in regime permanente Fasc. 3516 Per impianti elettrici utilizzatori
- CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua Fasc. 4131
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (codice IP) Fasc. 3227C Per impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione pubblica di bassa tensione:
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Fasc. 5025
- CEI 11-18 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni Fasc. 3703R

L'impianto dovrà essere conforme inoltre alle prescrizioni contenute nella Specifica Tecnica Terna "requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" e del codice di rete.

3. DESCRIZIONE DELLA SOTTOSTAZIONE 132/36 KV

La Sottostazione utente per l'elevazione in AT ai fini della connessione alla RTN sarà costituita da due sezioni a 132 kV con configurazione del tipo "sbarra semplice", parallelate lato AT, e due relative sezioni a 36 kV, connesse ai due trasformatori costituenti origine delle sezioni AT parallelate e costituite ognuna da 5 dorsali di collegamento dei gruppi di generatori (aerogeneratori eolici suddivisi per gruppi), con montanti di collegamento al trasformatore e risalite cavi.

Lo schema unifilare di massima della sottostazione è integrato al progetto e sarà oggetto della progettazione esecutiva per il dettaglio.

3.1 SISTEMA A 132 KV

Le 2 sezioni del sistema AT si presumono in prima istanza costituite con i seguenti apparati principali:

- Sistemi Sbarre
- Stalli di connessione alla parte di condivisione
- Stalli Trasformatore
- Misure e controlli

Le principali apparecchiature costituenti la stazione d'utenza, per ogni sezione lato 132 kV, sono l'interruttore, il sezionatore, lo scaricatore di sovratensione ad ossido metallico a protezione del trasformatore, i trasformatori di tensione e di corrente per misure e protezioni.

Le distanze di guardia e di vincolo previste per le tensioni di funzionamento saranno progettate in armonia con quanto prescritto dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale anche al fine di ridurre al minimo le indisponibilità per manutenzione ove sussistano problematiche relative allo spazio.

Come dati di progetto si adottano in prima istanza i seguenti valori:

Tensione di esercizio del sistema:	132 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	750 kV
Corrente nominale di corto circuito	31.5 kA
Corrente nominale di guasto monofase a terra	31.5 KA

3.2 SISTEMA A 36 KV

Il sistema è costituito da elementi necessari a connettere la rete del Parco Eolico al secondario di ognuno dei 2 trasformatori di potenza e ad alimentare i Servizi Ausiliari (SS.AA.)

Nel sistema a 36 kV posto all'interno dei fabbricati della sottostazione si utilizzeranno cavi isolati e celle prefabbricate certificati dal fabbricatne, avendo superato le prove di tipo corrispondenti ed essendo sottoposti a prove specifiche ad ogni fornitura per assicurare che si il livello di isolamento sia assicurato.

Il Quadro MT della Cabina Primaria, per ognuna delle 2 sezioni di impianto, sarà formato da più scomparti MT affiancati a ciascuno dei quali avrà la chiusura laterale in comune con lo scomparto attiguo.

Lo scomparto è suddiviso in due Celle. La Cella Superiore contenente il sistema di Sbarra Principale (Cella Sbarra), esso è di tipo segregabile dalla cella apparecchiature, mediante l'interposizione di un setto separatore metallico mobile. La Cella Inferiore contenente i dispositivi tecnologici di impianto.

Le apparecchiature all'interno sono conformi alle norme CEI 17-6 e 17-9/1, sono previste per il funzionamento da + 35° C a - 5 °C e hanno le seguenti caratteristiche nominali:

Oltre agli apparati principali visionabili da schema unifilare allegato, si prevedono i corrispondenti apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto.

Come dati di progetto si adottano in prima istanza i seguenti valori:

Tensione di esercizio del sistema:	36 kV
Frequenza nominale:	50 Hz
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico:	750 kV
Corrente nominale di corto circuito	31.5 kA
Tempo di estinzione del guasto:	0.5 s

4. CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO

4.1 TEMPERATURE AMBIENTALI

Viste le condizioni climatiche ed ambientali del sito ed in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 11-1 le temperature massima e minima di riferimento saranno +40°C e -25°C. Dette temperature saranno prese in considerazione nelle specifiche delle apparecchiature previste in progetto.

4.2 ATTIVITÀ SISMICA

Le prove sismiche, le modalità di prova, la scelta delle assegnate severità dei componenti e del macchinario di stazione devono essere rispondenti alla Norma CEI EN 60068-3-3 “Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida-Metodi di prova sismica per apparecchiature”.

4.3 RUMORE

In merito alla emissione di rumore, vanno rispettati i limiti più severi tra quelli riportati al DPCM del 1 marzo 1991, al DPCM del 14.11.1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (legge n.447 del 26/10/1995).

4.4 EFFETTO CORONA E COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Si applicano il par. 3.1.6. ed il par. 8.5 della Norma CEI 11-1, nonché gli ulteriori suggerimenti illustrati all'art. 13.6 della Guida CEI 11-37.

4.5 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

In merito ai limiti dei campi elettrici e magnetici, a livello nazionale, saranno rispettati quelli indicati dal D.P.C.M. 8 Luglio 2003 - “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”. Maggiori dettagli saranno esposti nella specifica relazione allegata.

4.6 CRITERI DI COORDINAMENTO DELL'ISOLAMENTO

Le apparecchiature AT di stazione saranno progettate per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della rete a cui si collegano.

Le sovratensioni temporanee di prova sono:

sovratensione ad impulso atmosferico (1.2/50 μ s);

sovratensione ad impulso di manovra (250/2500 μ s);

sovratensione di breve durata a frequenza industriale (a secco o sotto pioggia).

4.7 LIVELLO DI CORTOCIRCUITO E CORRENTI DI GUASTO A TERRA

Gli impianti saranno progettati, costruiti ed installati in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito in conformità a quanto indicato nei paragrafi 3.1.4 e 3.2.6 della Norma CEI 11-1.

In prima istanza, per una prima calcolazione di massima, Si adottano detti parametri (da verificare e confermare/aggiornare nella documentazione progettuale esecutiva)

La durata nominale di corto circuito trifase prevista, è di 1 s.

Per il dimensionamento degli isolatori passanti, si terrà presente che la durata nominale di corto circuito prevista è di 2 s. (ved. tabelle allegate e art. 4.3 Norma CEI EN 60137).

Di seguito si riportano il valore previsto della corrente nominale di corto circuito trifase, in base ai quali saranno dimensionati i componenti. In aggiunta, in considerazione delle definizioni della Norma CEI 11-1 e considerando il tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s, si riportano di seguito i valori previsti per la corrente di guasto a terra.

Valore efficace della corrente di corto circuito	I_{cc}	31,5 kA
Valore efficace della corrente di guasto a terra	I_g	31,5 kA

5. CARATTERISTICHE PRINCIPALI APPARATI 132 KV

5.1 COLLEGAMENTI AT

L'intero quadro all'aperto alla tensione di 132 kV, da porre in opera come da schema elettrico allegato e completo di accessori misure ecc. previa progettazione esecutiva sarà completo di idonei isolatori portanti in porcellana per esterno, per tensione nominale di 170 kV e con tensione di tenuta ad impulso pari a 650 kV e della carpenteria metallica in acciaio zincato per il sostegno di:

- Scaricatori AT;
- Sezionatori AT;
- Interruttori AT;
- TA e TV;
- Isolatori portanti;
- Varie.

Le sbarre collettrici omnibus per il quadro di alta tensione a 150 kV all'aperto saranno in tubi di lega di alluminio, di diametro interno non inferiore a 86 mm e diametro esterno non inferiore a 100 mm, comunque dimensionate per una corrente termica nominale di 2500 A.

Tutte le sbarre saranno complete di morse, bulloneria e giunti di dilatazione termica.

In ogni caso, le apparecchiature da installare possiederanno caratteristiche conformi alle tabelle contenute nelle specifiche tecniche TERNA.

5.2 TRASFORMATORI DI POTENZA

Per la trasformazione 132/36kV si prevedono 2 trasformatori di potenza trifase isolati in olio, installato all'aperto le cui caratteristiche di prima ipotesi sono sotto elencate:

Caratteristiche costruttive

Tipo di servizio	continuo
Raffreddamento	ONAN/ONAF
Potenza nominale totale	100 MVA
Tensioni a vuoto	
Primario	132-10x1,2%
Secondario	36 kV
Frequenza	50 Hz

Connessione	Stella/triangolo
Gruppo di connessione	YNd11
Tensione di cortocircuito	12%

Isolamento

Tensione a impulso atmosferico:

Primario 650 kV

Neutro del primario 250 kV

Secondario 170 kV

Ognuno dei 2 trasformatori, a servizio della specifica sezione di impianto sottesa, sarà provvisto di regolazione di tensione sotto carico mediante regolatore collocato sull'avvolgimento primario.

Il raffreddamento si ottiene tramite radiatori e ventilatori azionati da termostato.

Il Trasformatore sarà conforme alle Prescrizioni delle Norme CEI 14-4, il nucleo sarà di tipo a tre colonne, gli avvolgimenti saranno realizzati in Rame elettrolitico, con spire isolate con carta di pura cellulosa, la regolazione di tensione avverrà tramite prese sull'avvolgimento AT, mediante commutatore sotto carico tripolare del tipo a resistori da inserire verso il centro stella.

Alla base del trasformatore sarà realizzato un sistema di raccolta dell'olio eventualmente fuoruscito dal trasformatore, con convogliamento in un pozzetto.

5.3 CAVO AT

Posto che sarà scopo del progetto esecutivo definire in maniera più dettagliata il dimensionamento ed il percorso dell'elettrodotto a 132 kV, in questo paragrafo verranno esposte brevemente le caratteristiche, conformazione e tipologia di posa dei cavi AT.

Il tratto utente in AT 132 kV, con origine dal sistema AT di parallelo delle 2 sezioni di elevazione MT/AT in progetto, è previsto in posa interrata per una lunghezza di diversi chilometri e dovrà essere capace di un carico pari a circa 1000 A.

Allo scopo, per il circuito citato, è stato dimensionato un cavo AT tipo:

ARE4H1H5E - 87/150kV 1x1600 mmq

- Cavo AT 150kV
- Unipolare

- Sezione 1600mmq

Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda compatta tamponata di cui alla norma CEI 20–29.

Tra il conduttore e l'isolante è interposto uno strato di semiconduttore estruso, con eventuale fasciatura semiconduttiva.

L'isolante è in polietilene reticolato (XLPE) rispondente alle HD 632 S1.

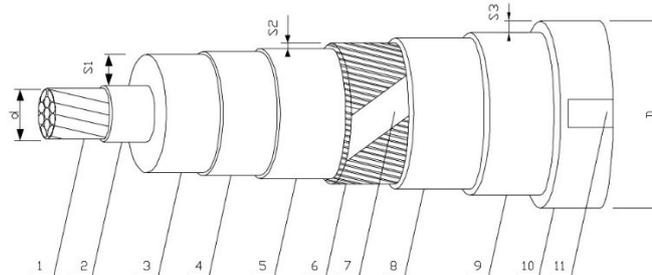
Tra l'isolante e lo schermo metallico è interposto uno strato di semiconduttore estruso che, a sua volta è coperto da un nastro igroespandente avente la funzione di tamponamento longitudinale all'acqua.

Lo schermo metallico esterno è costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale con nastro equalizzatore di rame non stagnato o in tubo di alluminio di adeguata sezione; è ammessa la presenza di eventuale nastro igroespandente.

Tra lo schermo metallico esterno (ovvero tra l'eventuale nastro igroespandente) e il rivestimento protettivo esterno c'è un nastro di alluminio longitudinale avente la funzione di tamponamento radiale all'acqua.

Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in polietilene (PE) nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa), rispondente alle norme HD 632 S1; per eventuali installazioni in aria, al fine di evitare il propagarsi della fiamma, il rivestimento è in guaina di PVC nera debolmente conduttiva (è ammesso l'uso di grafite o guaina semiconduttiva sovraestrusa).

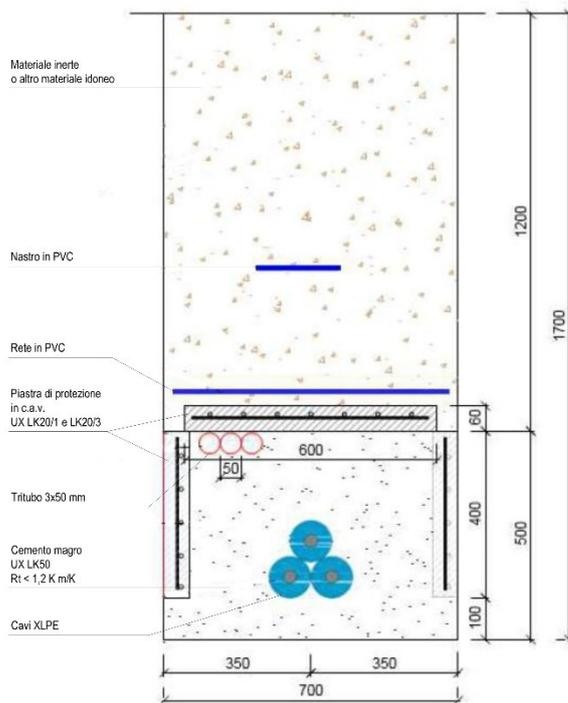
Cavi A.T. in alluminio con isolamento in polietilene reticolato
(XLPE) tipo ARE4H1H5E
38/72,5 - 76/132 - 87/150 kV



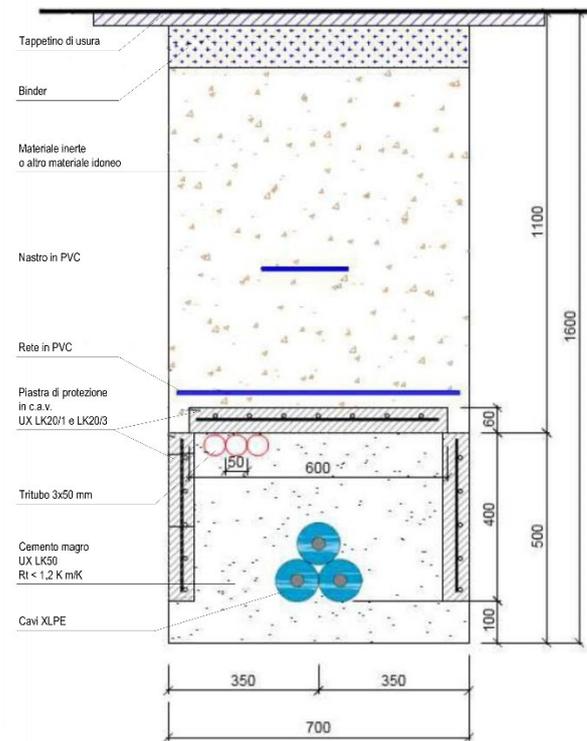
LEGENDA:

1. Conduttore
2. Strato semiconduttore
3. Isolante
4. Strato semiconduttore
5. Nastro igroespandente
6. Schermo a fili di rame
7. Nastro equalizzatore
8. Nastro igroespandente (eventuale)
9. Nastro di alluminio incollato a polietilene
10. Guaina termoplastica
11. Stampigliatura

Particolari di posa cavo AT



In terreno agricolo



Su sede stradale

6. CARATTERISTICHE PRINCIPALI APPARATI 36 KV

6.1 SISTEMA DI PROTEZIONE A CELLE

Da punto di vista della struttura, le celle saranno del tipo incapsulato metallico, isolamento in SF₆, per installazione all'interno.

Le caratteristiche strutturali di ogni cella sono analoghe, variando unicamente la apparecchiatura installata, compatibilmente alle necessità relative ad ogni servizio.

Oltre alle apparecchiature di potenza individuabili dallo schema elettrico allegato si dispone di 3 trasformatori di tensione nelle sbarre per poter realizzare misure di tensione e potenza.

Le caratteristiche elettriche dell'apparecchiatura descritta per ciascuna cella sono, secondo ipotesi di prima istanza, le seguenti:

INTERRUTTORI

Tensione massima	45 kV
Tensione a impulso atmosferico	170 kV
Intensità massime:	
Intensità di cortocircuito:	
Cella del trasformatore	31,5 kA
Celle di linea	31,5 kA
Isolamento in SF ₆	

TRASFORMATORI DI CORRENTE

Tensione massima	45 kV
Rapporti di trasformazione:	
Cella del trasformatore	1000-2000 / 5-5-5 A
Cella di linea (linee L1, L2, L3, L4)	250-500 / 5-5 A
Cella di linea (linee L5, L6)	400-800 / 5-5 A
Potenza e classi di precisione:	
Cella del trasformatore:	
Primo nucleo (misura)	15 VA; 0,5
Secondo nucleo (protezioni) 5 VA;	5P20
Terzo nucleo (protezioni) 15VA ;	5P20
Celle di linea:	
Primo nucleo (misura) 15 VA;	0,5

Secondo nucleo (protezioni) 5 VA; 5P20

TRASFORMATORI DI TENSIONE DELLE SBARRE

Tensione massima 45 kV
Rapporto di trasformazione 30.000: 3/100: 3/100:3 V
Potenza e classe di precisione:
Primo nucleo (misura) 100 VA; 0,5
Secondo nucleo (protezioni) 50 VA; 3P

SEZIONATORI TRIPOLARI

I sezionatori delle celle saranno tripolari con tre posizioni (sbarre, disinserito, messa a terra) con azionamento manuale e incastro meccanico ed elettrico con interruttore.

Tensione massima 45 kV
Tensione a impulso atmosferico (1.2/50µs) 170 kV
Corrente di cortocircuito 31,5 kA
Isolamento in SF6

6.2 CAVO MT

Gli aerogeneratori di ogni gruppo sono interconnessi tra loro con dorsali tripolari a tensione 36 kV con posa interrata.

Ognuna delle 10 dorsali generate da questa composizione viene direttamente connessa ad una cella predisposta del sistema MT della stazione di elevazione.

5 dorsali saranno connesse al sistema di celle della sezione di elevazione 1 e 5 dorsali saranno connesse al sistema di celle della sezione di elevazione 2.

Il carico massimo sulla dorsale ovviamente si ha solo nel tratto che collega tutti i generatori di gruppo alla sottostazione di elevazione.

Tale carico corrisponde ad una corrente massima di circa 450 A per i gruppi più grandi di aerogeneratori.

Allo scopo per i circuiti citati, in via preliminare uniformando tutti i tratti, è stato dimensionato un cavo tipo:

RG7H1M1 – 18/30kV 1x300 mmq

- Cavo MT 36 kV
- Unipolare
- Sezione di fase: 2x185mmq (dorsali 1 e 2); 2X150mmq (dorsale 10); 300 mmq (altre dorsali)

Il cavo individuato è adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze;

Particolarmente indicati nei luoghi con pericolo d'incendio, nei locali dove si concentrano apparecchiature, quadri e strumentazioni dove è fondamentale la loro salvaguardia.

Ammissa la posa interrata, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

Anima in conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

Semiconduttivo interno elastomerico estruso

Isolante in mescola speciale di gomma ad alto modulo

Semiconduttivo esterno elastomerico estruso pelabile a freddo

Schermatura a filo di rame rosso

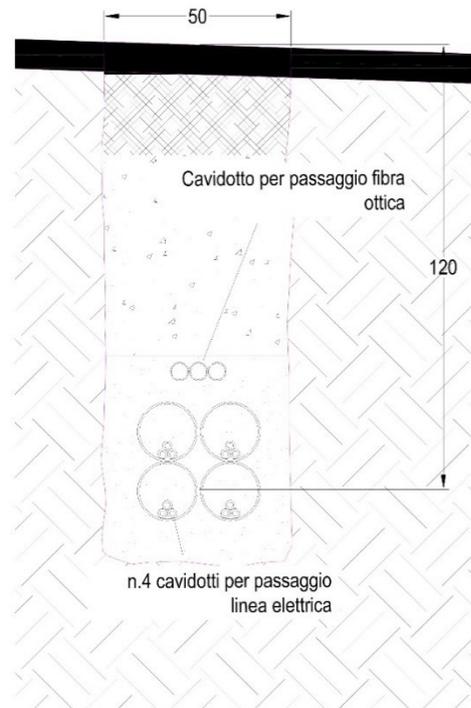
Guaina AFUMEX, colore rosso

Temperatura di sovraccarico massima 140 °C

Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300 °C: K=152

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante, per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della CEI 20-13

Particolari di posa cavo MT



7. SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari (SS.AA.) della sottostazione, per ognuna delle due sezioni di impianto indipendentemente ove possibile, verranno alimentati dai trasformatori servizi ausiliari che sono previsti nei locali celle prossimi ai trasformatori o, in alternativa, nel locale unico delle predisposto dell'edificio di controllo.

I servizi ausiliari, per ogni sezione di impianto, sono costituiti da due sistemi di tensione (c.a. e c.c.) necessari per il funzionamento della sottostazione.

Si installeranno sistemi di alimentazione in corrente alternata (e in corrente continua alimentato in cascata a quello generale in corrente alternata) per alimentare i distinti componenti di controllo, protezione e misura.

I servizi di corrente alternata e continua saranno alloggiati in diversi armadi destinati a realizzare le rispettive distribuzioni.

7.1 SERVIZI AUSILIARI IN C.A.

Per disporre di questi servizi, è prevista l'installazione, per ognuna delle 2 sezioni di impianto, di un trasformatore dedicato connesso al sistema MT della sottostazione con cella di protezione specifica le cui caratteristiche indicative sono le seguenti:

Trifase isolato in olio

Potenza nominale	250 kVA
Tensioni primaria	$36 \pm 2,5 \pm 5 + 7,5\%$ kV
Tensione secondaria (trifase con neutro)	0.23/0.4 kV
Connessioni	Triangolo/ Stella
Gruppo di connessione	Dyn 11

Le principali utenze in corrente alternata sono:

- Raddrizzatori;
- Illuminazione e f.m. privilegiata;
- Motori di manovra dei sezionatori;
- Motori per il comando degli interruttori;
- Raddrizzatori delle teletrasmissioni.

La sottostazione sarà inoltre predisposta per facilitare la connessione rapida, su ognuna delle due sezioni servizi di impianto, di un gruppo elettrogeno in caso di guasto del trasformatore servizi ausiliari o fuori servizio del trasformatore 132/36 kV per manutenzione o guasto.

Ciò sarà previsto per mezzo di un quadro di connessione rapida posto all'esterno dell'edificio di controllo specifico.

Il gruppo elettrogeno potrà anche essere presente in modo permanente con installazione in sottostazione e dovrà garantire la piena potenza servizi, con una potenza nominale quindi pari a 250 kVA.

L'inserzione del gruppo dovrà essere del tipo ad isola con quadro di commutazione automatica. La continuità di servizio delle apparecchiature sensibili dovrà essere garantita con idonei gruppi UPS on line locali.

7.2 SERVIZI AUSILIARI IN C.C.

L'alimentazione dei servizi in corrente continua, per ognuna delle due sezioni di impianto, sarà assicurata da un idoneo sistema raddrizzatore/batterie a 110 Vcc che sarà alimentato e mantenuto da un circuito dedicato del sistema ausiliari in CA.

Le caratteristiche del raddrizzatore e delle batterie verranno scelte durante la fase esecutiva.

Le apparecchiature alimentate alla tensione di 110 Vcc funzioneranno ininterrottamente. Il processo di carica delle batterie sarà gestito automaticamente, senza la necessità di alcun tipo di vigilanza o controllo, quindi più sicuro per il mantenimento di un servizio permanente.

Le apparecchiature saranno idonee a funzionare con temperature interne all'edificio comprese tra 10°C e 40°C.

In condizioni di normale funzionamento (corrente alternata dai servizi CA presente), il raddrizzatore fornirà sia la corrente di funzionamento degli ausiliari in corrente continua, sia la corrente di mantenimento o di carica necessaria per la batteria.

In assenza di corrente alternata di alimentazione, la batteria deve essere in grado di alimentare i circuiti ausiliari in corrente continua utilizzatori per il tempo prefissato.

8. OPERE CIVILI

Le opere civili previste in prima istanza per la costruzione della Sottostazione sono di seguito descritte.

8.1 APPIANAMENTO DEL TERRENO

I lavori riguardano l'intera area della sottostazione e consisteranno nell'eliminazione del mantello vegetale, scavo, riempimento e compattamento fino ad arrivare alla quota di appianamento prevista.

8.2 FONDAZIONI

Si realizzeranno le fondazioni necessarie alla stabilità delle apparecchiature esterne a 132 e 36 kV.

8.3 BASAMENTO E DEPOSITO DI OLIO PER IL TRASFORMATORE

Per l'installazione dei trasformatori di potenza si costruiranno idonei basamenti, ciascuno formato da fondazioni di appoggio, una vasca intorno alle fondazioni per la raccolta di olio che, durante un'eventuale fuoriuscita, canalizzerà l'olio in un deposito isolandolo.

8.4 DRENAGGIO DI ACQUA PLUVIALE

Il drenaggio di acqua pluviale sarà realizzato tramite una rete di raccolta formata da tubature drenanti che canalizzeranno l'acqua attraverso un collettore verso l'esterno, orientandosi verso le cunette vicine alla sottostazione.

8.5 CANALIZZAZIONI ELETTRICHE

Si costruiranno le canalizzazioni elettriche necessarie alla posa dei cavi di potenza e controllo.

Queste canalizzazioni saranno formate da solchi, archetti o tubi, per i quali passeranno i cavi di controllo necessari al corretto controllo e funzionamento dei distinti elementi dell'impianto.

8.6 ACCESO E VIALI INTERNI

Sarà progettato l'accesso alla Sottostazione dalla strada di accesso alla nuova sottostazione RTN. Si costruiranno i viali interni necessari a permettere l'accesso dei mezzi di trasporto e manutenzione richiesti per il montaggio e la manutenzione degli apparati della sottostazione.

8.7 CHIUSURA PERIMETRALE

La recinzione dell'area della sottostazione sarà indicativamente di tipo ventilato costituita da moduli di cemento prefabbricato alti 2,50 con aste superiori di altezza 1,70 m equispaziate ogni 0,20 - 0,25 m. L'altezza totale prevista della recinzione è di metri 2,50. Lo spessore della base dei moduli sarà di cm. 30.

L'accesso alla Sottostazione sarà costituito da cancelli completi di cerniere, serratura, ferramenta di manovra e chiusura e di cuscinetti a sfera da applicare su telai bassi per lo scorrimento del cancello su guide in ferro murate nel pavimento, i cancelli saranno zincato a caldo.

9. EDIFICIO DI CONTROLLO DELLA SOTTOSTAZIONE

Sarà composto da una sala celle predisposta per le celle di protezione qualora centralizzate (in alternativa saranno installate nelle cabine prossime ai due trasformatori, suddivise per sezione, assieme ai trasformatori servizi ausiliari), e le celle di controllo della sottostazione compresa la RTU (Remote Terminal Unit) per acquisire ed inviare i dati al Gestore di Rete (TERNA) quali ad esempio Direzione e Velocità del Vento, Potenza Attiva e Reattiva e posizione degli organi di manovra e protezione, e la UPDM.

Sarà inoltre presente un ufficio di controllo WTG, un magazzino, uno spogliatoio con servizi.

L'apparato di misura fiscale dell'energia prodotta verrà invece installato in un apposito locale con doppio ingresso per permettere l'accesso diretto dall'esterno attraverso la strada di accesso alla sottostazione.

Tale apparato potrà essere previsto per ognuna delle due sezioni di impianto qualora normativamente previsto.

10. SISTEMA DI CONTROLLO

Il Sistema di controllo della Sottostazione sarà indicativamente di tipo digitale e sarà costituito da una Unità di Controllo di Sottostazione disposta in un armadio chiamato di telecontrollo

Avremo tra l'altro:

- Unità di Controllo di Montante 132 kV corrispondenti ai trasformatori ed alla linea in uscita
- Unità di Controllo di Montante per le celle a 36 kV
- Unità di Controllo per l'acquisizione di dati dei servizi ausiliari.

Da ciascuna unità di controllo di montante e dei SSAA si potrà controllare e eventualmente agire localmente sugli apparati associati, e dalla unità di controllo di sottostazione si potrà appunto controllare tutta la sottostazione (tramite un PC standard connesso a tale unità), e disporre di informazioni relative a misure, allarmi e stato della sottostazione in generale.

Il sistema sarà compatibile con quanto previsto dalla Norma CEI 0-16 per il monitoraggio da remoto anche a cura del gestore di rete (CCI)

10.1. SISTEMI COMPLEMENTARI NEGLI EDIFICI

L'edificio di controllo della sottostazione sarà anche fornito dei seguenti impianti complementari:

- Sistema di allarme anti-fuoco..
- Sistema anti-incendio con mezzi manuali.
- Sistema di accolta dell'olio dei trasformatori, per la raccolta e successivo ritiro da parte di personale autorizzato).

10.2. SISTEMA DI RIFASAMENTO

In sede di progetto esecutivo si dovrà prevedere un sistema di rifasamento a compensazione dell'energia reattiva assorbita dall'impianto.

11. MESSA A TERRA

11.1. DESCRIZIONE

L'impianto di terra sarà rispondente alle prescrizioni della Norma vigente e in particolare alle prescrizioni della Guida CEI 11-37.

La maglia di terra sarà realizzata con conduttori di rame nudi di adeguata sezione, interrati ad una profondità di almeno 0,70 metri e comunque ad una profondità superiore a quella di riempimento previsto per la realizzazione della stazione.

L'impianto di terra sarà unico per tutta la sottostazione intendendo con ciò che l'impianto di terra dell'impianto per la connessione lato TERNA sarà collegato elettricamente all'impianto di terra dell'impianto di utenza.

11.2 MESSA A TERRA DI SERVIZIO

Si conetteranno direttamente a terra i seguenti elementi, che si considerano messa a terra di servizio:

- I neutri dei trasformatori di potenza e misura
- Le prese di terra dei sezionatori di messa a terra
- Le prese di terra degli scaricatori di sovratensione
- I cavi di terra delle linee aeree che entrano nella sottostazione.

11.3 MESSA A TERRA DI PROTEZIONE

Tutti gli elementi metallici dell'impianto saranno connessi alla rete di terra, rispettando le prescrizioni nella CEI 11-1 (paragrafo 9).

Si conetteranno a terra (protezione delle persone contro contatto diretto) tutte le parti metalliche normalmente non sottoposte a tensione, ma che possano esserlo in conseguenza di avaria, incidenti, sovratensione o tensione indotta.

Per questo motivo si conetteranno alla rete di terra, tra gli altri:

- Le carcasse di trasformatori, motori e altre macchine
- Le carpenterie degli armadi metallici (controllo e celle MT)
- Gli schermi metallici dei cavi MT
- Le tubature ed i conduttori metallici

-
- Le porte metalliche esterne dell'edificio
 - Le sbarre anti-intruso delle finestre
 - Le griglie esterne di ventilazione.

I cavi di messa a terra si fisseranno alla struttura e carcasse delle attrezzature con viti e graffe speciali di lega di rame.

Si utilizzeranno saldature ad alto potere di fusione per l'unione sotterranea, per resistere alla corrosione galvanica.

12 MISURA

12.1 MISURE DI ENERGIA (FISCALE)

L'energia esportata e importata del parco si misurerà nel punto di connessione con la rete del gestore. Si installerà inoltre un contatore ulteriore nella posizione di uscita della linea 132 kV dalla sottostazione.

La misura sarà effettuata tramite tre trasformatori di tensione esclusivamente dedicati e tre trasformatori di corrente (i secondari impiegati esclusivamente per la misura di fatturazione saranno di classe di precisione 0,2).

12.2 ULTERIORI APPARATI DI MISURA

Si disporrà delle seguenti misure nelle unità di controllo di montante, per ogni sezione di impianto e nel complessivo.

Montanti 132 kV:

Tensione (V), Corrente (A), Potenza attiva (W), Potenza reattiva (VAr), Frequenza (Hz), Fattore di potenza ($\cos \varphi$)

Celle 36 kV

Tensione (V), Corrente (A), Potenza attiva (W), Potenza reattiva (VAr), Frequenza (Hz), Fattore di potenza ($\cos \varphi$).