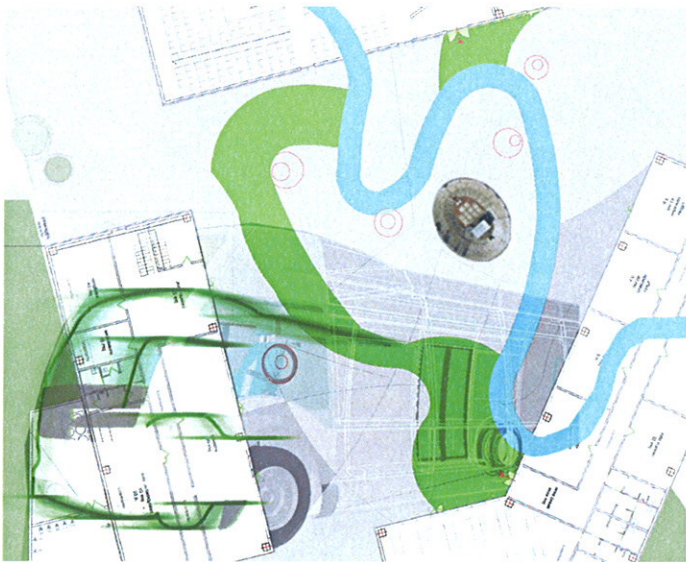


SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA,
L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B2 - PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTO :

INQUADRAMENTO GENERALE

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

CONCORRENTE
ATI:

SOVECO
COSTRUZIONI SPA

CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI
CCC

Società cooperativa
(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

APTS
Advanced Public
Transport Systems bv

ALPIQ
Alpiq InTec Verona S.p.A.

MAZZI
Impresa Generale Costruzioni
S.p.A.

Balfour Beatty
Rail

SCALA	-
RIF. N°	PDA0100DSQ2A.doc
ALLEGATO N°	PD A0100 DSQ2A

PROGETTAZIONE
COSTITUENDO R.T.P.:

TECNITAL
(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta

GIRPA

DIRETTORE TECNICO

Dott. Arch. Valentina Butterini

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	Dic. 2010	Emissione	Technital	Follesa	Tittarelli	Renso

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission. Unauthorized use will be prosecuted by law.

1. SOTTOSTAZIONI DI TRASFORMAZIONE E CONVERSIONE	4
1.1. ARCHITETTURA DELLE SSE	4
1.2. NORMATIVA TECNICA E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO	6
1.1.1 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO.....	6
1.3. CARATTERISTICHE ELETTRICHE E COSTRUTTIVE DELLE APPARECCHIATURE DI SSE.....	12
1.3.1. SEZIONE MEDIA TENSIONE (MT) - QMT	12
1.3.1.1. CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	12
1.3.1.2. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI	13
1.3.1.3. DATI COSTRUTTIVI DEI QUADRI	13
1.3.1.4. CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE	15
1.3.1.5. CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI MESSA A TERRA	16
1.3.1.6. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI OGNI UNITA' DEL QUADRO	16
1.3.1.7. DESCRIZIONE UNITA' FUNZIONALI E APPARECCHIATURE PRINCIPALI.....	17
1.3.1.8. PROVE	27
1.3.2. SEZIONE TRASFORMAZIONE.....	28
1.3.2.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI	28
1.3.2.2. CARATTERISTICHE FUNZIONALI.....	29
1.3.2.3. PROVE	30
1.3.3. SEZIONE CONVERSIONE, SEZIONAMENTO E ALIMENTATORI A 750VCC – Q750VCC	31
1.3.3.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI	31
1.3.3.2. DATI COSTRUTTIVI DEL QUADRO	32
1.3.3.3. CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI TERRA	33
1.3.3.4. CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE	34
1.3.3.5. DESCRIZIONE UNITA' FUNZIONALI E APPARECCHIATURE PRINCIPALI.....	35
1.3.3.6. PROVE	44
1.3.4. CARATTERISTICHE CAVI LATO TRAZIONE	45
1.3.4.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI CAVI	45
1.3.4.2. ACCESSORI.....	46
1.3.4.3. PROVE	47
1.3.5. SEZIONE SERVIZI AUSILIARI 400 / 230VCA E 110VCC – TRASFORMATORE	48
1.3.5.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI	48
1.3.5.2. PROVE	50
1.3.6. SEZIONE SERVIZI AUSILIARI 400 / 230VCA E 110VCC – QUADRO S.A.	51
1.3.6.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI	51
1.3.6.2. DATI costruttivi dei quadri	51
1.3.6.3. CARATTERISTICHE Delle CONNESSIONI ELETTRICHE	52
1.3.6.4. CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI MESSA A TERRA	54
1.3.6.5. PROVE	54
1.3.7. SEZIONE SERVIZI AUSILIARI 400 / 230VCA E 110VCC – QUADRO CARICABATTERIE E BATTERIE.....	55
1.3.7.1. DATI ELETTRICI e caratteristiche principali.....	55
1.3.7.2. DATI COSTRUTTIVI.....	57
1.3.7.3. CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE	57

1.3.7.4.	PROVE	58
1.4.	IMPIANTI A SERVIZIO DELLE SSE	59
1.4.1.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE SSE	59
1.4.2.	IMPIANTO FM DI SERVIZIO	60
1.4.3.	IMPIANTO DI DRENAGGIO DELLE ACQUE BIANCHE DI SENTINA PER LE SSE DI TIPO INTERRATO.....	60
1.4.4.	IMPIANTO DI VENTILAZIONE / ASPIRAZIONE	60
1.4.5.	IMPIANTO DI RIVELAZIONE FUMI ED ALLARME INCENDIO	61
1.4.6.	IMPIANTO DI RILEVAMENTO E SEGNALAZIONE PRESENZA ACQUA NEI CUNICOLI CAVI IN SSE.....	62
1.4.7.	IMPIANTO DI ALLARME INTRUSIONE	62
1.4.8.	IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA	63
2.	LINEA DI CONTATTO	64
2.1.	RIFERIMENTI NORMATIVI	64
2.1.1.	DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE	64
2.1.2.	REQUISITI DELLA LINEA DI CONTATTO	64
2.2.	QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	66
2.2.1.	GENERALITÀ	66
2.2.2.	PALI DI FONDAZIONE.....	66
2.2.3.	FONDAZIONI.....	66
2.2.4.	FILO DI CONTATTO	67
2.2.5.	MATERIALE DI SOSPENSIONE	67
2.2.6.	FUNI PORTANTI E DI ORMEGGIO	67
2.2.7.	COMPONENTI PER ASSIEME TRASVERSALE INOX E METODOLOGIA DI ASSEMBLAGGIO.....	68
2.2.8.	TERMINALI PER FUNI SINTETICHE E ANELLI DI POLIGONAZIONE.....	68
2.2.9.	COLLARI	68
2.2.10.	MENSOLE.....	68
2.2.11.	GANCI A MURO	68
2.2.12.	SOSPENSIONI.....	69
2.2.13.	ISOLATORI DI SEZIONE.....	69
2.2.14.	COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI	69
2.2.15.	SCAMBI ED INCROCI	70
2.3.	MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI DI POSA DELLA RETE AEREA	70
2.3.1.	PALI DISOSPENSIONE.....	70
2.3.2.	GANCI DI AMMARRO A PARETE	71
2.3.3.	SOSPENSIONI.....	71
2.3.4.	COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI	72
2.3.5.	POSA IN OPERA DEI FILI DI CONTATTO.....	72
2.4.	SEZIONAMENTI LUNGO LINEA E DI DEPOSITO.....	73
2.4.1.	DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI: QUADRO TIPO A E TIPO B	73
2.4.2.	DATI COSTRUTTIVI: QUADRI TIPO A E TIPO B.....	75

2.4.3.	CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI TERRA.....	75
2.4.4.	CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE	75
2.4.5.	DESCRIZIONE APPARECCHIATURE PRINCIPALI QUADRO TIPO A	76
2.4.6.	DESCRIZIONE APPARECCHIATURE PRINCIPALI QUADRO TIPO B	77
2.4.7.	PROVE.....	77

1. SOTTOSTAZIONI DI TRASFORMAZIONE E CONVERSIONE

La sezione elettrificata del sistema filoviario TPTF di Verone è alimentata a una tensione nominale di 750Vcc, da undici sottostazione più due sottostazioni aggiuntive dedicate per alimentare la futura estensione dell'elettrificazione verso il centro, ad esclusione delle parti più sensibili:

- Ponte della Vittoria, via Diaz, corso Cavour e corso Castelvechio
- corso di Porta Nuova, via degli alpini e via Pasubbio

La denominazione delle sottostazioni sarà la seguente, invece per il posizionamento sul tracciato, si veda le tavole del piano di elettrificazione:

S.S.E. 1 – Via Paganella

S.S.E. 2 – Via Confortini

S.S.E. 3 – Rondò della Corte, via Mefistofele

S.S.E. 4 – Via Passo Buole

S.S.E. 5 – Cà de Cozzi

S.S.E. 6 – Stadio, via Frà Giocondo

S.S.E. 7 – Piazza XXV Aprile

S.S.E. 8 – Fiera, via Scopoli

S.S.E. 9 – Largo Perlar

S.S.E.10 – Deposito

S.S.E. 11 – Via Bengasi

nella futura estensione della rete:

S.S.E. 12 – Piazza Pradaval

S.S.E. 13 – Via Barana

In ogni sottostazione saranno presenti due gruppi di conversione, ognuno dei quali sarà costituito da un trasformatore di potenza nominale 1250 kVA a due secondari 625-625 kVA, con rapporto di trasformazione 10/15($\pm 2 \times 2,5\%$)/0,59 kV e da un raddrizzatore a reazione dodecafase di potenza nominale 1000 kW con bobina interfase.

1.1. ARCHITETTURA DELLE SSE

Ad eccezione della S.S.E. 7, S.S.E. 12 e S.S.E. 13 che sono state analizzate e progettate per essere realizzate interrato, le altre saranno in superficie fuori terra.

Ogni sottostazione per poter fornire l'alimentazione a 750Vcc all'impianto filoviario, riceve a sua volta l'alimentazione in ingresso dalla rete elettrica di AGSM Verona in media tensione, pertanto in corrispondenza della sottostazione è stato previsto un punto di adduzione.

La planimetria con il layout di localizzazione delle apparecchiature nelle due tipologie sono riportate nel documento di dettaglio PD E0301 PL01A per la S.S.E. fuori Terra e PD E0302 PL01A per quella interrata.

Per consentire il passaggio dei cavi di connessione tra le varie apparecchiature all'interno del fabbricato e delle linee in partenza verso l'impianto di trazione sono stati previsti dei cunicoli di larghezza variabile, profondità 500mm, e copertura in grigliato tipo Keller, si rimanda per la visione dei percorsi al documento di dettaglio PD E0301 PL05A per la S.S.E. fuori Terra e PD E0302 PL05A per quella interrata.

Al fine di realizzare la separazione dei cavi di potenza da quelli dei circuiti ausiliari (bt e di comando/controllo apparecchiature), è stato previsto di posare sul fondo del cunicolo quelli di potenza e segregare all'interno di una passerella fissata alla parete i cavi ausiliari.

Nelle sottostazioni interrate per consentire la discesa dei cavi nel cunicolo dai due pozzetti posti in superficie, sono state previste due passerelle fissate a parete: la prima dedicata ai cavi di "arrivo alimentazione MT" e l'altra a quelli di "linea" verso l'impianto.

Nelle sottostazioni fuori terra per delimitare l'area è stata prevista una recinzione realizzata in pannelli scatolati di lamiera microforata verniciata color verde e l'accesso all'area sarà possibile attraverso un cancello scorrevole automatico di dimensioni idonei per l'ingresso di automezzi.

Entrambe le tipologie di sottostazione sono state strutturate in tre locali: "locale ingresso fornitura energia", "locale misure" e "locale apparecchiature".

Nel "locale ingresso fornitura energia" saranno installate le apparecchiature di manovra dell'ente fornitore e rappresenta il punto di consegna della fornitura in media tensione, nel "locale misure" sarà installato il gruppo di misura e l'accesso è consentito anche all'utente.

Nel "locale apparecchiature" riservato solo all'utente, verrà realizzato il processo di trasformazione dell'energia, per poter alimentare a 750Vcc l'impianto filoviario. Nel locale è possibile individuare le seguenti sezioni di impianto:

- **Sezione media tensione (MT)**
Quadro di MediaTensione - QMT;

- **Sezione trasformazione**
Trasformatore di potenza 1250kVA";

- **Sezione conversione, sezionamento e alimentatori a 750Vcc**
Quadro in corrente continua a 750Vcc;

- Quadro Servizi Ausiliari in ca/cc”.

Tutte le apparecchiature saranno idonee per essere installate e funzionare nelle seguenti condizioni ambientali:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| • Tipo di installazione | interno alla sottostazione |
| • Temperatura ambiente minima: | -5 °C |
| • Temperatura ambiente massima: | +50 °C |
| • Umidità: | ≤ 95 % |
| • Altitudine d'installazione: | ≤1000 m s.l.m. |

I quadri saranno rispondenti alla vigente legislazione antinfortunistica, in particolare per quanto riguarda le disposizioni del D.Lgs 09/04/2008 N. 81 e sue successive modificazioni ed integrazioni, quali il DLgs 106/09.

Le apparecchiature saranno conformi alle seguenti Norme:

Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione

Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV.

Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione.

Norma It. CEI EN 60265-1 - Classif. CEI 17-9/1 - CT 17 - Anno 2000 - Fascicolo 5528 Edizione Terza

Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per alta tensione

Parte 1: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV e inferiori a 52 kV.

Norma It. CEI EN 62271-102 - Classif. CEI 17-83 - CT 17 - Anno 2003 - Fascicolo 6932 Edizione Prima

Apparecchiatura ad alta tensione

Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione.

Norma It. CEI EN 61958 - Classif. CEI 17-79 - CT 17 - Anno 2002 - Fascicolo 6426 Edizione Prima

Apparecchiature di manovra e di comando prefabbricate ad alta tensione Indicatori di presenza di tensione.

Norma It. CEI EN 60282-1 - Classif. CEI 32-3 - CT 32 - Anno 2006 - Fascicolo 8150 Edizione Sesta

Fusibili a tensione superiore a 1000 V - Parte 1: Fusibili limitatori di corrente

Norma It. CEI EN 60044-1 - Classif. CEI 38-1 - CT 38 - Anno 2000 - Fascicolo 5706 Edizione Quarta

Trasformatori di misura - Parte 1: Trasformatori di corrente.

Norma It. CEI EN 60044-2 - Classif. CEI 38-2 - CT 38 - Anno 2001 - Fascicolo 6090 Edizione Quarta

Trasformatori di misura - Parte 2: Trasformatori di tensione induttivi.

Norma It. CEI EN 60044-7 - Classif. CEI 38-7 - CT 38 - Anno 2001 - Fascicolo 6277 Edizione Prima

Trasformatori di misura - Parte 7: Trasformatori di tensione elettronici.

Norma It. CEI EN 60044-8 - Classif. CEI 38-8 - CT 38 - Anno 2004 - Fascicolo 7334 Edizione Prima

Trasformatori di misura - Parte 8: Trasformatori di corrente elettronici.

Norma It. CEI EN 61000-6-2 - Classif. CEI 210-54 - CT 210 - Anno 2006 - Fascicolo 8506 C Edizione Terza

Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 6-2: Norme generiche – Immunità per gli ambienti industriali.

Norma It. CEI EN 61000-6-4 - Classif. CEI 210-66 - CT 210 - Anno 2002 - Fascicolo 6673 Edizione Prima

Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali.

Norma It. CEI EN 50123-1 - Classif. CEI 9-26/1 - CT 9 - Anno 2003 - Fascicolo 7036 Edizione Seconda

Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi –

Apparecchiatura a corrente continua - Parte 1: Generalità

Norma It. CEI EN 50123-3 - Classif. CEI 9-26/3 - CT 9 - Anno 2003 - Fascicolo 7057 Edizione Seconda

Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua

Parte 3: Sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per interno.

Norma It. CEI EN 50123-5 - Classif. CEI 9-26/5 - CT 9 - Anno 2003 - Fascicolo 7083 Edizione Seconda

Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua

Parte 5: Scaricatori e valvole di tensione per uso specifico in sistemi a corrente continua.

Norma It. CEI EN 50123-6 - Classif. CEI 9-26/6 - CT 9 - Anno 2003 - Fascicolo 7084 Edizione Seconda

Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua

Parte 6: Apparecchiatura preassemblata a corrente continua.

Norma In IEC 60146-1 - Anno 2009 – Edizione Quarta

Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters –

Part 1- 1: Specification of basic requirements

Norma In IEC 60146-1.2 - Anno 1991 – Edizione Terza

Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters –

Part 1-2: Application guide

Norma In IEC 60146-1.3 - Anno 1991 – Edizione Terza

Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters –

Part 1-3: Transformateurs et bobines d'inductance.

Norma In IEC 60146-2 - Anno 1999 – Edizione Seconda

Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters –

Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters.

Norma In IEC 60146-6 - Anno 1992 – Edizione Prima

Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters –

Part 6: Application guide for the protection of semiconductor convertors against overcurrent by fuses.

**Norma It. CEI EN 50329 - Classif. CEI 9-23 - CT 9 - Anno 2003 - Fascicolo 7123 Edizione Seconda+Corr
CLC:2006:**

Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Impianti fissi - Trasformatori di trazione.

Norma It. CEI EN 60076-1 - Classif. CEI 14-4/1 - CT 14 - Anno 1998 - Fascicolo 4712 Edizione Terza:
Trasformatori di potenza – Parte 1 Generalità.

Norma It. CEI EN 60076-2 - Classif. CEI 14-4/2 - CT 14 - Anno 1998 - Fascicolo 4713 Edizione Terza:
Trasformatori di potenza – Parte 2 Riscaldamento.

Norma It. CEI EN 60076-3 - Classif. CEI 14-4/3 - CT 14 - Anno 2002 - Fascicolo 6468 Edizione Terza:
Trasformatori di potenza – Parte 3 Livelli di isolamento, prove dielettriche e distanze di isolamento in aria.

Norma It. CEI EN 60076-5 - Classif. CEI 14-4/3 - CT 14 - Anno 2007 - Fascicolo 8875 Edizione Quarta:
Trasformatori di potenza – Parte 5 Capacità di tenuta la cortocircuito.

Norma It. CEI EN 60076-10 - Classif. CEI 14-4/10 - CT 14 - Anno 2002 - Fascicolo 6349 Edizione Prima:
Trasformatori di potenza – Parte 10 Determinazione dei livelli di rumore.

Norma It. CEI EN 60076-11 Classif. CEI 14-32 - CT 14 - Anno 2006 - Fascicolo 8135 Edizione Prima:
Trasformatori di potenza a secco.

Norma It. CEI EN 60071-1 - Classif. CEI 28-5 - CT 8/28 - Anno 2008 - Fascicolo 9375 Edizione Seconda:
Coordinamento dell'isolamento – Parte 1 Definizioni, principi e regole.

Norma It. CEI EN 60439-1 - Classif. CEI 17-13/1 - CT 17 - Anno 2000 - Fascicolo 5862 Edizione Quarta:
Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1:
Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo
(ANS).

Norma It. CEI 14-8 - CT 14 - Anno 1999 - Fascicolo 5069C Edizione Seconda:

Trasformatori di potenza a secco.

Norma It. CEI EN 60947-1 - Classif. CEI 17-44 - CT 17 - Anno 2005 - Fascicolo 7749 Edizione Quarta:

Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali.

Norma It. CEI 17-43 - Classif. CEI 17-43 - CT 17 - Anno 2000 - Fascicolo 5756 Edizione Seconda:

Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature
assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).

Norma It. CEI EN 60529 - Classif. CEI 70-1 - Anno 1997 - Fascicolo 3227 C -Edizione Seconda:

Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).

Norma It. CEI 20-20/1 - Classif. CEI 20-20 - CT 20 - Anno 2003 - Fascicolo 7162 Edizione Sesta:

Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Parte 1 prescrizioni
generali.

Norma It. CEI 20-22 - Classif. CEI 20-22 - CT 20:

Prove d'incendio su cavi elettrici.

Norma It. Classif. CEI 22-2 - CT 22 - Anno 1998 - Fascicolo 3807R Edizione Prima

Convertitori elettronici di potenza a semiconduttori per applicazioni industriali e di trazione.

Norma It. Classif. CEI 22-3 - CT 22 - Anno 1998 - Fascicolo 3808I Edizione Prima

Alimentatori stabilizzati con uscita in corrente continua - Parte 1: Termini e definizioni.

Norma It. Classif. CEI 22-4 - CT 22 - Anno 1997 - Fascicolo 3468R Edizione Seconda

Alimentatori stabilizzati con uscita in corrente continua - Parte 2: Valori assegnati e prestazioni.

Norma It. Classif. CEI 22-5 - CT 22 - Anno 1998 - Fascicolo 3809R Edizione Prima

Alimentatori stabilizzati con uscita in corrente continua

Parte IV: Prove diverse da quelle concernenti i radiodisturbi.

Norma It. Classif. CEI 22-7 - CT 22- Anno 1997 - Fascicolo 3460R Edizione Prima

Convertitori a semiconduttori - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea
Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali.

Norma It. Classif. CEI 22-11 - CT 22- Anno 1997 - Fascicolo 4113 Edizione Prima

Dispositivi di alimentazione a bassa tensione con uscita in corrente continua
Caratteristiche di prestazione e requisiti di sicurezza.

Norma It. Classif. CEI 94-4 - CT 94- Anno 2008 - Fascicolo 9557 E Edizione Terza

Relè elementari elettromeccanici
Parte 1: Prescrizioni generali.

DIN 41773

Prescrizioni per la ricarica delle batterie.

Norme VDE 0875

Norma CEI 20-13, edizione Quarta, 1999-05:

Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1kV a 30kV.

Norma CEI 20-29, edizione Terza, 2005-10:

Conduttori per cavi isolati.

CEI 0-16 Ed.II 2008-07 e CEI 0-16; V2, 2009-04:

Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

1.3. CARATTERISTICHE ELETTRICHE E COSTRUTTIVE DELLE APPARECCHIATURE DI SSE

1.3.1. SEZIONE MEDIA TENSIONE (MT) - QMT

La sezione MT è costituita dal quadro di Media Tensione QMT, che sarà installato all'interno delle sottostazioni che alimentano la linea filoviaria TPTF di Verona.

Essi saranno di tipo "protetto", composti da pannelli prefabbricati di tipo modulare, affiancabili e addossabili a parete, per installazione da interno.

Composizione degli scomparti (organi di manovra):

	Interruttore in SF6	Sez. rotativo (3 pos.)	Sez. terra	Fusibile
UAC "unità arrivo cavi con interruttore di manovra sezionatore"	-	1(int. di man-sez. sottocarico)	-	-
DG unità "Dispositivo Generale"	1	-	-	-
ULT1 unità "Linea Trafo 1"	1	1	1	-
ULT2 unità "Linea Trafo 2"	1	1	1	-
ULTI unità "Trafo con interruttore di manovra-sezionatore"	-	1(int. di man-sez. sottocarico)	1	1

1.3.1.1. CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Il quadro sarà alimentato da un sistema avente le seguenti caratteristiche:

• Sistema	Trifase
• Frequenza nominale	Hz 50
• Stato del neutro:	Isolato / compensato
• Tensione d'esercizio	kV 10
• Tensione di riferimento per l'isolamento	kV 24
• Potere di interruzione interruttore generale (richiesta dall'ente fornitore)	kA 12,5 kA
• Potere di chiusura nominale	kA 31,5 kA

Carichi di normale funzionamento:

ULT1 – ULT2 unità funzionale

“Alimentazione trasformatore di potenza”	kVA	1250
ULTI unità funzionale		
“Alimentazione Trasformatore dei S.A.”	kVA	30

1.3.1.2. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI

• Tensione nominale	kV	24
• Tensione di esercizio	kV	10
• Numero fasi		3
• Frequenza nominale	Hz	50
• Livelli di isolam. (nom/Fl/Imp. 1,2/50μs) kV		24/50/125
• Corrente nominale sbarre principali	A	630
• Corrente ammissibile di breve durata	kA	16 kA
• Durata nominale del cto.cto.	s	1
• Corrente ammissibile di cresta	kA	40
• Tensione aux comandi e segnalazioni	Vcc	110 (+10,-15%) -- sistema flottante verso terra
• Tensione aux x anticondensa	Vca	230 -- sistema TN-S
• Isolamento verso massa c.aux	kV	2 (1 min)
• Classificazione IAC		AFLR

Il quadro dovrà essere garantito per la tenuta all'arco interno

• Corrente di tenuta all'arco interno (CEI-EN 62271-200 Allegato A)	kA (1s)	16
--	---------	----

1.3.1.3. DATI COSTRUTTIVI DEI QUADRI

Costruzione:

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni mentre sulla base della struttura portante dovranno essere previste le forature per il fissaggio al basamento di ogni unità.

L'involucro metallico di ogni unità comprenderà:

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali;
- un eventuale pannello di chiusura della cella sbarre smontabile e fissato con viti; - un pannello di copertura della cella sbarre smontabile dall'interno;
- una porta o un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature. Tale porta

o pannello dovrà essere interbloccata con le apparecchiature interne. Dovrà anche essere previsto anche un oblò atto a consentire dall'esterno l'ispezione delle apparecchiature.

- golfari di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità.
- le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere saldate, rivettate od imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno.

Inoltre, sui lati tra due unità contigue ci sarà una lamiera di separazione.

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

In particolare saranno previsti almeno i seguenti interblocchi:

- blocco a chiave tra l'eventuale interruttore e sezionatore di linea;
- blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra;
- blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella o pannello di accesso.

Grado di protezione IP

Il grado di protezione del quadro sarà IP30 sull'involucro esterno e IP20 sulle parti interne, a porte aperte.

La cella strumenti B.T. avrà grado di protezione IP30.

Telaio

Le unità, realizzate in esecuzione protetta adatta per installazione all'interno, saranno di tipo normalizzato, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in modo da permettere l'assemblaggio di un quadro ed eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro stesso.

A tale proposito, le unità esterne saranno chiuse sui lati con pannelli di lamiera facilmente asportabili per consentire l'eventuale successivo ampliamento.

L'involucro metallico sarà realizzato a struttura portante opportunamente rinforzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Verniciatura

Tutta la struttura metallica delle unità, salvo le parti in lamiera elettrozincata sarà opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura, secondo il seguente ciclo:

- fosfosgrassatura
- passivazione cromica

- verniciatura industriale a forno con cielo a polvere

Lo spessore minimo della finitura sarà di 50 µm.

L'aspetto delle superfici sarà semilucido, bucciato e del colore indicato dalla D.L.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso saranno protetti mediante zincatura elettrolitica.

1.3.1.4. CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE

Gli apparecchi di BT, come relè di protezione di tipo indiretto e strumenti di misura, dovranno essere adatti per il montaggio incassato e muniti di guarnizione per renderli a tenuta di polvere.

Tutti i conduttori dei circuiti relativi all'apparecchiatura contenuta nei quadri saranno attestati a morsettiere componibili numerate. Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e non igroscopico. Il serraggio dei terminali nel morsetto sarà del tipo antivibrante su entrambi i lati del morsetto.

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione saranno in materiale organico o porcellana per tensione nominale di 24 kV.

I morsetti di consegna dei circuiti amperometrici saranno di tipo cortocircuitabile/sezionabile completi di boccole per l'inserzione provvisoria di strumenti di prova. I morsetti di consegna dei circuiti voltmetrici saranno sezionabili a coltellino isolato e muniti di attacchi per derivazione provvisoria di strumenti di prova.

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

Sarà previsto un numero di morsetti aggiuntivi di numero pari al 10% dei morsetti utilizzati.

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante la fiamma, del tipo NO7V-K per le linee di terra ed equipotenziali, N1VV-K e N1VC4V-K per energia, comandi e segnalazioni, secondo le norme CEI 20-22, di sezione minima 1,5 mmq (escluso interruttori per cui è ammessa una sezione di 1 mmq per propri circuiti ausiliari).

Tutti i circuiti, che attraversano le zone di media tensione, 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 contrassegnate come da schemi elettrici.

Ciascuna parte terminale dei conduttori sarà provvista di adatti puntalini preisolati.

Accessori da prevedere per ciascuna unità funzionale:

- Partitore capacitivo tripolare per presenza tensione.
- Scaldiglia e illuminazione interna, opportunamente dimensionati, con termostato per ogni scomparto.
- Gli stati e gli allarmi saranno disponibili su unica morsettiera
- Verranno previsti 4 morsetti (due disponibili entra-esce) per ciascun circuito di alimentazione: comandi, motori, scaldiglie e illuminazione
- La polarizzazione per i comandi da remoto (presa a valle del relativo MCB) sarà resa disponibile a morsettiera per ogni unità funzionale
- Per ciascuna apparecchiatura motorizzata verranno presi da morsettiera i comandi (provenienti da remoto) di apertura/chiusura.
- Sul fronte quadro sarà riportato un mimico dello schema unifilare dell'unità funzionale
- Targhetta in PVC bianche con incisioni in nero con sigla unità
- Targhette per tutte le segnalazioni e i manipolatori presenti a fronte quadro
- Cartelli monitori e targhe di sequenza manovre pantografati

1.3.1.5. CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI MESSA A TERRA

L'impianto di terra sarà realizzato con una barra di terra in rame che dovrà percorrere solidamente imbullonata la struttura metallica. Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria saranno francamente collegati fra loro mediante saldatura oppure viti speciali, per garantire un buon contatto elettrico fra le parti. Le porte saranno collegate alla struttura metallica tramite trecce flessibili in rame, aventi sezione minima di 16mmq.

La messa a terra del telaio degli apparecchi di media tensione, sarà assicurata da collegamento al circuito di terra. Tutti i componenti principali saranno collegati a terra. Verranno previsti due collegamenti di messa a terra, poste alle estremità del quadro, all'impianto collettore equipotenziale della cabina.

1.3.1.6. CARATTERISTICHE PRINCIPALI DI OGNI UNITA' DEL QUADRO

Ciascuna unità sarà costituita da una combinazione delle seguenti celle:

Cella utenza e terminali cavi

La cella utenza e terminali cavi sarà sistemata nella parte inferiore frontale dell'unità con accessibilità tramite porta o pannello asportabile e messa a terra.

La cella potrà contenere una combinazione delle seguenti apparecchiature:

- un interruttore del tipo ad interruzione in SF6 completo di accessori;
- un interruttore di manovra-sezionatore;
- un sezionatore di linea;
- un sezionatore tripolare di terra;
- terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali dei cavi;
- attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- trasformatori di misura TA e TV;
- attacco connettore circuiti ausiliari e canalina riporto circuiti ausiliari in cella B.T.;
- comando e leverismi dei sezionatori;
- sbarra colletttrice di terra posizionata sul fondo della unità.

Cella sbarre

La cella sbarre si troverà nella parte superiore dell'unità e conterrà montato su isolatori solidali alla struttura il sistema di sbarre principali in rame. Le sbarre non inguainate garantiranno la tenuta d'isolamento senza alcun rivestimento addizionale, ma semplicemente in aria; inoltre passeranno da un'unità all'altra senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

La cella sbarre sarà segregata metallicamente da quella delle apparecchiature per mezzo di un sezionatore o di un interruttore di manovra-sezionatore al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza. Dopo l'apertura della porta della cella apparecchiature sarà assicurato il grado di protezione IP20 verso la cella sbarre e verso le unità adiacenti.

Cella strumenti e/o circuiti bassa tensione

La cella strumenti e/o circuiti bassa tensione sarà posizionata sulla parte superiore frontale dell'unità, sopra la cella utenza e terminali cavi, e sarà corredata di una portella incernierata con serratura a chiave e di morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno. Entro tale cella troveranno alloggio anche gli interruttori di protezione dei circuiti ausiliari.

Sulla portella saranno ubicate, incassate, le apparecchiature di comando segnalazione e misura corredate di relative targhette indicatrici o i fori di predisposizione di apparecchiature oggetto di altre forniture.

L'accesso a tale cella sarà possibile anche con l'unità in tensione.

1.3.1.7. DESCRIZIONE UNITA' FUNZIONALI E APPARECCHIATURE PRINCIPALI

UNITA' ARRIVO CAVI (UAC)

Compartimenti:

- Cavi

- Sbarre
- Interruttore
- Ausiliari

Apparecchiature principali:

Descrizione	Qtà	Tipo
Interruttore di manovra/sez. sottocarico 24kV – 630A – 16kA a tre posizioni (chiuso – aperto – chiuso su terra)	1	com. manuale

Segnalazioni e strumenti di misura:

A fronte quadro, 3 lampade dal partitore capacitivo

Interblocchi di sicurezza per Interruttore di manovra/sez:

Chiave di blocco per interblocco con posizione di terra, libera a interruttore di monavra/sez non chiuso su terra (chiave diversa).

Interblocco meccanico con portella apribile a interruttore di monavra/sez nella posizione di chiuso su terra.

Chiave manutenzione, libera a interruttore di monavra/sez nella posizione di chiuso su terra (chiave diversa).

Misure:

Saranno previsti tutti i riduttori, di tipo tradizionale (TA toroidale per passaggio cavi del tipo RG7H1R 3x(1x95mmq)) o innovativo, necessari per implementare le funzioni di protezione previste e con esse coordinati.

Segnalazioni e strumenti di misura:

A fronte quadro, 3 lampade dal partitore capacitivo.

UNITA' DISPOSITIVO GENERALE E MISURE (DG)

Compartimenti:

- Interruttore
- Sbarre
- Ausiliari

Apparecchiature principali:

Descrizione	Qtà	Tipo
Interruttore tripol. 24kV – 630A – 16 kA	1	Motorizzato, rimuovibile e sezionabile su carrello

Comando:

Selettore Locale/Distanza con reciproco taglio dei comandi dell'interruttore (ap. in locale sempre possibile)

Il manipolatore di comando di bordo dell'interruttore sarà disponibile sul fronte quadro. Manuale a manovella a manovra dipendente (sezionatore rotativo 3 posizioni)

Controlli:

Posizione del selettore LD con 2 contatti AP disponibili (uno nella posizione di locale e uno nella posizione distanza)

Pulsanti di apertura e chiusura interruttore

Misure:

Saranno previsti tutti i riduttori, di tipo tradizionale (TA con isolamento in resina) o innovativo, necessari per implementare le funzioni di protezione previste e con esse coordinati: rapporto 100-200/5/5A

Dispositivi di protezione:

Relé elettronico a microprocessore dotato di porta di comunicazione seriale con protocollo di comunicazione aperto verso qualsiasi sistema di gestione di livello superiore.

Tale apparato, dotato di display alfanumerico e tastiera, consentirà la visualizzazione e l'eventuale trasmissione delle seguenti misure/grandezze/segnali:

- corrente di fase e di terra;
- tensione di fase e di terra e frequenza;
- potenza attiva e reattiva e fattore di potenza;
- energia attiva e reattiva;
- correnti di apertura;
- numero di manovre, ore di operazione;
- segnalazione aperto/chiuso interruttore, aperto/chiuso sezionatore di terra, molle cariche, mancanza aux.;

Saranno, inoltre, assicurare le seguenti protezioni tarabili in sensibilità e tempo:

- massima corrente di fase (50, 51);
- blocco;
- massima corrente omopolare (50N, 51N) ed eventuale 67N;
- minima e massima frequenza;
- minima tensione (27), massima tensione omopolare (Uo) 59N;
- direzione energia (W>).

Sarà prevista la bobina di minima tensione ritardabile, con dispositivo di aggancio meccanico, fino ad un massimo di 30s.

Segnalazioni e strumenti di misura:

A fronte quadro, 3 lampade dal partitore capacitivo

Interblocchi di sicurezza per interruttore:

Chiave di blocco per interblocco manovra, libera a int. aperto (chiave diversa)

Nella presente unità deve essere previsto la sezione misure:

- Trasformatore di tensione (TV)

Misure:

Saranno previsti tutti i riduttori, di tipo tradizionale (TV con isolamento in resina) necessari per implementare le funzioni di protezione e le misure previste e con esse coordinati: rapporto $10000:\sqrt{3}/100:\sqrt{3}/100:3$.

Segnalazioni e strumenti di misura:

A fronte quadro voltmetro elettromagnetico con scala a 90°, inserzione su TV, completo di commutatore.

Accessori:

Resistenza anti-ferrorisonanza su secondario a triangolo aperto TV

UNITA' LINEA TRAF0 1 (ULT1)

Compartimenti:

- Interruttore
- Sbarre
- Ausiliari

Apparecchiature principali:

Descrizione	Qtà	Tipo
Interruttore tripol. 24kV – 630A – 16 kA	1	Motorizzato, rimovibile e sezionabile su carrello
Sezionatore tripol. rotativo 24kV – 630A – 16 kA	1	com. manuale
Sezionatore tripol. di terra 24kV – 16 kA	1	com. manuale

Comando:

Selettore Locale/Distanza con reciproco taglio dei comandi dell'interruttore (ap. in locale sempre possibile)

Il manipolatore di comando di bordo dell'interruttore saranno disponibili sul fronte quadro.

Controlli:

Posizione del selettore LD con 2 contatti AP disponibili (uno nella posizione di locale e uno nella posizione distanza).

Pulsanti di apertura e chiusura interruttore.

Misure:

Saranno previsti tutti i riduttori, di tipo tradizionale (TA con isolamento in resina) o innovativo, necessari per implementare le funzioni di protezione previste e con esse coordinati: rapporto rapporto 50/5/5 A - 15 VA C.I 0,5 Fs=10 / 7,5 VA Cl. 5P FI=10

Sarà previsto un trasformatore di corrente toroidale per i cavi in uscita per il rilevamento di guasto a terra con rapporto 50/5 A.

Dispositivi di protezione:

Relé elettronico a microprocessore dotato di display alfanumerico e tastiera per assicurare le seguenti protezioni tarabili in sensibilità e tempo:

- protezione 50-51-50N-51N

Sarà consentita anche la visualizzazione delle seguenti misure:

- correnti di fase;
- correnti medie;
- correnti di apertura;

Relè di blocco con tempo di intervento < 8 ms

Segnalazioni e strumenti di misura:

A fronte quadro, 3 lampade dal partitore capacitivo

Interblocchi di sicurezza per interruttore:

Chiave di blocco per interblocco manovra con sez. rotativo, libera a int. aperto (chiave diversa)

Interblocchi di sicurezza per sezionatore rotativo:

Interblocco meccanico con sezionatore di terra

Chiave di blocco per interblocco manovra con interruttore, libera a sez. chiuso (chiave diversa)

Chiave di blocco per interblocco interruttore, libera a sez. aperto (chiave diversa)

Interblocchi di sicurezza per sezionatore di terra:

Interblocco meccanico con portella

Interblocco meccanico con sezionatore rotativo di sbarra.

Chiave manutenzione, libera a sez. chiuso (chiave diversa)

Chiave di blocco per interblocco manovra con sez. rotativo, libera a sez. aperto (chiave diversa)

UNITA' LINEA TRAF0 2 (ULT2)

Compartimenti:

- Interruttore
- Sbarre
- Ausiliari

Apparecchiature principali

Descrizione	Qtà	Tipo
Interruttore tripol. 24kV – 630A – 16 kA	1	Motorizzato, rimovibile e sezionabile su carrello
Sezionatore tripol. rotativo 24kV – 630A – 16 kA	1	com. manuale
Sezionatore tripol. di terra 24kV – 16 kA	1	com. manuale

Comando:

Selettore Locale/Distanza con reciproco taglio dei comandi dell'interruttore (ap. in locale sempre possibile)

Il manipolatore di comando di bordo dell'interruttore saranno disponibili sul fronte quadro.

Controlli:

Posizione del selettore LD con 2 contatti AP disponibili (uno nella posizione di locale e uno nella posizione distanza).

Pulsanti di apertura e chiusura interruttore.

Misure:

Saranno previsti tutti i riduttori, di tipo tradizionale (TA con isolamento in resina) o innovativo, necessari per implementare le funzioni di protezione previste e con esse coordinati: rapporto rapporto 50/5/5 A - 15 VA C.I 0,5 Fs=10 / 7,5 VA Cl. 5P FI=10

Sarà previsto un trasformatore di corrente toroidale per i cavi in uscita per il rilevamento di guasto a terra con rapporto 50/5 A.

Dispositivi di protezione:

Relé elettronico a microprocessore dotato di display alfanumerico e tastiera per assicurare le seguenti protezioni tarabili in sensibilità e tempo:

- protezione 50-51-50N-51N

Sarà consentita anche la visualizzazione delle seguenti misure:

- correnti di fase;
- correnti medie;
- correnti di apertura;

Relè di blocco con tempo di intervento < 8 ms

Segnalazioni e strumenti di misura:

A fronte quadro, 3 lampade dal partitore capacitivo

Interblocchi di sicurezza per interruttore:

Chiave di blocco per interblocco manovra con sez. rotativo, libera a int. aperto (chiave diversa)

Interblocchi di sicurezza per sezionatore rotativo:

Interblocco meccanico con sezionatore di terra

Chiave di blocco per interblocco manovra con interruttore, libera a sez. chiuso (chiave diversa)

Chiave di blocco per interblocco interruttore, libera a sez. aperto (chiave diversa)

Interblocchi di sicurezza per sezionatore di terra:

Interblocco meccanico con portella

Interblocco meccanico con sezionatore rotativo di sbarra.

Chiave manutenzione, libera a sez. chiuso (chiave diversa)

Chiave di blocco per interblocco manovra con sez. rotativo, libera a sez. aperto (chiave diversa)

UNITA' LINEA TRAFI CON INTERRUTTORE DI MANOVRA-SEZIONATORI E FUSIBILI (ULTI)

Compartimenti:

- Fusibile
- Sbarre
- Ausiliari

Apparecchiature principali:

Descrizione	Qtà	Tipo
Fusibile 24kV per trafo 30 kVA	1	Con base porta fusibile
Sezionatore tripol. di terra 24kV – 16kA	1	com. manuale
Interruttore di manovra/sez. sottocarico 24kV – 630A – 16kA	1	com. manuale

Segnalazioni e strumenti di misura:

A fronte quadro, 3 lampade dal partitore capacitivo

Interblocchi di sicurezza per Interruttore di manovra/sez:

Interblocco meccanico con sezionatore di terra.

Chiave di blocco per interblocco sez. terra, libera a sez. aperto (chiave diversa)

Interblocchi di sicurezza per sezionatore di terra:

Interblocco meccanico con portella apribile a sezionatore di terra chiuso.

Interblocco meccanico con interruttore di monavra/sez.

Chiave manutenzione, libera a sez. chiuso (chiave diversa)

APPARECCHIATURE PRINCIPALI

INTERRUTTORE TRIPOLARE 24kV -630A -16KA

Tipo di interruzione	SF6
Esecuzione	Motorizzato, asportabile, sbullonabile, montato su carrello con ruote (circuiti ausiliari collegati alla morsettiera con connettore)
Tensione nominale	24 kV
Corrente nominale	630 A
Corrente nominale ammissibile di breve durata	16 kA
Durata c.to c.to nominale	1 s
Corrente nominale ammissibile di picco	40 kA

Comando:

A motore a sgancio libero e manovra indipendente ad accumulo di energia (con motoriduttore)

Manuale d'emergenza a manovra indipendente

Sganciatore di apertura

Sganciatore di chiusura

Sganciatore di minima tensione su interruttore dello scomparto "Dispositivo Generale (DG)"

Controlli:

Contatti ausiliari: 4NA+ 4NC disponibili a morsettiera

Indicatore meccanico di posizione

Contamanovre meccanico

Dispositivo antipompaggio

Dispositivi di protezione:

MCB prot. Motoriduttore

MCB prot. Circuiti ausiliari 230Vac

MCB prot. Circuiti ausiliari 110Vcc

Dispositivi di diagnostica e allarmi:

Conta manovre

Contatto molle cariche temporizzato

Il comando meccanico dell'interruttore sarà testato dal costruttore per 10.000 manovre sia a vuoto sia alla corrente nominale.

Una manutenzione periodica d'ingrassaggio del comando sarà tollerata a partire da 5000 manovre o ogni 5 anni.

Gli interruttori potranno assumere le due seguenti posizioni:

inserito: circuiti principali M.T. e circuiti ausiliari B.T. collegati;

estratto: circuiti ausiliari e principali disinseriti, interruttore completamente fuori dalla cella. Se il sezionatore di terra a aperto, non sarà possibile accedere alla cella dell'interruttore (portella o pannello di chiusura bloccati).

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura a dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le Norme CEI 17-1 e IEC 56.

INTERRUTTORE DI MANOVRA/SEZIONATORE TRIPOLARE 24 Kv- 630A-16kA

Tipo di interruzione	SF6
Esecuzione	Rotativo
Tensione nominale	24 kV
Corrente nominale	630 A
Corrente nominale ammissibile di breve durata	16 kA
Durata c.to c.to nominale	1 s
Corrente nominale ammissibile di picco	40 kA

Comando:

Manuale a manovella a manovra dipendente

Sganciatore di apertura azionato dall'intervento anche di un solo fusibile con segnalazione elettrica (micro 2NA + 2NC)

Controlli:

Contatti ausiliari 4NA+ 4NC disponibili a morsettiera

L'interruttore di manovra/sezionatore sarà azionabile mediante una leva asportabile con senso di movimento, per l'esecuzione delle manovre, conforme alle Norme CEI 16-5. Le manovre si dovranno effettuare applicando agli apparecchi un momento non superiore ai 200 Nm.

SEZIONATORE TRIPOLARE ROTATIVO 24kV-630A-16kA

Tipo di isolamento	SF6
Esecuzione	Rotativo
Tensione nominale	24 kV
Corrente nominale	630 A
Corrente nominale ammissibile di breve durata	16 kA
Durata c.to c.to nominale	1 s
Corrente nominale ammissibile di picco	40 kA

Comando:

Manuale a manovella a manovra dipendente

Controlli:

Contatti ausiliari sezionatore di linea 4NA+ 4NC disponibili a morsettiera

Il sezionatore di linea sarà azionabile mediante una leva asportabile con senso di movimento, per l'esecuzione delle manovre, conforme alle Norme CEI 16-5. Le manovre saranno effettuate applicando agli apparecchi un momento non superiore ai 200 Nm.

SEZIONATORE TRIPOLARE DI TERRA 24 kV -16kA

Tipo di isolamento	aria
Esecuzione	Rotativo
Tensione nominale	24 kV
Corrente nominale ammissibile di breve durata	16 kA
Durata c.to c.to nominale	1 s
Corrente nominale ammissibile di picco	40 kA

Comando:

Manuale a manovra dipendente interbloccato meccanicamente con il sez. di sbarra.

Controlli:

Contatti ausiliari sezionatore di terra 2NA + 2 NC disponibili a morsettiera

FUSIBILE 24 kV

Tensione nominale	24 kV
Potenza trasformatore alimentato	30 kVA

Controlli:

Contatti ausiliari fusibile intervenuto 2 NA (1 disponibile a morsettiera + 1 per apertura int. di manovra/sezionatore)

RELE' DI PROTEZIONE 50-51-50N-51N per DG

Tensione di alimentazione	110 (+10,-15%) Vcc
Funzioni implementate (codice ANSI)	50, 51, 50N, 51N,
Ingressi Amperometrici di fase (5 A)	3
Ingressi Amperometrici di terra (5 A)	1
Porta di comunicazione	RS485
Protocollo	MODBUS RTU
Autotest alla messa in servizio e autodiagnostica permanente con IRF su contatto indipendente (1 CO)	

RELE' DI PROTEZIONE 27 per DG

Tensione di alimentazione	110 (+10,-15%) Vcc
Funzioni implementate (codice ANSI)	27
Ingressi Voltmetrici di fase	3
Uscite programmabili (1NA)	2

RELE' DI PROTEZIONE 50-51-50N-51N per ULT1-ULT2

Tensione di alimentazione	110 (+10,-15%) Vcc
Funzioni implementate (codice ANSI)	50, 51, 50N, 51N,
Ingressi Amperometrici di fase (5 A)	3
Ingressi Amperometrici di terra (5 A)	1
N° set di taratura separati	1
Porta di comunicazione	RS485
Protocollo	MODBUS RTU
Autotest alla messa in servizio e autodiagnostica permanente con IRF su contatto indipendente	

1.3.1.8. PROVE

PROVE DI ACCETTAZIONE

I singoli scomparti, costituenti il quadro, saranno montati nell'officina del costruttore, completi di tutte le apparecchiature principali ed ausiliarie.

Sul quadro saranno eseguite le prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI in particolare:

- Prove di tensione a frequenza di esercizio sul circuito principale
- Prove dielettriche dei circuiti ausiliari e di comando, 1 kV , 1 sec per ogni filo.
- Prove di funzionamento meccanico
- Prove dei dispositivi ausiliari elettrici, pneumatici ed idraulici
- Verifica della corretta esecuzione del cablaggio

Inoltre saranno eseguite le seguenti prove:

- Esame a vista
- Verifica delle dimensioni
- Verifica della conformità ai dati di ordinazione delle singole apparecchiature costituenti il quadro

Verifica dello spessore ed aderenza del rivestimento protettivo eseguito secondo ciclo di verniciatura richiesto

PROVE DI TIPO

Saranno forniti i certificati per le prove di tipo previste dalle norme CEI e già eseguite dal fornitore.

1.3.2. SEZIONE TRASFORMAZIONE

La sezione di trasformazione è costituita dai trasformatori di potenza che saranno installati all'interno delle sottostazioni di trasformazione e conversione della linea filoviaria TPTF di Verona.

Ogni trasformatore alimenterà un gruppo raddrizzatore a reazione dodecafase realizzato collegando in parallelo lato c.c. tramite una bobina interfascia due raddrizzatori a ponte di Graetz a reazione esafase, costituiti da diodi al silicio.

I trasformatori saranno del tipo a secco con un avvolgimento primario e due avvolgimenti secondari magneticamente accoppiati, con primario inglobato in resina epossidica e secondari impregnati sottovuoto in resina, adatti per installazione all'interno.

1.3.2.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI

• Potenza nominale in servizio continuativo	1250/625/625 kVA
• Frequenza	50 Hz
• N° di fasi	3
• Tensione primaria	10 o 15 kV
• Campo di regolazione della tensione	$\pm 2 \times 2.5\%$
• Tensione secondari	590 - 590V
• Livello d'isolamento primario Um/FI/imp.	24/50/95kV
• Livello d'isolamento secondari Um/FI/imp.	3.6/10 kV
• Gruppo vettoriali CEI	Dy11 – Dd0
• Collegamento primario	triangolo
• Collegamento I° secondario	stella
• Collegamento II° secondario	triangolo
• Classi climat., ambient., comp. al fuoco	E1/C1/F1
• Classi di isolamento primario/secondari	F/F
• Sovraccarico	
50% per 2h - un ciclo ogni otto ore	
100% per 2 minuto - un ciclo ogni ora	
• Temperatura massima ambiente di progetto	50°C

• Sovratemperatura avvolgimenti MT e bt	100°/100°C
• Installazione	interna
• Raffreddamento	AN
• Tensione di c.to c.to a 75°C	6%
• Corrente a vuoto Un	1.1%
• Picco massimo corrente di inserzione	10 In
• Scariche parziali	≤ 20 pC
• Rumore (pressione acustica misurata a 1m)	≤ 55db (A)

1.3.2.2. CARATTERISTICHE FUNZIONALI

ACCESSORI

I trasformatori saranno inoltre equipaggiati dei seguenti accessori:

- morsettiere sull'avvolgimento primario per cambio tensione ($\pm 2 \times 2,5\%$) ad intervento manuale con trasformatore disinserito e sezionato dalla rete;
- morsetti portanti per collegamenti MT;
- piastre di attacco per collegamenti bt;
- schermo di protezione tra avvolgimenti;
- golfari per il sollevamento del trasformatore;
- carrello in profilato di acciaio dotato di ruote a fascia piana, orientabili nelle due direzioni ortogonali, e piastre di attacco per lo spostamento del complesso nei due sensi ortogonali; - profilati per l'installazione con bloccaruote;
- targa supplementare caratteristiche trasformatore;
- n. 2 morsetti di collegamento a terra;
- serie di termoresistenze al platino;
- cassetta centralizzazione ausiliari;
- centralina per il controllo delle termoresistenze che verrà installata all'interno di un quadro incassato della rete di metallica della cella trasformatore. Tale centralina, alimentata a 110 Vcc, sarà dotata di display per la visualizzazione della temperatura di ogni colonna e del nucleo magnetico; di dispositivo per la scelta delle soglie di allarme e scatto, di led rossi per indicazione della colonna o nucleo in cui si è raggiunta la temperatura di intervento oppure indicazione di sonda in cto-cto o interrotta; di relè di uscita per indicazioni del raggiungimento delle soglie prefissate di temperatura minima e massima, di un relè per la segnalazione di mancanza tensione ausiliaria.

CIRCUITI AUSILIARI

Tutti gli ausiliari della macchina il cui funzionamento necessita di energia elettrica verranno alimentati con una tensione di 110Vcc.

I circuiti ausiliari di comando e segnalazione saranno realizzati con conduttori flessibili in rame a bassa emissione di gas tossici e non propaganti l'incendio, sezione minima 1,5mm².

TARGA IDENTIFICAZIONE DATI

Il trasformatore dovrà essere dotato di una targa di caratteristiche conformi alla norma CEI 14-4/1 (di materiale resistente agli agenti atmosferici, posta in posizione visibile, indelebile, ecc...) costruita e riportante i dati prescritti dalla stessa CEI 14-4/1.

1.3.2.3. PROVE

I trasformatori oggetto della seguente specifica risponderanno alle prove previste dalle norme CEI in vigore. Sarà fornita tutta la documentazione relativa alle prove di tipo prescritte dalle norme CEI e già eseguite dal fornitore.

PROVE DI ACCETTAZIONE

Le prove di accettazione di seguito elencate verranno eseguite per ciascuna macchina facente parte della fornitura.

Nota: il numero indicato tra parentesi è il riferimento al paragrafo della norma CEI 14-4/1:

1. Misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti (10.2).
2. Misura del rapporto di trasformazione e verifica delle polarità (10.3).
3. Misura delle perdite dovute al carico, delle tensioni di cortocircuito (presa principale) e dell'impedenza di cortocircuito (10.4).
4. Misura delle perdite e della corrente a vuoto (10.5).

Nota: il numero indicato tra parentesi è il riferimento al paragrafo della norma CEI 14-4/3:

5. Prove di isolamento con tensione applicata (11).
6. Prove di isolamento con tensione indotta (12.2.1).

Nota: il numero indicato tra parentesi è il riferimento al paragrafo della norma CEI 14-32:

7. Misure delle scariche parziali (20).
8. Verifica degli accessori e loro funzionamento.

1.3.3. SEZIONE CONVERSIONE, SEZIONAMENTO E ALIMENTATORI A 750VCC – Q750VCC

La sezione di conversione, sezionamento e alimentatori è costituita dal quadro in corrente continua che sarà installato all'interno delle sottostazione che alimentano la linea filoviaria TPTF di Verona.

Il quadro sarà del tipo blindato a tenuta d'arco interno, formato da una serie di scomparti normalizzati, tra loro accoppiati, in cui saranno montate le apparecchiature di manovra ed i dispositivi di comando, misura e protezione, con i relativi collegamenti di potenza ed circuiti ausiliari.

Composizione di ogni singolo quadro:

Descrizione	Quantità
RZ unità funzionale "raddrizzatore"	2
89G unità funzionale "sezionatore bipolare cc di gruppo"	2
54F unità funzionale "alimentatore cc"	2

1.3.3.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Tensione di esercizio	Vcc	750
Livello di isolamento nominale circuiti di potenza	kV	1,2
Classe di sovratensioni		OV3
Isolamento FI verso terra/sul sezionamento	kV	3,6/4,3
Isolamento a Imp. verso terra/sul sezionamento	kV	8/9,6
Corrente nominale sbarre positivo e negativo	A	4000
Corrente di cto.cto. di targa	kA	50
Tensione aux motori, comandi e segnalazioni	Vcc	110 (+10,-15%)
		-- sistema flottante verso terra
Tensione aux x anticondensa e luce interna	Vca	230 -- sistema TN-S

Il quadro sarà alimentato da due trasformatori (uno per ogni raddrizzatore) aventi le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale in servizio continuativo 1250/625/625 kVA
- Frequenza 50 Hz
- N° di fasi 3
- Tensione primaria 10 o 15 kV
- Campo di regolazione della tensione $\pm 2 \times 2.5\%$
- Tensione secondari 590 - 590V
- Livello d'isolamento primario Um/FI/imp. 24/50/95kV
- Livello d'isolamento secondari Um/FI/imp. 3.6/10 kV

• Gruppo vettoriali CEI	Dy11 – Dd0
• Collegamento primario	triangolo
• Collegamento lo secondario	stella
• Collegamento llo secondario	triangolo
• Classi climat., ambient., comp. al fuoco	E1/C1/F1
• Classi di isolamento primario/secondari	F/F
• Sovraccarico	50% per 2h - un ciclo ogni otto ore 100% per 2 minuto – un ciclo ogni ora

1.3.3.2. DATI COSTRUTTIVI DEL QUADRO

Costruzione:

Allo scopo di garantire la più assoluta sicurezza nell'esecuzione delle normali operazioni di esercizio e manutenzione saranno previsti:

- studio accurato dell'involucro metallico, della disposizione dei componenti, delle relative segregazioni e delle serrande di protezione al fine di impedire contatti accidentali con le parti in tensione;
- accesso del tutto indipendente agli apparecchi di bassa tensione che saranno totalmente segregati da quelli di potenza;
- particolare robustezza della struttura portante del quadro e dei setti di separazione in lamiera;
- gli accessori di cella e blocchi saranno accuratamente studiati in modo da impedire manovre errate o comunque pericolose per l'incolumità dell'Operatore. In particolare le serrande saranno a sicurezza intrinseca in quanto sarà sempre garantita la loro chiusura quando si estrae l'interruttore o il raddrizzatore;
- messa a terra franca dell'involucro esterno, della struttura portante, delle segregazioni metalliche, delle portelle e degli elementi estraibili per tutta la corsa di sezionamento.

Gli scomparti saranno costituiti da una struttura portante il cui rivestimento esterno sarà realizzato con pannelli imbullonati e portelle sul fronte.

Sul tetto dello scomparto saranno previsti idonei dispositivi per il sollevamento dello stesso completamente equipaggiato. Saranno previsti, in posizione idonea, opportuni fori per il fissaggio diretto dello scomparto su una base di appoggio e per l'assemblaggio agli altri scomparti componenti il quadro blindato in corrente continua. Tutti i componenti facenti parte dello scomparto saranno posizionati avendo cura di facilitare le operazioni di manutenzione e/o sostituzione. I cavi di cablaggio saranno protetti nel loro percorso da canaline o tubi isolanti auto estinguenti.

Le finestre d'ispezione, se presenti, saranno realizzate con materiale isolante trasparente (tipo polycarbonato).

Con riferimento a quanto precedentemente esposto si riassumono i gradi di protezione minima richiesta dei vari scomparti:

Scomparto IP 30

Scomparto a portelle aperte	IP 20
-----------------------------	-------

Pannelli del tetto	IP 31
--------------------	-------

Otturatori	IP 20
------------	-------

Celle attigue all'interno dello scomparto	IP 20
---	-------

Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro e degli scomparti dovranno saranno di tipo autoestinguente ed avere elevate caratteristiche di resistenza meccanica e alle scariche superficiali, all'umidità e all'inquinamento atmosferico.

Telaio

Per facilitare le operazioni di manutenzione, i pannelli posteriori degli scomparti alimentatori saranno provvisti di cerniera, mentre i pannelli posteriori degli altri scomparti saranno imbullonati. Internamente pannelli e/o diaframmi suddivideranno lo scomparto in celle, contenenti i singoli complessi. La struttura portante sarà realizzata in lamiera presso piegata con spessore minimo di 3 mm.

Le portelle saranno realizzate in lamiera presso piegata con spessore minimo di 2 mm. Saranno previste portelle apribili con serrature e portelle imbullonate. Le portelle apribili avranno almeno 2 cardini per consentire l'apertura a 120°.

Come per le portelle anche i pannelli e i diaframmi saranno realizzati con lamiera presso piegata con spessore minimo di 2 mm. I pannelli e i diaframmi saranno fissati per mezzo di viti.

Verniciatura

La carpenteria, lavorata a regola d'arte, sarà sottoposta a trattamento antiruggine, stuccata, rasata e verniciata internamente ed esternamente con smalto sintetico essiccante al forno, del tipo semilucido, nel colore che sarà definito.

Lo spessore minimo della finitura sarà di 50 µm.

1.3.3.3. CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI TERRA

Sarà previsto un conduttore di terra steso per tutta la lunghezza del quadro. Il conduttore sarà provvisto di un terminale adeguato per il collegamento all'impianto di terra dell'installazione. In generale la continuità dei circuiti di terra sarà assicurata tenendo presenti le sollecitazioni termiche e meccaniche causate dalle correnti dalle quali potrebbero essere percorsi.

Gli involucri di tutte le unità funzionali saranno francamente collegati al conduttore di terra. Tutte le parti metalliche previste per essere messe a terra e non facenti parte di un circuito principale o ausiliario saranno collegate al conduttore di terra direttamente o tramite le strutture metalliche.

Le porte delle celle saranno munite di opportune guarnizioni che evitano il contatto diretto fra le lamiere e sono collegate al telaio con trecce in rame.

L'apertura sarà garantita, ove necessario, da un blocco meccanico che garantisca l'accesso alla cella protetta solo in condizioni di assoluta sicurezza.

Le parti metalliche di parti estraibili usualmente messe a terra rimarranno collegate a terra anche in posizione di prova o sezionato nelle condizioni previste per le distanze di sezionamento ed anche in qualsiasi posizione intermedia fintanto che i circuiti ausiliari non siano completamente scollegati.

1.3.3.4. CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE

Gli apparecchi di BT, come relè di protezione di tipo indiretto e strumenti di misura, saranno adatti per il montaggio incassato e muniti di guarnizione per renderli a tenuta di polvere.

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante la fiamma, del tipo NO7V-K per le linee di terra ed equipotenziali, N1VV-K e N1VC4V-K per energia, comandi e segnalazioni, secondo le norme CEI 20-22, di sezione minima 1,5 mmq.

Tutti i conduttori dei circuiti relativi all'apparecchiatura contenuta nei quadri saranno attestati a morsettiere componibili numerate. Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e 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.

Ciascuna parte terminale dei conduttori sarà provvista di adatti puntalini preisolati.

Accessori che saranno previsti per ciascuna unità funzionale:

- Luce nello scomparto ausiliari attivata automaticamente dall'apertura della portella
- Scaldiglia nel vano ausiliari, opportunamente dimensionata, con termostato unico per tutto il quadro
- Per ciascuna apparecchiatura motorizzata verranno presi da morsettiera i comandi (provenienti da remoto) di apertura/chiusura
- Sul fronte quadro sarà riportato un mimico dello schema unifilare dell'unità funzionale
- Targhetta con sigla unità
- Targhette per tutte le segnalazioni e i manipolatori presenti a fronte quadro

ACCESSORI

Completeranno il quadro i seguenti accessori:

- Serie di leve ed attrezzi speciali per il comando e la rimozione degli apparecchi principali
- Golfari di sollevamento
- Cartelli monitori

1.3.3.5. DESCRIZIONE UNITA' FUNZIONALI E APPARECCHIATURE PRINCIPALI

SCOMPATO RADDRIZZATORE

I raddrizzatori saranno idonei per l'alimentazione di impianti di trazione elettrica e per il loro dimensionamento elettrico si terrà conto che saranno alimentati dai secondari dei trasformatori descritti in precedenza.

Il raddrizzatore a reazione dodecafase sarà realizzato collegando in parallelo lato cc tramite una bobina interfaseca due raddrizzatori (RZA e RZB) a ponte di Graetz a reazione esafase. Tale scomparto sarà diviso internamente in celle, tramite pannelli o diaframmi, che contengono le singole apparecchiature e gli altri componenti necessari per assicurare il corretto funzionamento dello stesso.

Il raddrizzatore dovrà essere in versione **estraibile e sezionabile**. A carrello sezionato estratto opportune serrande impediscono il contatto con le parti in tensione.

Le principali apparecchiature presenti in ogni scomparto RZA e RZB saranno le seguenti:

- N. 1 carrello raddrizzatore
- N. 1 trasformatore interfaseco comune ai due scomparti
- N. 1 rele direzionale in c.c. con trasduttore magnetico ad alta sensibilità (comune alla sezione di conversione).
- Connettore volante femmina per il collegamento del carrello raddrizzatore
- Lampade di segnalazione
- Morsetti, fine corsa, relè ausiliari, targhette di identificazione e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità
- Ciascuno scomparto sarà suddiviso a sua volta sostanzialmente in due parti: parte fissa e parte mobile.
- La parte fissa sarà suddivisa nelle seguenti celle tra loro segregate:

Cella ingresso c.a.

Cella predisposta per contenere i terminali dei cavi di alimentazione c.a. L'accessibilità dal retro scomparto tramite pannello asportabile. Saranno previsti N. 2 punti fissi per il collegamento di messa a terra del positivo e negativo.

Cella sbarre di uscita c.c.

Cella predisposta per contenere le sbarre positive e negative a 750 Vcc di uscita del raddrizzatore, i collegamenti tra scomparti adiacenti per realizzare lo schema elettrico previsto nell'impianto in oggetto.

Le celle saranno chiuse verso l'esterno da pannelli e verso le altre celle da diaframmi. L'accessibilità sarà dal retro dello scomparto tramite pannelli asportabili.

La bobina interfascica sarà posizionata in basso tra le due celle dei due scomparti raddrizzatori.

Cella raddrizzatore

Cella predisposta per contenere il carrello raddrizzatore estraibile, gli innesti fissi e tutti i dispositivi occorrenti a consentire l'estraibilità. La cella sarà dotata di guide per il carrello raddrizzatore per l'inserzione e disinserzione dello stesso. Sul retro della cella saranno posizionati gli innesti di potenza del raddrizzatore lato c.c.

Opportuni finecorsa segneranno le posizioni di inserito e sezionato del carrello raddrizzatore. L'accessibilità sarà prevista dal fronte dello scomparto, tramite portella. La cella sarà chiusa: sui fianchi da pannelli, sul fronte da una portella e dalle altre celle con diaframmi.

All'interno della cella raddrizzatore saranno montati i seguenti principali componenti:

- Otturatori metallici azionati meccanicamente dal raddrizzatore
- Connettore per il collegamento dei circuiti ausiliari
- Interblocchi meccanici
- Meccanismo di avanzamento e guida del raddrizzatore
- Fine corsa di segnalazione della posizione del raddrizzatore
- Sistema di messa a terra del carrello raddrizzatore per tutta la sua corsa da inserito ad estratto

Contatti di sezionamento fissi

Le posizioni che il raddrizzatore potrà assumere nella cella sono le seguenti:

Inserito : posizione di funzionamento normale con i circuiti principali collegati

Sezionato in prova : circuiti di potenza disinseriti e circuiti ausiliari collegati

Sezionato fuori servizio : circuiti di potenza ed ausiliari disinseriti

Le posizioni di "sezionato in prova" e "sezionato fuori servizio" coincidono fisicamente: si può passare dall'una staccando il connettore dei circuiti ausiliari.

Quando il raddrizzatore è inserito o sezionato le sue posizioni saranno definite da opportuni arresti, in ogni posizione il raddrizzatore sarà meccanicamente bloccato.

Nella sua corsa tra inserito e sezionato, il carrello sarà sempre collegato a terra.

Sarà prevista una segnalazione della posizione raggiunta dal raddrizzatore.

La cella sarà prevista di tutta una serie di blocchi, di cui i principali sono:

Blocco che vincola il carrello del raddrizzatore nelle posizioni di sezionato ed inserito

Blocco che impedisce l'apertura non intenzionale delle serrande a raddrizzatore estratto

Blocco del raddrizzatore nella posizione di inserito (chiave)

Blocco del raddrizzatore nella posizione di sezionato (chiave)

Cella logica di comando, protezioni e misure

La cella sarà destinata al contenimento dei circuiti ausiliari BT, chiusa verso le altre celle da diaframmi; verso l'esterno da pannelli; sul fronte, da cui sarà prevista l'accessibilità, da una portella incernierata.

La corrente assorbita dal primario del trasformatore non conterrà armoniche inferiori alla 11a.

I diodi avranno un coefficiente di sicurezza per quanto attiene alla tensione di picco ripetitivo inverso pari a 2,5 nelle peggiori condizioni di funzionamento.

Non sarà ammesso l'uso di diodi in serie, anche se muniti dei dispositivi di ripartizione della tensione.

Sarà monitorata la temperatura dei dissipatori mettendo un elemento termosensibile nel punto più caldo del dissipatore stesso e tarato in modo da generare un allarme quando la temperatura presunta della giunzione raggiunge il 70% di quella massima ammessa dal costruttore. Questa temperatura non sarà mai raggiunta in condizioni normali neppure con i sovraccarichi richiesti.

I raddrizzatori saranno isolati verso terra in tutte i loro componenti, incluso il monitoraggio, provati a 5,5 kV eff. per un minuto.

I raddrizzatori saranno equipaggiati con i seguenti accessori:

- piastre di attacco lato c.a. e lato c.c.;
- filtri antidisturbo;
- resistenza di caduta per eliminare l'effetto "capacità" del raddrizzatore;
- targa supplementare caratteristiche;
- termistori statici con contatti di allarme e scatto per il controllo della temperatura dei dissipatori;
- scritte serigrafate; tensione di alimentazione 110 Vcc;
- n. 6 diodi di ricambio per ogni raddrizzatore.

SCOMPARTO SEZIONATORE DI GRUPPO

Il sezionamento del gruppo raddrizzatore sarà effettuato tramite uno scomparto con sezionatore bipolare motorizzato.

Tale scomparto sarà diviso internamente, tramite pannelli o diaframmi, in celle le quali conterranno le singole apparecchiature e gli altri componenti necessari per assicurare il corretto funzionamento dello stesso.

Le principali apparecchiature all'interno dello scomparto saranno:

- N. 1 sezionatore bipolare con comando motorizzato da 2000A
- N. 1 shunt 3000A - 60mV per l'inserzione del trasduttore di corrente
- Trasduttore di corrente a fibra ottica per la misura della corrente di gruppo
- Trasduttore di tensione a fibra ottica completo di partitore voltmetrico per la misura della tensione di sbarra
- Illuminazione interna comandata da un selettore

- Targhe sequenza manovre con schema di potenza dello scomparto
- Apparat di protezione ausiliari (fusibili o interruttori automatici), relè ausiliari, blocchi a chiave, targhe di identificazione e sequenza manovre.

Lo scomparto sarà suddiviso nelle seguenti celle tra loro segregate:

Cella sezionatore

Cella predisposta per contenere il sezionatore bipolare motorizzato di gruppo, in esecuzione fissa.

All'interno della cella saranno montati i seguenti principali componenti:

- Sbarre positive e negative

L'accessibilità sarà dal fronte tramite pannello imbullonato e tale pannello sarà dotato di oblò di ispezione per il sezionatore.

Cella logica di comando, protezioni e misure

Cella predisposta per contenere i relè ausiliari, gli apparati di protezione dei circuiti B.T., le segnalazioni, il relè di rilevazione guasto a terra e le misure di tensione e corrente. In questa cella è inoltre posizionato il motore di comando del sezionatore bipolare di gruppo al fine di consentire l'effettuazione delle operazioni di manutenzione allo stesso in piena sicurezza. L'accessibilità è dal fronte tramite portella incernierata.

Cella uscita negativi

Cella predisposta per contenere la parte posteriore del polo negativo del sezionatore. All'interno della cella sono montati i seguenti principali componenti:

- terminali per i cavi negativi.

L'accessibilità sarà dal retro, tramite portella incernierata.

La cella sarà prevista di una serie di blocchi, di cui i principali sono:

Interblocco meccanico portella in presenza tensione

Cella sbarra omnibus positiva

Cella predisposta per contenere la sbarra omnibus positiva.

L'accessibilità sarà posteriore tramite pannello asportabile.

SCOMPARTO ALIMENTATORI (FEEDER)

Scomparto alimentatore di linea

Tale scomparto sarà diviso internamente in celle, tramite pannelli o diaframmi, che contengono le singole apparecchiature e gli altri componenti necessari per assicurare il corretto funzionamento dello stesso (sbarre di distribuzione c.c., interruttore extrarapido, misure, logiche di comando, sezionatore di terra, barra di terra, relè di protezione e diagnostica).

Ogni partenza sarà segregata in una cella, costituita da profilati metallici e lamiera cieca e completata da porte incernierate. Queste ultime saranno interbloccate con il sezionatore di messa a terra lato uscita, in modo da impedire l'ingresso nella cella a sezionatore di messa a terra aperto. Lo scomparto alimentatore

sarà predisposto per essere affiancato a scomparti simili contenenti tutte le altre apparecchiature necessarie per la realizzazione del "Quadro in corrente continua".

Le principali apparecchiature presenti nello scomparto saranno:

- N. 1 interruttore extrarapido da 3150 A
- N. 1 shunt 3000A – 60mV per l'inserzione del trasduttore di corrente per misure (locali e telemisure) e relè di protezione;
- N. 1 trasduttore di corrente in fibra ottica;
- N. 1 trasduttore di tensione in fibra ottica;
- N. 1 voltmetro;
- N. 1 complesso test di linea;
- N. 1 relè di protezione e diagnostica;
- N. 1 sezionatore di terra con comando manuale;
- N.1 selettore Locale/Distanza con reciproco taglio dei comandi dell'interruttore (ap. in locale sempre possibile) e del sezionatore.
- N. 1 selettore a chiave per comando "Prova – Distante";
- N. 2 pulsanti luminosi apertura e chiusura interruttore;
- N. 1 Scaricatore di sovratensione;
- Scaldiglie;
- Illuminazione interna comandata da un selettore montato sul fronte dello scomparto;
- Connettore volante femmina per il collegamento del carrello interruttore.

Morsetti, fine corsa, relè ausiliari, targhette di identificazione e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità.

Ogni alimentatore sarà costituito da uno scomparto suddiviso sostanzialmente in due parti: parte fissa e parte mobile.

La parte fissa sarà suddivisa a sua volta nelle seguenti celle tra loro segregate:

Cella interruttore

Cella predisposta per contenere il carrello interruttore extrarapido situato in basso nella parte anteriore dello scomparto, con gli innesti e tutti gli altri dispositivi occorrenti a realizzarne l'estraibilità.

La cella sarà chiusa sui fianchi da pannelli, sul fronte da una portella e dalle altre celle con diaframmi. La cella assicurerà il corretto funzionamento dell'interruttore sia dal punto di vista della circolazione dei gas ionizzati che da quello del raffreddamento corretto delle parti attive previsto in aria e a convezione naturale.

All'interno della cella interruttore saranno montati i seguenti principali componenti:

- otturatori metallici azionati meccanicamente dall'interruttore
- interblocchi meccanici ed elettrici
- meccanismo di avanzamento e guida dell'interruttore

- connettore per il collegamento dei circuiti ausiliari
- fine corsa di segnalazione della posizione dell'interruttore
- sistema di messa a terra del carrello interruttore per tutta la sua corsa da inserito ad estratto
- contatti di sezionamento fissi
- scaldiglie.

Le posizioni che l'interruttore potrà assumere nella cella sono le seguenti:

- **inserito:** posizione di funzionamento normale con i circuiti principali collegati
- **sezionato in prova:** circuiti di potenza disinseriti e circuiti ausiliari collegati
- **sezionato fuori servizio:** circuiti di potenza ed ausiliari disinseriti

Le posizioni di "sezionato in prova" e "sezionato fuori servizio" coincidono fisicamente: si passa dall'una all'altra staccando il connettore dei circuiti ausiliari.

Quando l'interruttore sarà inserito o sezionato, le sue posizioni saranno definite da opportuni arresti: in ogni posizione l'interruttore sarà meccanicamente bloccato.

Nella sua corsa tra inserito e sezionato il carrello sarà collegato a terra mediante contatti striscianti.

Sarà prevista una segnalazione della posizione raggiunta dall'interruttore. Essa sarà visibile attraverso un'apposita feritoia praticata nel fronte della cella.

Detta segnalazione è di tipo meccanico, ed ha le seguenti indicazioni:

- **verde:** corrisponde alla posizione di "sezionato prova" o "sezionato fuori servizio"
- **rosso:** corrisponde alla posizione di "inserito"

La cella sarà provvista di tutta una serie di blocchi aventi la funzione di impedire errate manovre e di assicurare che esse vengano compiute nella giusta sequenza.

I principali sono:

- Blocco che vincola il carrello dell'interruttore nelle posizioni di sezionato ed inserito
- Blocco che impedisce l'estrazione del carrello interruttore ad interruttore chiuso
- Blocco che impedisce la chiusura dell'interruttore quando il carrello si trova in posizione intermedia tra sezionato ed inserito
- Blocco che impedisce l'apertura non intenzionale delle serrande ad interruttore estratto
- Blocco che impedisce di introdurre, nella stessa cella, interruttori aventi caratteristiche diverse da quelle originariamente previste
- Blocco che impedisce la chiusura del sezionatore di terra se l'interruttore non è in posizione di sezionato (chiave)
- Blocco dell'interruttore nella posizione di inserito (chiave)
- Blocco dell'interruttore nella posizione di sezionato (chiave)
- Blocco del sezionatore di terra in posizione di aperto (chiave)
- Blocco del sezionatore di terra in posizione di chiuso (chiave libera a sezionatore chiuso)

Cella sbarra omnibus

Cella predisposta per contenere la sbarra omnibus positiva 750V c.c., disposta orizzontalmente e la parte fissa del polo di ingresso dell'interruttore extrarapido.

La cella sarà chiusa da pannelli e/o da diaframmi e accessibilità dal retro dello scomparto tramite pannello asportabile.

Cella logica di comando, protezioni e misure

Cella predisposta per contenere i relè ausiliari, gli interruttori di protezione B.T., l'amperometro (segnalazione digitale tramite il relè di protezione e diagnostica), il voltmetro, la parte di logica del relè prova linea, il relè di protezione e diagnostica, le segnalazioni, i comandi locali.

La cella avrà accessibilità dal fronte dello scomparto tramite portella e sarà chiusa da pannelli e/o da diaframmi.

Cella uscita linea

Cella predisposta per contenere la parte posteriore del polo di uscita dell'interruttore extrarapido, lo shunt ed il trasduttore per le misure di corrente "uscita linea" e l'alimentazione del relè di protezione e diagnostica, il trasduttore di tensione per la misura di tensione, la parte di potenza del relè prova linea, i terminali per il collegamento dei cavi di potenza, il sezionatore unipolare di terra. L'accessibilità sarà dal retro scomparto tramite due portelle delle quali l'inferiore sarà dotata di blocco a chiave (accessibilità quando il sezionatore di terra a chiuso a terra). La cella sarà chiusa da pannelli e/o da diaframmi.

Cella giri sbarre

Cella predisposta per realizzare i collegamenti tra scomparti adiacenti e per realizzare lo schema elettrico previsto nell'impianto in oggetto. La cella sarà chiusa da pannelli e verso le altre celle da diaframmi.

L'accessibilità sarà dal retro tramite pannelli asportabile.

APPARECCHIATURE(EXTRARAPIDI,SEZIONATORI,SCARICATORI, FEEDER)

INTERRUTTORI EXTRARAPIDI DI LINEA

Gli interruttori extrarapidi di potenza per corrente continua saranno del tipo unipolare in aria a soffio magnetico e a sgancio libero, per impiego stazionario all'interno, con le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale	1000Vcc;
Direzione di interruzione della corrente	bidirezionale;
Corrente nominale	3150A
Potere di interruzione	63 kA;
Durata di apertura	<5 ms;
Durata d'interruzione totale	<20 ms;
Tensione ausiliari	110 Vcc;
Campo di regolazione sganciatore max corrente diretta	1,....,2 kA

Gli interruttori saranno equipaggiati di carrello con ruote, di blocco di contatti ausiliari (6NA + 6NC), di comando di chiusura a motore con relè ausiliario a lancio di corrente, di comando di apertura con relè a disaccensione, di comando di emergenza manuale con maniglia o leva, di sganciatore diretto e inverso per massima corrente, di circuito di comando antipompaggio, di connettore per attacco rapido degli ausiliari, di dispositivo di test di linea e di rilevatore di guasto della linea di contatto, delle apparecchiature ed accessori necessari (relè, teleruttori, shunt, cablaggi, ecc.) per il suo corretto funzionamento e per il comando (chiusura e apertura) dal quadro di comando e controllo della sottostazione.

Gli sganciatori per massima corrente diretta e inversa avranno la possibilità di regolazione sulla corrente.

E' prevista l'installazione di un relè per l'interruttore extrarapido. Il relè sarà dotato di una tastiera e di display alfanumerico.

Il relè avrà le seguenti funzioni integrabili in un solo modulo:

- Diagnostica dell'interruttore
- Protezione di/dt

Il display fornirà al minimo la lettura dei seguenti dati:

- Valori di impostazione delle regolazioni
- Programmazione di indirizzamento dei relè di uscita
- Valore attuale dei principali parametri:
- Corrente primaria
- Numero di manovre dell'interruttore meccaniche, elettriche, interruzione)
- Valore dei parametri significativi al momento di un qualsiasi intervento o comunque relativi all'ultimo intervento effettuato
- Valore massimo misurato dei principali parametri
- Numero di interventi avvenuti per ogni funzione

Funzione diagnostica

La funzione diagnostica fornirà informazioni attraverso tre contatori:

- Contatore del numero di manovre elettriche convenzionali
- Contatore del numero di manovre di interruzione convenzionale
- Contatore del numero di manovre meccaniche convenzionali

Ogni manovra sarà rilevata dal modulo, elaborata (calcolato il numero di manovre convenzionali equivalenti) e quindi sommata nel relativo contatore. Il valore di ogni contatore, a sua volta, sarà rapportato al valore limite impostato. Al raggiungimento dei limiti massimi impostati per i contatori indicati, sarà inviato un segnale a distanza per l'effettuazione della manutenzione dell'interruttore. Potranno essere stabilite più soglie di allarme, con diverso livello di priorità secondo la percentuale di raggiungimento dei valori massimi impostati.

Funzione gradiente di corrente per guasto lontano (di/dt)

Questa funzione ha lo scopo di analizzare le variazioni della corrente erogata dal feeder al fine di individuare se esse sono dovute a normali partenze di motori o a guasti in linea lontano dalla sottostazione.

SEZIONATORE BIPOLARE

Il sezionatore bipolare sarà del tipo in aria a lame simultanee ed avrà le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale	3000 Vcc
Corrente nominale	2000 A
Esecuzione	per interno
Blocco di contatti ausiliari	4NA + 4NC

Il sezionatore sarà dotato di comando rinviato sul fronte cella con serrature e distributori di chiavi per gli interblocchi meccanici di sicurezza e di leve di comando. Le aste per il comando rinviato saranno metallicamente discontinue tramite interposizione dell'isolatore in prossimità del comando sul fronte cella.

SCARICATORI

Tensione nominale	750 Vcc
Corrente di scarica (Isc)	5 kA

RADDRIZZATORE

Reazione	dodecafase
Esecuzione	estraibile e sezionabile
Tensione primaria nominale (concatenta)	590 V
Tensione raddrizzata nominale	750 V
Tensione a vuoto massima	900 V
Potenza	1000 kW
Sovraccarico	100% per 2 min, un ciclo ogni ora. 50% per 2 ore, un ciclo ogni otto ore
Raffreddamento	a circolazione d'aria naturale
N. diodi per ramo	1

COMPLESSO TEST DI LINEA

Il sistema di verifica dell'integrità della linea, ha lo scopo di verificare lo stato della catenaria prima di comandare la chiusura dell'extrarapido per evitare i pericoli connessi all'alimentazione di una linea guasta.

La verifica dello stato della catenaria deve avvenire per mezzo di un'iniezione di corrente in linea alla tensione di rete, con misura della resistenza di linea e confronto della stessa con un valore di resistenza di taratura RT prefissato.

La misura deve essere indipendente dal valore della tensione di rete (tensione delle sbarre omnibus in SSE).

Il complesso prova linea si compone essenzialmente di due parti:

- un dispositivo di iniezione di corrente e misura collegato in parallelo all'interruttore extrarapido, composto da un contattore protetto da fusibili con segnalazione di integrità, un resistore di adeguata potenza e da un circuito di misura
- un dispositivo di logica che comanda il funzionamento del circuito di iniezione, elabora le informazioni trasmesse dal dispositivo di misura e si interfaccia con le altre apparecchiature di comando.

La funzione di logica e controllo sarà inclusa nel relè previsto per l'interruttore.

Si riportano i valori di riferimento per la definizione dei seguenti parametri:

Resistenza di riferimento	1 – 5 Ω
Tempo di misura	200 m Ω
Numero di prove	3
Tempo di ritardo tra le prove	30 s

1.3.3.6. PROVE

PROVE DI ACCETTAZIONE

I singoli scomparti costituenti il quadro saranno montati nell'officina del costruttore, completi di tutte le apparecchiature principali ed ausiliarie.

Prima delle prove sul quadro, saranno assiemati tutti gli scomparti che lo costituiscono. L'assemblaggio comprenderà la connessione delle sbarre di potenza e di distribuzione, dei circuiti ausiliari e delle sbarre di terra, nonché di tutti i collegamenti interni.

Sul quadro saranno eseguite le prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI in particolare:

- Prove di tensione a frequenza di esercizio sul circuito principale
- Prove dielettriche dei circuiti ausiliari e di comando
- Prove di funzionamento meccanico
- Prove dei dispositivi ausiliari elettrici, pneumatici ed idraulici
- Verifica della corretta esecuzione del cablaggio

Inoltre saranno eseguite le seguenti prove:

- Esame a vista
- Verifica delle dimensioni
- Verifica della conformità ai dati di ordinazione delle singole apparecchiature costituenti il quadro
- Verifica dello spessore ed aderenza del rivestimento protettivo eseguito secondo ciclo di verniciatura richiesto.

PROVE DI TIPO

Saranno forniti i certificati delle prove di tipo previste dalle norme CEI e già eseguite dal fornitore.

1.3.4. CARATTERISTICHE CAVI LATO TRAZIONE

Per l'alimentazione lato trazione a 750Vcc della linea filoviaria di Verona saranno previsti tre tipologie di cavo.

1.3.4.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEI CAVI

CAVI ALIMENTATORI DI RINFORZO LUNGO LINEA

Numero delle anime nel cavo	1
Sezione nominale conduttore	400 mm ²
Materiale e tipo di conduttore	Corda compatta di alluminio
Isolante	HEPR
Sezione nominale schermo	25 mm ²
Materiale e tipo di schermo	Fili di rame
Guaina	Materiale termoplastico tipo M1
Colore guaina	Rosso
Tensione di isolamento	1,8/3 kV
Tensione nominale del sistema	750Vcc
Sigla	ARG7H1R

CAVI DI DERIVAZIONE DAL CONDUTTORE DI RINFORZO PER RISALITA IN LINEA

Numero delle anime nel cavo	1
Sezione nominale conduttore	150 mm ²
Tipo di conduttore e materiale	Corda flessibile di rame
Isolante	HEPR
Guaina	Materiale termoplastico tipo M1
Colore guaina	Rosso
Tensione di isolamento	1,8/3 kV
Tensione nominale del sistema	750Vcc
Sigla	FG7R

CAVI DI ALIMENTAZIONE DELLA LINEA DI CONTATTO IN USCITA DALLA SOTTOSTAZIONE

Numero delle anime nel cavo	1
Sezione nominale conduttore	120 mm ²

Tipo di conduttore e materiale	Corda rotonda compatta di rame rosso
Isolante	Mescola di gomma ad alto modulo G7
Sezione nominale schermo	25 mm ²
Materiale e tipo di schermo	A fili di rame rosso
Guaina	PVC, di qualità RZ, colore rosso
Colore guaina	Rosso
Tensione di isolamento	1,8/3 kV
Tensione nominale del sistema	750Vcc
Sigla	RG7H1R

Stampigliatura dei cavi

Verranno previste le stampigliature standard in accordo alla norma costruttiva CEI 20-13.

Verranno previste le stampigliature aggiuntive per riconoscimento fornitura/bobine richieste dal committente.

1.3.4.2. ACCESSORI

GIUNTO DERIVAZIONE A T

Lungo il tracciato della linea filoviaria di Verona sarà prevista l'installazione di un complesso di connessione "preformata" in EPDM avente le seguenti caratteristiche:

<i>TENSIONE DI ESERCIZIO</i>	750Vcc
<i>TENSIONE MASSIMA DEL TERMINALE</i>	24 kV
<i>TENSIONE DI TENUTA A F.I.</i>	55 kV
<i>TENSIONE DI TENUTA A IMPULSO</i>	125 kV
<i>CORRENTE NOMINALE</i>	630A
<i>CORRENTE cto. Cto.</i>	50 kA (1 s)

PER:

<i>CAVO TIPO</i>	ARG7H1R 1,8/3 kV 1x400/25
	Conduttore: Al
	Diametro indicativo conduttore: 23,8mm
	Schermo: Cu
	Sezione schermo: 25mm ²
<i>CAVO TIPO</i>	FG7R 1,8/3 kV 1x150
	Conduttore: Cu
	Schermo: Non presente

Sezione schermo: - N..A.

Grado di protezione della connessione: IP 66
Rigidità dielettrica EPDM: 33 KV/mm
Costante dielettrica EPDM: Compresa tra 2,7 e 3,1
Il giunto sarà corredato di tutti gli accessori e i materiali necessari per l'installazione.

1.3.4.3. PROVE

PROVE DI ACCETTAZIONE

Durante la produzione e al collaudo saranno eseguite come minimo le seguenti prove di accettazione:

Misura della resistenza elettrica del conduttore e dello schermo

Prova di tensione a frequenza industriale

Misura della resistenza di isolamento

Misura spessore isolante e guaina

Misura diametro esterno

PROVE DI TIPO

A richiesta saranno forniti i certificati per le prove di tipo previste dalle norme e già effettuate dal fornitore.

1.3.5. SEZIONE SERVIZI AUSILIARI 400 / 230VCA E 110VCC – TRASFORMATORE

Alla sezione dei servizi ausiliari a 400 / 230Vca e 110Vcc appartengono i trasformatori dei servizi ausiliari che saranno installati all'interno delle sottostazioni di trasformazione e conversione della linea filoviaria TPTF di Verona.

Il trasformatore, alimenterà il quadro QSA e il quadro carica batterie(QCB), per la distribuzione rispettivamente delle utenze in c.a. e in c.c.

Il trasformatore sarà del tipo a secco, con primario inglobato in resina epossidica e secondario impregnato sottovuoto in resina, adatto per installazione all'interno. Il trasformatore sarà allocato all'interno di un box di contenimento e protezione IP30 a porte chiuse, costruito in maniera da garantire una adeguata ventilazione e dimensionato in modo da rispettare le distanze minime delle parti in tensione rispetto massa.

Tale box sarà dotato di porta incernierata e serratura AREL.

L'ingresso di tutti i cavi sarà previsto dal basso. Il ciclo di verniciatura cui sottoporre le superfici metalliche interne ed esterne del box sarà comprendere:

Sgrassatura, decappaggio, bonderizzazione, passivazione, essiccazione; la verniciatura a polvere epossidica polimerizzata a forno.

L'aspetto delle superfici interne ed esterne sarà groffato o semilucido. Il punto di colore dovrà essere definito. Lo spessore minimo della finitura sarà di 50μ.

1.3.5.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI

• Potenza nominale in servizio continuativo	30	kVA
• Frequenza	50	Hz
• N° di fasi	3	
• Tensione primaria	10/15	kV
• Campo di regolazione della tensione (a vuoto)	±2 x 2.5%	V
• Tensione secondaria a vuoto	400	V
• Livello d'isolamento primario Um/FI/imp.	24/50/95	kV
• Livello d'isolamento secondario Um/FI	1,1/3	kV
• Gruppo vettoriale CEI	Dyn11	
• Classi climatiche, ambientali, comportamento al fuoco	C1/E1/F1	
• Classi di isolamento primario/secondario	F	
• Massima Sovratemperatura avvolgimenti MT e bt	100	°C
• Raffreddamento	AN	
• Tensione di c.to c.to a 75°C	≤ 6%	
• Corrente a vuoto Un	3%	

• Perdite a vuoto	$\leq 300 \text{ W}$
• Perdite in c.to c.to a 75°C	$\leq 1500 \text{ W}$
• Scariche parziali (secondo CEI 14-8)	$\leq 20 \text{ pC}$
• Rumore (pressione acustica misurata a 1m)	$\leq 50 \text{ db (A)}$
• Collegamento primario	triangolo
• Collegamento secondario	stella(neutro accessibile)

ACCESSORI

Il trasformatore sarà inoltre equipaggiato dei seguenti accessori:

- morsettiere sull'avvolgimento primario per cambio tensione ($\pm 2 \times 2,5\%$) ad intervento manuale con trasformatore disinserito e sezionato dalla rete;
- morsetti portanti per collegamenti MT;
- piastre di attacco per collegamenti bt;
- schermo di protezione tra avvolgimenti;
- golfari per il sollevamento del trasformatore;
- carrello in profilato di acciaio dotato di ruote a fascia piana, orientabili nelle due direzioni ortogonali, e piastre di attacco per lo spostamento del complesso nei due sensi ortogonali; - profilati per l'installazione con bloccaruote;
- targa supplementare caratteristiche trasformatore;
- n. 2 morsetti di collegamento a terra;
- serie di termoresistenze al platino;
- cassetta centralizzazione ausiliari;
- centralina per il controllo delle termoresistenze con relativi cablaggi; tale centralina, alimentata a 110 Vcc, sarà dotata di display per la visualizzazione della temperatura di ogni colonna e del nucleo magnetico; di dispositivo per la scelta delle soglie di allarme e scatto, di led rossi per indicazione della colonna o nucleo in cui si è raggiunta la temperatura di intervento oppure indicazione di sonda in cto-cto o interrotta; di relè di uscita per indicazioni del raggiungimento delle soglie prefissate di temperatura minima e massima, di un relè per la segnalazione di mancanza tensione ausiliaria. Il visualizzatore delle temperature sarà posto sul fronte del box di contenimento del trafo, ovvero sul lato corto.

CIRCUITI AUSILIARI

Tutti gli ausiliari della macchina il cui funzionamento necessita di energia elettrica verranno alimentati con una tensione di 110Vcc.

I circuiti ausiliari di comando e segnalazione saranno realizzati con conduttori flessibili in rame a bassa emissione di gas tossici e non propaganti l'incendio, sezione minima 1,5mm².

TARGA DI IDENTIFICAZIONE DATI

Il trasformatore sarà dotato di una targa di caratteristiche conformi alla norma CEI 14-4/1 (di materiale resistente agli agenti atmosferici, posta in posizione visibile, indelebile, ecc...) costruita e riportante i dati prescritti dalla stessa CEI 14-4/1.

1.3.5.2. PROVE

Il trasformatore oggetto della seguente specifica dovrà rispondere alle prove previste dalle norme CEI in vigore.

Sarà fornita tutta la documentazione relativa alle prove di tipo prescritte dalle norme CEI già eseguite dal fornitore.

PROVE DI ACCETTAZIONE

Le prove di accettazione di seguito elencate verranno eseguite per ciascuna macchina facente parte della fornitura.

Nota: il numero indicato tra parentesi è il riferimento al paragrafo della norma CEI 14-4/1:

9. Misura della resistenza ohmica degli avvolgimenti (10.2).
10. Misura del rapporto di trasformazione e verifica delle polarità (10.3).
11. Misura delle perdite dovute al carico, delle tensioni di cortocircuito (presa principale) e dell'impedenza di cortocircuito (10.4).
12. Misura delle perdite e della corrente a vuoto (10.5).

Nota: il numero indicato tra parentesi è il riferimento al paragrafo della norma CEI 14-4/3:

13. Prove di isolamento con tensione applicata (11).
14. Prove di isolamento con tensione indotta (12.2.1).

Nota: il numero indicato tra parentesi è il riferimento al paragrafo della norma CEI 14-32:

15. Misure delle scariche parziali (20).
16. Verifica degli accessori e loro funzionamento.

1.3.6. SEZIONE SERVIZI AUSILIARI 400 / 230VCA E 110VCC – QUADRO S.A.

Alla sezione dei servizi ausiliari a 400 / 230Vca e 110Vcc appartengono i quadri dei servizi ausiliari che saranno appositamente progettati per alimentare la sezione distribuzione circuiti ausiliari utenze in c.a. e c.c., da installare all'interno delle sottostazioni di conversione che alimentano la linea filoviaria TPTF di Verona.

1.3.6.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI

• Frequenza nominale	50 Hz
• Tensione nominale di impiego Ue verso terra, per le sbarre e i circuiti in c.a.	400 Vca 3f
• Tensione nominale di impiego Ue verso terra, per le sbarre e i circuiti in c.c.	110 Vcc
• Tensione nominale di isolamento Ui verso terra	690 V
• Corrente nominale	100 A
• Corrente nominale di breve durata (1s) Icw	3 kA

1.3.6.2. DATI COSTRUTTIVI DEI QUADRI

Costruzione:

La suddivisione degli scomparti, terrà conto della divisione funzionale evidenziata negli schemi dei singoli quadri e in particolare della segregazione tra gli scomparti in c.a., c.c. e distribuzione alimentazione utenze privilegiate.

Ogni quadro sarà provvisto di un idoneo contro telaio per il fissaggio a pavimento.

Tutte le apparecchiature e i quadri saranno dotati di targhette per l'identificazione in alluminio anodizzato inciso fissate con viti e le linee uscenti ed entranti faranno capo a morsettiere fisse munite di setti separatori in PVC uno per ogni morsetto.

Saranno vietati ponticelli fra interruttore ed interruttore, ma tutti i conduttori di cablaggio (non propaganti l'incendio secondo C.E.I. 20-22), alloggiati in canaline chiuse in PVC, faranno capo a barrette di distribuzione di sezione largamente dimensionate e preventivamente forate o a morsettiere con setti separatori.

Le connessioni all'interno dei quadri saranno eseguite mediante sovrapposizioni di superfici preventivamente trattate e il collegamento sarà realizzato mediante interposizioni di morsetti a compressione.

Ogni unità sarà corredata di :

- attacchi per golfari di sollevamento, smontabili
- organi per assiemaggio (orecchie)
- morsetti per collegamento all'impianto di terra

La ventilazione del quadro sarà di tipo naturale.

Grado di protezione IP

Il grado di protezione del quadro sarà IP30 sull'involucro esterno e IP20 sulle parti interne, a porte aperte, anche con l'uso di pannelli in polycarbonato ove non sia possibile realizzare la copertura diretta dei morsetti delle apparecchiature.

CARATTERISTICHE CARPENTERIE

L'involucro metallico sarà realizzato in lamiera di acciaio di spessore non inferiore a 2 mm e verniciato con polveri termoindurenti a base di resine epossidiche e poliestere polimerizzato a caldo colore a scelta della D.L. Lo spessore minimo della finitura sarà di 50µm.

Saranno dotati di sportelli anteriori con vetri temperati apribili a cerniera del tipo invisibile e chiusura a chiave, guarnizioni antipolvere; ingresso cavi dal basso (fondo con piastra predisposta per il fissaggio di pressacavi); saranno presenti inoltre degli altri sportelli interni in lamiera con apertura a cerniera e chiusura a mezzo viti a scatto per la copertura delle parti in tensione e dotati di finestrature per l'inserimento e/o l'azionamento delle apparecchiature.

L'aspetto delle superfici sarà semilucido, bucciato e del colore indicato dalla D.L.

La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso saranno protetti mediante zincatura elettrolitica.

1.3.6.3. CARATTERISTICHE DELLE CONNESSIONI ELETTRICHE

- Grado di isolamento dei cablaggi: 450/750 V
(salvo dove diversamente specificato)
- Sezione minime (dove non espressamente indicato negli schemi):

circuiti amperometrici	6 mm ²
circuiti voltmetrici	2,5 mm ²
circuiti di potenza	2,5 mm ²
circuiti di comando, allarme e segnalazione	1,5 mm ²

I capicorda preisolati saranno previsti a puntale fino a 6 mm² e a tubetto per le sezioni superiori.

Nel caso di collegamenti con più di due fili saranno impiegati doppi morsetti.

La sezione distribuzione c.a "Sbarra Normale" sarà equipaggiata con:

- interruttore generale di macchina scatolato (alimentato dal trasformatore MT/BT servizi ausiliari) tetrapolare magnetotermico e con blocchetto contatti ausiliari;

- strumenti di misura con pannello indicatore digitale delle principali grandezze elettriche, compresa la distorsione armonica;
- interruttori di protezione utenze magnetotermici – differenziali e magnetotermici con blocchetti contatti ausiliari;
- manipolatori per l'inserimento manuale-automatico degli aspiratori.

La sezione distribuzione c.c. "Sbarra di continuità" sarà equipaggiata con:

- interruttore di manovra sezionatore tripolare generale, idoneo per impiego in c.c., con blocchetto contatti ausiliari;
- interruttori di protezione bipolari magnetotermici, idonei per impiego in c.c., per i circuiti ausiliari ciascuno dotato di blocchetto contatti ausiliari;
- strumenti di misura (1 voltmetro e 1 amperometro).

La sezione distribuzione utenze privilegiate "Sbarra essenziale" sarà alimentata mediante un UPS trifase di idonea taglia al fine di garantire, in caso di black out, per due ore la continuità: dell'illuminazione esterna delle cabine, della videosorveglianza, degli apparati di rete dati, dell'impianto antintrusione e alimentazione di un quadro prese di servizio.

La suddetta sezione sarà equipaggiata con:

- interruttore di manovra sezionatore tetrapolare generale, con blocchetto contatti ausiliari
- strumenti di misura con pannello indicatore digitale,
- interruttori di protezione utenze magnetotermici - differenziali e magnetotermici con blocchetti contatti ausiliari.

La portata degli interruttori sarà dimensionata per una corrente pari a circa 1,5 volte la corrente di esercizio, ma la taratura dell'interruttore sarà inferiore di circa il 20-25 % della portata nominale dei conduttori in uscita.

Il potere di interruzione dei singoli interruttori sarà sempre maggiore della massima corrente di cortocircuito che può verificarsi immediatamente a valle degli stessi.

Tutti gli interruttori che proteggono linee in partenza saranno scelti in maniera tale che:

- sia rispettata la condizione che l'energia specifica passante sia sempre $\leq K2S2$;
- sia sempre protetta contro i contatti indiretti la lunghezza totale della linea uscente.

Tutti gli interruttori con relè differenziale mediante toroide avranno la regolazione sia sul tempo che sulla sensibilità; quelli con relè differenziali incorporati avranno una sensibilità di 0,03 A.

Se in un quadro o in una linea vi sono due interruttori in cascata sarà prevista la selettività (ritardo temporale).

Gli eventuali contattori montati nei quadri saranno tutti di categoria AC3 oppure AC4 per comando condensatori.

Per la tipologia delle apparecchiature (interruttori, relè, cavetteria, etc.) vedere schemi funzionali di ciascun quadro.

1.3.6.4. CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI MESSA A TERRA

Saranno previste sbarra di rame lungo tutto il quadro e disposta nella parte bassa opportunamente forata per i collegamenti di messa a terra.

Le porte saranno collegate alla struttura metallica tramite trecce flessibili in rame, aventi sezione minima di 16mm².

Saranno previsti due collegamenti di messa a terra, poste alle estremità del quadro, all'impianto collettore equipotenziale della cabina.

1.3.6.5. PROVE

PROVE DI ACCETTAZIONE

Si effettueranno le prove individuali indicate al paragrafo 8.1.2 della norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1), ovvero:

- a) Controllo visivo dell'apparecchiatura, controllo del cablaggio, prova di funzionamento elettrico.
- b) Prova dielettrica.
- c) Verifica dei mezzi di protezione e della efficienza elettrica del circuito di protezione.

Saranno inoltre eseguite le seguenti verifiche, essendo l'apparecchiatura ANS, conformemente a quanto indicato al par. 8.2 e nella tab. 7 della norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):

- Verifica delle proprietà dielettriche tramite prove secondo par. 8.2.2
- Verifica dell'effettiva connessione tra le masse dell'apparecchiatura ed il circuito di protezione tramite ispezione
- Verifica della tenuta al cortocircuito del circuito di protezione tramite adeguato progetto e sistemazione del conduttore di protezione
- Verifica del funzionamento meccanico
- Verifica del grado di protezione

1.3.7. SEZIONE SERVIZI AUSILIARI 400 / 230VCA E 110VCC – QUADRO CARICABATTERIE E BATTERIE.

Alla sezione dei servizi ausiliari a 400 / 230Vca e 110Vcc appartengono i quadri caricabatteria e batterie che saranno appositamente progettati per alimentare le utenze ausiliarie in corrente continua a 110Vcc presenti nelle sottostazioni che alimentano la linea filoviaria TPTF di Verona.

Il quadro caricabatterie sarà costituito da un raddrizzatore in corrente continua al silicio a due rami per ricarica di una batteria di accumulatori e la contemporanea alimentazione delle utenze ausiliarie in corrente continua a 110 V c.c.

1.3.7.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI

• Isolamento galvanico	ingresso/uscita
• Tensione di alimentazione trifase	400Vca $\pm 10\%$
• Frequenza di alimentazione	50Hz $\pm 5\%$
• Tensione di erogazione nominale	110 Vcc
• Stabilizzazione statica tensione raddrizzata	$\pm 1\%$ Vn
• Ripple di tensione a valle del raddrizzatore	$< 1\%$ Vn
• Corrente massima erogabile ramo utenze ausiliarie	100 A
• Corrente nominale erogabile ramo batteria	60 A
• Tensione di carica tampone	2.27 V/el. (122.6 V)
• Ciclo di ricarica	DIN 41773
• Tempo di ricarica 80%	
• (Capacità nominale batteria C10 = 160 Ah)	10 ore

COMPONENTI PRINCIPALI

Nel quadro caricabatterie – batterie saranno previsti i seguenti componenti:

- Interruttore di rete generale non automatico
- N°2 Interruttori automatici ingresso rami
- N°2 interruttori non automatici uscita convertitori AC/DC
- N°1 Trasformatore di potenza trifase ingresso RAMO ALIMENTAZIONE UTENZE AUSILIARIE
- N°1 Trasformatore di potenza trifase ingresso RAMO BATTERIA
- Relè di minima tensione per circuiti c.c. ausiliari regolabile
- N°2 Ponte SCR totalcontrollato , 6 impulsi.
- Filtro L-C
- Sezionatore a fusibili su batteria
- Presa intermedia sulla batteria e diodo di blocco

Le segnalazioni seguenti saranno riportate in morsettiera tramite contatti di scambio libero da tensione:

Ramo di alimentazione delle utenze ausiliarie

- Segnalazione assenza tensione di rete
- Segnalazione anomalia raddrizzatore
- Segnalazione polo a terra

Ramo Batteria

- Segnalazione minima tensione di batteria

Sul fronte quadro saranno invece previsti i seguenti leds per segnalazione di:

Ramo di alimentazione delle utenze ausiliarie

- Rete regolare
- Sequenza fasi
- In servizio
- Avaria erogazione
- Tensione DC alta
- Fusibili ponte
- Sovratemperatura
- Sovraccarico
- Tensione DC bassa
- Tensione DC ok
- Tensione costante
- Pulsante prova LED

Ramo Batteria

- Rete regolare
- Sequenza fasi
- In servizio
- Avaria erogazione
- Tensione DC alta
- Fusibili ponte
- Sovratemperatura
- Durata massima carica
- Tensione DC bassa
- Livello 1 (carica tampone)
- Tensione costante
- Min. tensione batteria
- Batteria in scarica

- Polo +/- a terra
- Pulsante prova LED

Misure (strumenti autoalimentati da batteria con convertitore DC/DC)

- | | |
|--|----------|
| • Voltmetro tensione di batteria | digitale |
| • Amperometro corrente carica e scarica batterie | digitale |
| • Voltmetro tensione di uscita al ramo alimentazione utenze | digitale |
| • Amperometro corrente assorbita dal ramo alimentazione utenze | digitale |

1.3.7.2. DATI COSTRUTTIVI

Caratteristiche meccaniche

- | | |
|---|---|
| • Tipo di struttura | armadi da pavimento affiancati |
| • Dimensioni armadio raddrizzatore indicativa | L= 1000 P= 800 H= 2100 |
| • Dimensioni armadio batteria indicativa | L= 600 P= 800 H= 2100 |
| • Entrata cavi | dal basso |
| • Spessore lamierati | mm 1,5 |
| • Spessore della porta | mm 2 |
| • Grado di protezione con porta aperta | IP20 |
| • Grado di protezione con porta chiusa | IP30 |
| • Accessibilità | dal fronte, per la normale manutenzione |
| • Particolari interni | lamiera zincata |

Verniciatura

La carpenteria, lavorata a regola d'arte, sarà sottoposta a trattamento antiruggine, stuccata, rasata e verniciata internamente ed esternamente con smalto sintetico essiccante al forno, del tipo semilucido, nel colore che sarà definito.

Lo spessore minimo della finitura sarà di 50 µm.

1.3.7.3. CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante la fiamma, del tipo NO7V-K per le linee di terra ed equipotenziali, N1VV-K e N1VC4V-K per energia, comandi e segnalazioni, secondo le norme CEI 20-22, di sezione minima 1,5 mmq.

Tutti i conduttori dei circuiti relativi all'apparecchiatura contenuta nei quadri saranno attestati a morsettiere componibili numerate. Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e 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.

Ciascuna parte terminale dei conduttori sarà provvista di adatti puntalini preisolati.

ACCESSORI

- Golfari di sollevamento
- Cartelli monitori

ARMADIO CON BATTERIE DI ACCUMULATORI ERMETICI AL Pb

- | | | |
|---|---|-----|
| • Capacità nominale | Ah | 160 |
| • Tensione nominale totale | Vdc | 108 |
| • Numero elementi | | 54 |
| • Numero di monoblocchi | | 9 |
| • Tensione singolo monoblocco | Vdc | 12 |
| • Vita Attesa | anni | 12 |
| • Fornitura | batteria fornita in imballaggio a parte | |
| • Collegamenti ed accessori per il montaggio | compresi nella fornitura | |
| • Contenitore e coperchio in ABS ritardante la fiamma | | |

1.3.7.4. PROVE

PROVE DI ACCETTAZIONE

Si effettueranno le prove individuali indicate nella Normativa di riferimento in particolare la CEI 22-7.

PROVE DI TIPO

Saranno forniti i certificati delle prove di tipo disponibili presso il fornitore.

1.4. IMPIANTI A SERVIZIO DELLE SSE

Il presente capitolo descrive gli impianti elettrici e speciali a servizio delle SSE di trasformazione e conversione e precisamente:

- impianto di illuminazione
- impianto FM di servizio
- impianto di drenaggio delle acque bianche di sentina per le SSE di tipo interrato
- impianto di ventilazione
- impianti speciali quali:
 - rivelazione fumi ed allarme incendio
 - allarme intrusione
 - rilevamento presenza acqua nei cunicoli cavi
 - videosorveglianza

1.4.1. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE SSE

L'impianto d'illuminazione delle cabine delle SSE sarà realizzato con l'impiego di armature industriali del tipo fluorescente.

L'impianto d'illuminazione sarà ad accensione manuale mediante organi di comando posizionati all'ingresso dei locali.

Non è prevista illuminazione esterna salvo quella dedicata alle uscite o alle scale di accesso per le SSE interrate. Tale illuminazione sarà utilizzata solo al bisogno e quindi rimarrà normalmente spenta e pertanto non soggetta all'applicazione della Legge 17/2009 della Regione Veneto (disposizioni per il contenimento dell'inquinamento luminoso).

Nei locali che costituiscono la SSE è prevista l'illuminazione normale e di emergenza/sicurezza.

L'illuminazione di emergenza/sicurezza sarà realizzata mediante l'impiego di lampade fluorescenti con alimentazione autonoma con batterie ricaricabili alla tensione di rete o in alternativa utilizzando le stesse plafoniere dell'illuminazione normale, dotate di idoneo sistema e circuito di emergenza.

Saranno illuminati anche i locali riservati all'Ente fornitore e il locale dedicato ai gruppi di misura.

Le caratteristiche principali dell'impianto di illuminazione saranno:

- tipo di esecuzione: a vista
- grado di protezione minimo: IP44
- livello di illuminamento medio: 300 lux (zone fronte quadri locali utente)

1.4.2. IMPIANTO FM DI SERVIZIO

Per i locali di cabina/SSE è previsto un impianto di FM di servizio e precisamente:

- Nr 1 pannello prese CEE con interruttore di blocco per il locale cabina di conversione composto da:
 - n° 1 presa CEE 2P+T 16A IP44
 - n° 1 presa CEE 3P+T 16A IP44
- Nr 1 pannello prese CEE con interruttore di blocco per il locale Ente Fornitore composto da:
 - n° 1 presa CEE 2P+T 16A IP44
 - n° 1 presa CEE 3P+T 16A IP44

1.4.3. IMPIANTO DI DRENAGGIO DELLE ACQUE BIANCHE DI SENTINA PER LE SSE DI TIPO INTERRATO

Nelle cabine SSE di tipo interrato è previsto un impianto di drenaggio delle acque di sentina che potrebbero accumularsi nei cunicoli interrati in caso di infiltrazioni dell'acqua piovana. L'impianto sarà costituito da:

- nr 2 pompe sommergibili 3mc/h 7m c.a.
- nr 1 quadro elettrico di comando e scambio
- nr 1 sistema a galleggianti per controllo livello e allarme troppo pieno
- accessori di montaggio e installazione

Le caratteristiche principali dell'impianto FM di servizio saranno:

- tipo di esecuzione: a vista
- grado di protezione minimo: IP44

1.4.4. IMPIANTO DI VENTILAZIONE / ASPIRAZIONE

Per i locali di cabina/SSE è previsto un impianto di aerazione naturale costituito da apposite griglie, dotate di rete antivolatile.

Ad integrazione dell'aerazione naturale sarà installato un impianto di ventilazione/aspirazione forzata costituito da 2 ventilatori installati in corrispondenza dei 2 trasformatori di potenza. Le griglie, deputate alla aerazione naturale, fungeranno altresì da ripresa aria esterna. I ventilatori avranno le caratteristiche necessarie per l'espulsione e lo smaltimento del calore causato dalle perdite (Cu + Fe) dei trasformatori e dei quadri elettrici.

Si è dato particolare risalto al contenimento del rumore prevedendo l'installazione di ventilatori cassonati super insonorizzati, al posto dei tradizionali aspiratori elicoidali notoriamente molto rumorosi.

Le caratteristiche tecniche principali sono:

- Alimentazione 230V - 50Hz F+N+PE

- Potenza nominale 0,27kW - 1,4A
- Giri / poli 920 rpm / 6 poli
- Portata 4200 m3/h
- Grado protezione IP44 – classe F
- Pressione acustica 41db(A) a 3m
- Accessori serranda esterna con parapioggia a gravità
rete anti volatile
sezionatore linea elettrica per manutenzione
regolatore di velocità

L'accensione e lo spegnimento dei ventilatori avverrà in automatico mediante un termostato ambiente opportunamente tarato a 30°C.

Le caratteristiche principali dell'impianto di alimentazione saranno:

- tipo di esecuzione: a vista
- grado di protezione minimo: IP44

1.4.5. IMPIANTO DI RIVELAZIONE FUMI ED ALLARME INCENDIO

Per i locali di cabina/SSE è previsto un impianto di rivelazione fumi ed allarme incendio il cui intervento consiste nel segnalare tempestivamente un eventuale principio di incendio nelle seguenti modalità:

- segnalazione locale mediante pannello ottico ed acustico per l'intervento immediato e la sicurezza del personale eventualmente presente in cabina di SSE
- segnalazione remota al sistema di governo per gli interventi del caso, secondo procedure da stabilire in sede di esercizio

L'impianto di rivelazione fumi ed allarme incendio sarà del tipo analogico con elementi indirizzabili su loop di rivelazione con la seguente architettura:

- centrale analogica a microprocessore per la gestione di sistemi antincendio, sviluppata secondo le normative EN54, capacità 2 loop (198 sensori e 198 interfacce in/out), completa di batterie ricaricabili alla tensione di rete per l'alimentazione autonoma e scheda di comunicazione di rete (RS232/485) verso il sistema di governo
- rivelatore a doppia tecnologia ottico di fumo e termico, del tipo analogico indirizzabile su loop di rivelazione, completo di base di supporto per fissaggio a soffitto con isolatore di linea, conforme EN.54
- pulsante manuale allarme incendio, in custodia colore rosso in materiale plastico con vetro a rompere IP44, fissaggio a vista, tipo analogico indirizzabile su loop di rivelazione, dotato di doppio isolatore di linea

- pannello segnalazione allarme incendio ottico/acustico, funzionamento 12/24Vcc da centrale, conforme a EN-54-3, completo di kit IP55 e sirena di rinforzo
- loop di rivelazione in cavo schermato con filo di drenaggio e twistato con passo 10cm, conforme a norma UNI9795-2010 colore rosso, resistente al fuoco per 30 min, bassa emissione di fumi e senza alogeni (LSZH), grado di isolamento 4
- impianto in esecuzione a vista
- armadio di contenimento delle centrali antincendio e antintrusione

1.4.6. IMPIANTO DI RILEVAMENTO E SEGNALAZIONE PRESENZA ACQUA NEI CUNICOLI CAVI IN SSE

Per i locali di cabina/SSE è previsto un impianto di rilevamento e segnalazione al sistema di governo dell'eventuale presenza di acqua, dovuta ad accidentali ed impreviste infiltrazioni dall'esterno o dal terreno.

Il rilevamento verrà effettuato attraverso delle sonde puntiformi dislocate in vari punti dei cunicoli interrati di posa cavi.

Il segnale fornito da detti sensori verrà inserito nel loop antincendio attraverso degli appositi moduli di ingresso, permettendo in questo modo l'integrazione dell'allarme presenza acqua nel sistema centrale antincendio e di conseguenza al sistema centrale di governo.

1.4.7. IMPIANTO DI ALLARME INTRUSIONE

Essendo i locali di cabina/SSE normalmente non presidiati, è prevista l'installazione di un impianto di allarme intrusione, il cui intervento consiste nel segnalare tempestivamente al sistema di governo un eventuale intrusione di persone non autorizzate per gli interventi del caso, secondo procedure da stabilire in sede di esercizio.

L'impianto di rivelazione di allarme, previsto per ogni unità, è previsto solamente all'interno delle unità, realizzando una protezione perimetrale interna, non è possibile realizzare una protezione perimetrale esterna, in quanto le aree esterne sono comuni alle due unità e quindi la gestione dell'impianto risulterebbe difficile.

L'impianto sarà costituito da:

- centrale di allarme multi-zona conforme EN50131 grado 2, completa di batterie ricaricabili alla tensione di rete per l'alimentazione autonoma e scheda di comunicazione di rete (RS232/485) verso il sistema di governo
- sensori a doppia tecnologia, infrarosso + microonde, per la realizzazione di protezione volumetrica interna

- sensori a contatto magnetico sulle porte con accesso dall'esterno, per la protezione contro l'apertura delle stesse
- tastiera elettronica per l'inserimento e il disinserimento dell'impianto
- rete cavi di collegamento dei sensori ed attuatori in cavo schermato e twistato per impianti di allarme, isolamento e guaina esterna PVC non propagante l'incendio, grado 4 (2x0,75+4x0,22mmq)
- impianto in esecuzione a vista
- armadio di contenimento delle centrali antintrusione e antincendio

1.4.8. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

L'impianto di videosorveglianza è previsto sia dell'area esterna ed interna di ogni sottostazione.

Nella sottostazione fuori terra l'impianto è costituito da due telecamere per esterno localizzate ai vertici opposti dell'area individuata dalla SSE.

Nella sottostazione interrata è prevista una telecamera localizzata in prossimità dell'area di accesso alla SSE.

All'interno di entrambe le tipologie di sottostazione è previsto una telecamera per videosorvegliare l'area di accesso al locale apparecchiature.

Si rimanda per le caratteristiche tecniche e costruttive dell'impianto al documento di dettaglio del progetto definitivo PD E0300 RT03A.

2. LINEA DI CONTATTO

2.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

La progettazione e la realizzazione della linea aerea di contatto dovranno essere conformi alle Norme qui di seguito elencate a titolo indicativo e non esaustivo:

- Tutte le Leggi e norme vigenti in materia antinfortunistica con particolare riferimento al D.P.R. n. 547 del 27.4.1955, al D.P.R. n. 164 del 7.1.1956, al D. Lgs. n. 626 del 19.9.1994 come modificato e integrato dal D. Lgs. n. 242 del 19.3.1996
- D. Lgs. N. 494 del 14/08/96 e successive modificazioni ed integrazioni
- Nuovo codice della strada e relativo regolamento di attuazione vigenti
- Regolamento apertura cavi stradali del Comune di Verona e s.m. ed i.
- Leggi, regolamenti, norme e prescrizioni in materia di prevenzione contro gli incendi
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano con particolare riferimento alle Norme CEI 9-2 e Norme CEI EN 50119, CEI EN 50122-1, CEI EN 50345, CEI EN 50149; alle Norme UNI ed alle tabelle CEI-UNEL per quanto riguarda gli impianti ed apparecchiature elettriche.

2.1.1. DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE

Le opere dell'appalto sono così sommariamente definite:

- a) installazione di semplice o doppio bifilare, compresi scambi e incroci, con sospensioni di tipo elastico dotate dei relativi trasversali, sostegni, ganci a muro, mensole per fissaggio a palo, da realizzare lungo il percorso dettagliatamente definito nelle planimetrie di progetto definitivo.
- b) I pali saranno del tipo cilindrico rastremato, zincati e verniciati secondo la colorazione scelta dal committente e predisposti per l'integrazione con la pubblica illuminazione. Tale integrazione in alcuni canali stradali è già prevista nell'ambito del progetto definitivo.
- c) posa di divergenze radiocomandate, di convergenze, di incroci e di sezionamenti;
- d) fissaggi di ganci a muro;

2.1.2. REQUISITI DELLA LINEA DI CONTATTO

In termini generali l'intero sistema di sospensione risponderà ai requisiti del doppio isolamento e l'impatto della linea di contatto sarà il più contenuto possibile.

Particolare attenzione è stata data allo studio sul posizionamento dei pali cercando di ridurne al massimo il numero ed alla possibilità di adottare campate quanto più ampie possibili.

La distribuzione dell'energia lungo le tratte da elettrificare avverrà per mezzo di una linea di contatto aerea destinata a funzionare a 750V c.c. + 20% – 33% e costituita da un sistema bifilare per ogni senso di marcia.

Il bifilare di alimentazione sarà costituito da due fili di rame sagomato (uno per il conduttore positivo e uno per il conduttore negativo), aventi sezione nominale di 100 mm² cadauno, passo di 600 mm con positivo a sinistra del senso di marcia.

I trasversali di sostegno saranno realizzati in funi di Acciaio Inox avente diam. esterno non inferiore a 10 mm.

L'altezza dei bifilari dal piano stradale in corrispondenza di ogni trasversale deve essere tenuta in modo che in centro alla campata i conduttori si trovino sempre ad un'altezza non inferiore a metri 5,60 dal piano stradale. Nelle tratte in cui è necessaria una variazione della quota del filo di contatto del piano stradale, ad esempio nelle rampe di ingresso/uscita di un sottovia, questa dovrà avvenire entro i limiti indicati dalla Norma CEI EN 50149

La sospensione elastica di rettilineo sarà in genere costituita da un elemento superiore che si connette con la fune trasversale di sostegno e da un elemento inferiore che porta il filo di contatto. I due elementi sono collegati fra loro attraverso due pendoli inclinati, che costituiscono i lati maggiori di un parallelogramma.

Per la ripartizione delle correnti fra i conduttori aerei dello stesso polo elettrico del doppio bifilare dovranno essere realizzati dei collegamenti equipotenziali ogni 300 metri circa connessi sulle coppie sui due sensi di marcia (positive e negative).

Le sospensioni trasversali saranno ancorate ai sostegni sia direttamente che mediante realizzazioni ad Y, a "Losanga", o a reticoli complessi a seconda dei casi.

Il tirante, salvo casi particolari, eserciterà lo sforzo di trazione in direzione normale ai fili di contatto e per quanto possibile la pendenza nel piano verticale non sarà inferiore al 10% (circa 6°) salvo nel caso in cui lo stesso risulti poco caricato.

Per isolare tratti di linea si utilizzeranno isolatori di sezione sospesi alle loro estremità mediante due trasversali paralleli portanti una sospensione isolata ciascuno od altra sistemistica altrettanto funzionale.

Nei tratti di divergenza e/o convergenza delle linee, verranno installati scambi del tipo a " filo non tagliato". Sarà previsto il comando elettronico a distanza in sicurezza dalla cabina di guida del veicolo sui tratti di divergenza corredato dalle opportune segnalazioni poste sulla via di corsa della posizione effettiva dello scambio.

Per le distanze di sicurezza dalle parti in tensione della linea di contatto da opere fisse, come parti metalliche o manufatti murari, devono essere osservate le norme vigenti in materia (norme CEI EN 50119 e 50122).

2.2. QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.2.1. GENERALITÀ

Tutti i materiali occorrenti per la costruzione e per dare gli impianti di linea aerea perfettamente funzionanti dovranno essere forniti dall'Impresa aggiudicataria.

I materiali da impiegare dovranno essere di primaria marca e della migliore qualità e idonei al servizio cui sono destinati.

Verranno forniti i certificati relativi alle prove contemplate nelle norme sopra citate relative ai materiali ed ai sistemi di qualità.

2.2.2. PALI DI FONDAZIONE

I pali di sostegno saranno di tipo cilindrico rastremati con altezza standard di 8.2 m oltre la parte infissa. I pali che prevedono l'integrazione della illuminazione pubblica saranno di altezza 11,50 m

In accordo con le prescrizioni della norma CEI 7-6, viene previsto un trattamento protettivo mediante zincatura a caldo in bagno di zinco fuso a 450°C e completato con un manicotto anticorrosivo fissato a caldo alla base del palo.

Gli stessi verranno verniciati secondo il ciclo di verniciatura indicato nei documenti specifici. Su ogni palo dovrà essere stampigliata, mediante punzonatura, la tipologia costruttiva che a sua volta ne identifica l'altezza, il diametro e lo spessore del tronco alla base; oltre alla propria destinazione d'uso.

Le caratteristiche meccaniche non dovranno essere inferiori ai seguenti dati:

- carico di rottura: 59 daN/mm²
- carico di snervamento: 37,5 daN/mm²
- allungamento: 17%

All'atto dell'infissione i pali saranno opportunamente controbilanciati al senso dei tiri dei trasversali (strapiombo). Ognuno di questi sarà equipaggiato di opportuno bullone di connessione per la corda di messa a terra.

2.2.3. FONDAZIONI

I blocchi di fondazione saranno costituiti da plinti parallelepipedi a base quadrata in cls con Rck $\geq$ 300 daN/cm³ e completamente interrati.

Le dimensioni dei blocchi saranno tali da sopportare il massimo tiro applicabile ai pali che vi sono installati, indipendentemente dai tiri reali che vi agiscono, in modo da garantire lo stesso grado di sicurezza per i blocchi ed i pali.

Nel blocco sarà ricavato il vano per la successiva infissione del palo mediante l'inglobamento di un tubo in cemento. L'intercapedine tra il palo ed il blocco sarà riempita con sabbia pulita e costipata con acqua, in modo da permettere un facile sfilamento del palo in caso di sostituzione del medesimo; successivamente l'intercapedine verrà sigillata con malta cementizia e dovrà essere realizzato un collare di protezione attorno al palo.

Nel caso fosse impossibile, per motivi di forza maggiore, eseguire i blocchi come sopra specificato saranno previsti plinti di altre dimensioni o soluzioni equivalenti dal punto di vista strutturale, quali piastre di base con tirafondi, pali flangiati o altro.

La costruzione di tali manufatti rispetterà inoltre i franchi minimi imposti dalla normativa circa il distanziamento dalle linee di sottoservizi.

2.2.4. FILO DI CONTATTO

Il filo di contatto dovrà essere in rame elettrolitico, a sezione sagomata da 100 mm² nominali, avente caratteristiche e dati costruttivi come riportato nella tabella CEI-UNEL-UNIFER 70611-71.

Le giunzioni del filo verranno eseguite mediante giunti in cuprolega con viti di pressione come indicato nella tabella CEI-UNEL 73632-68 e saranno installate ad una distanza non inferiore ad 1 m dalle trasversali di sospensione.

2.2.5. MATERIALE DI SOSPENSIONE

Il materiale metallico avente funzione meccanica, come i materiali di poligonazione, sostegno, sospensione, ecc., sarà per quanto possibile in acciaio inossidabile. Non è ammesso l'uso dell'acciaio non inossidabile nei trasversali di sospensione, tiranti alla mensola e sistemi di pendinatura.

2.2.6. FUNI PORTANTI E DI ORMEGGIO

In considerazione delle differenti applicazioni e sollecitazioni alle quali tali funi sono sottoposte, allo scopo di unificarne l'impiego, si intende in via di principio utilizzare la sola fune di diametro 10 mm.

Viene fatta eccezione per alcune situazioni relative alle tratte di elettrificazione proposte nel progetto di estensione al centro storico per le quali i trasversali in Acciaio Inox saranno sostituiti da pari elemento di sospensione costituito da fune isolante con anima interna in filato aramidico avente ridotte percentuali di allungamento e guaina esterna in polietilene. Come meglio dettagliato nella relazione tecnica del progetto di estensione in alcune vie del centro storico la vicinanza dei trasversali con balconi e finestre degli edifici

consiglia, per una maggiore sicurezza l'uso di un trasversale completamente isolato anziché il trasversale in inox isolato solamente all'ormeggio.

2.2.7. COMPONENTI PER ASSIEME TRASVERSALE INOX E METODOLOGIA DI ASSEMBLAGGIO

Ogni trasversale in fune d'Acciaio Inox sarà composta dal singolo elemento fune corredato da redancia Inox e manicotto "Tallurit"; la cui compressione sarà eseguita tramite pressa idraulica con valore minimo di 500 kN. I numeri di compressioni verranno definiti in fase di progettazione esecutiva e selezione manicotto.

2.2.8. TERMINALI PER FUNI SINTETICHE E ANELLI DI POLIGONAZIONE

I terminali per la fune sintetica saranno in acciaio inossidabile e di tipo idrorepellenti; pertanto dotati di appropriate protezioni alla penetrazione dei liquidi.

Gli anelli per poligonazioni, saranno in acciaio inossidabile di diametro esterno non inferiore a mm. 88 e toroide $\varnothing 14$ mm.

2.2.9. COLLARI

I collari di attacco delle funi portanti e di ormeggio al palo, completi di bulloni M18x60mm in acciaio inox e relative rondelle in acciaio inox. saranno realizzati in acciaio piatto laminato Fe360 da mm.60x5, fucinati a caldo e zincati a caldo in bagno di zinco fuso a 450 °C.

2.2.10. MENSOLE

Le mensole per il sostegno delle sospensioni dei fili di contatto saranno costituite da:

- tubo in acciaio Fe 360 $\varnothing_{est}$ 55 mm, spessore 5 mm zincato a caldo in bagno di zinco fuso a 400 °C
- isolatore in vetroresina rivestita da gomma siliconica quale isolamento della mensola al palo

Ad ogni singola mensola verrà applicata una mano di fondo epossidico e successivamente verniciata con smalto di colore da definirsi in fase di progettazione esecutiva.

2.2.11. GANCI A MURO

I ganci da fissare nelle murature saranno ricavati da ferro tondo Fe 350 laminato a caldo $\varnothing$ 24mm e formati per fucinatura integrale a caldo, zincati a caldo in bagno di zinco fuso a 450°C ed avere le caratteristiche meccaniche tali da sopportare i tiri delle funi portanti e di ormeggio ad essi collegati.

Ciascun ancoraggio verrà sottoposto a prova di trazione mediante martinetto idraulico, dotato di cono di contrasto; carico di prova > 2000 daN. Al termine verrà rilasciata opportuna dichiarazione di prova effettuata.

2.2.12. SOSPENSIONI

Le sospensioni per il filo di contatto saranno di tipo "elastico".

Le sospensioni per rettifilo e/o poligonazione fino a 2,5° comprenderanno un corpo in materiale isolante sintetico da appendere, con opportuni accessori in acciaio inox, alle funi o alle mensole. Al corpo isolante sarà fissata una forcella in acciaio inox con occhioli che sospenderà, tramite due pendini di filo di acciaio inox "1/2 crudo" Ø 4 mm lunghi 35 cm circa e opportunamente sagomati, una forcella inferiore con barra pure in acciaio inox con occhioli. Alle estremità di sezione quadrata della barra della forcella inferiore saranno fissati due morsetti in bronzo con pinza adatta per il filo di contatto sagomato.

Le sospensioni per curva e/o poligonazione da 3° a 30° comprenderanno un corpo di materiale isolante sintetico da appendere, con opportuni accessori di acciaio inox, alle funi o alle mensole. Al corpo isolante sarà fissato un supporto di acciaio inox con occhio e con tenditore pure con occhio per pendini. I pendini di filo di acciaio inox "1/2 crudo" Ø 4 mm di lunghezza adeguata avranno all'altra estremità le leve di ritenuta griffa in acciaio inox. Il numero di leve (1, 2 o 3) di ogni sospensione di curva dipende dall'angolo di poligonazione e dalla lunghezza della griffa necessaria.

Le griffe per la poligonazione del filo di contatto dovranno essere del tipo elastico e non precurvato. Saranno costituite da più elementi di acciaio zincato a caldo opportunamente assemblati. La loro lunghezza, variabile da 60 cm a 300 cm con modulo di 60 cm, dipenderà dall'angolo di poligonazione necessario.

2.2.13. ISOLATORI DI SEZIONE

Gli isolatori di sezione saranno idonei per essere sospesi con n. 2 sospensioni di retta del tipo elastico e costruiti in modo che il tiro del filo di contatto non agisca sull'elemento isolante, ma su apposite barre laterali. Risulterà in tal modo possibile la rapida sostituzione della barretta isolante, su cui scorre il pattino dell'asta del filobus, senza smontare il sezionatore. Ogni sezionatore avrà a corredo una barretta in rame dimensionalmente identica alla barretta isolante.

2.2.14. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

Per la ripartizione della corrente fra i conduttori dello stesso polo elettrico del doppio bifilare saranno realizzati dei collegamenti equipotenziali, ogni 700 m circa, tra i fili di contatto. Tali fili saranno realizzati con: cavo FG71R 1,8/3kV della sezione di 150 mm², fascettatura del medesimo sulla trasversale, morsetteria per il collegamento del cavo al filo di contatto.

2.2.15. SCAMBI ED INCROCI

Gli scambi e gli incroci previsti saranno del tipo a fili di contatto "non tagliati" dotati di dispositivi per il passaggio delle prese di corrente dei filobus ed essere costruiti in modo da poter sostituire i vari componenti senza dover rimuovere lo scambio.

Per gli scambi elettrici di entrata verrà previsto apparato di segnalazione di direzione luminoso realizzato tramite dispositivi a led con comando ad infrarossi effettuato a distanza da bordo delle vetture.

La posa e messa in esercizio comprenderà idonei sistemi di sospensione.

2.3. MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI DI POSA DELLA RETE AEREA

2.3.1. PALI DISOSPENSIONE

I pali saranno forniti già verniciati secondo quanto previsto nella specifica tecnica.

L'imballaggio per il trasporto dei pali verrà effettuato secondo i seguenti criteri:

- i pali saranno protetti singolarmente con adeguato rivestimento, in modo che la vernice non venga danneggiata durante il trasporto, la movimentazione e lo stoccaggio in ambiente esterno.
- il rivestimento protettivo verrà realizzato in polietilene espanso con pellicola di polietilene neutro di adeguato spessore;
- ciascun fascio sarà inoltre essere avvolto con pellicola di polietilene coestruso anti UV atto ad evitare il deterioramento dell'uniformità cromatica della verniciatura.

Per la posa in opera dei pali si procederà eseguendo le seguenti lavorazioni:

- scavo a sezione obbligata per la realizzazione delle fondazioni dei pali;
- posa del picchetto di terra sul fondo dello scavo e collegamento corda di terra al picchetto lasciando la corda all'interno del tubo in cls
- getto dei plinti di fondazione in calcestruzzo predisponendo l'alloggiamento del palo inglobando un tubo di cemento vibrato nel getto;
- montaggio del palo con opportuni strapiombi, da definire all'atto della posa in funzione delle sollecitazioni cui sono sottoposti, in modo da presentarsi, una volta caricati, perfettamente verticali;
- collegamento della corda di terra al palo

- Riempimento con sabbia pulita e costipata con acqua e successiva sigillatura dell'intercapedine tra palo e fondazione;
- Realizzazione, nella parte superiore del blocco di fondazione, di un collare per la protezione del palo dalla corrosione, sigillato intorno al palo, sporgente dal piano del terreno e lisciato superiormente a spiovente con malta di cemento

2.3.2. GANCI DI AMMARRO A PARETE

Per la posa in opera dei ganci di ormeggio si procederà a:

- determinare l'esatta posizione dell'ormeggio;
- determinare il sistema più adatto di ancoraggio, in relazione al tiro scaricato dalla sospensione, ed alle caratteristiche strutturali dell'edificio;
- sottoporre all'approvazione del DL le soluzioni individuate per la realizzazione degli attacchi;
- provvedere alla preventiva individuazione dei ferri di armatura presenti sulle facciate mediante strumenti idonei ed eseguendo saggi sulle murature prima della foratura definitiva che può avvenire solo dopo l'approvazione da parte della DL;
- eseguire le forature sulle facciate. Se, durante l'operazione di foratura, venissero comunque incontrati ferri di armatura, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà spostare l'ubicazione dei fori e ripristinare le murature in corrispondenza dei fori iniziati e non utilizzati;
- fissaggio dei ganci utilizzando esclusivamente cemento a presa rapida ovvero tasselli chimici.

2.3.3. SOSPENSIONI

Le sospensioni che vengono utilizzate saranno montate su tiranteria trasversale realizzata con funi in Acciaio Inox o su mensole isolate incernierate a pali.

Si provvederà a montare alla quota corretta e serrare adeguatamente sui pali i collari e le mensole che fanno da supporto alle sospensioni;

Verranno posizionati tutti i tiranti supporto alle mensole e verificato il corretto posizionamento degli isolatori al palo.

Nel caso di sospensioni su tiranteria trasversale, si provvederà a:

- definire le esatte lunghezze di ogni tirante;
- realizzare l'assieme trasversale in fune d'Acciaio, collocare le opportune redance di protezione, calzare i relativi manicotti "Tallurit" ed eseguire in successione le opportune e predefinite compressioni a $\frac{1}{2}$ pressa idraulica ad un valore non inferiore a 500 kN;

- posare le sospensioni preventivamente montate fissandole ai pali o alle mensole.

2.3.4. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

Verranno forniti tutti i materiali necessari ed eseguire i collegamenti equipotenziali, realizzati tra i fili aerei di contatto dello stesso polo elettrico del doppio bifilare, provvedendo in sintesi a:

- realizzare il taglio a misura dei cavi verso la linea aerea;
- collegare, per mezzo dei morsetti, i cavi ai fili di contatto dello stesso polo elettrico del doppio bifilare
- fissare i cavi alla mensola o al tirante trasversale, mediante collari in poliammide

2.3.5. POSA IN OPERA DEI FILI DI CONTATTO

La posa in opera dei fili di contatto sarà eseguita in modo che le operazioni relative, in nessun caso, possano creare situazioni di pericolo.

La posa verrà eseguita con le seguenti modalità:

- i fili di contatto verranno sospesi alle trasversali e posizionati in modo da realizzare la corretta poligonazione, con l'ausilio di apposite sospensioni provvisorie;
- i fili di contatto dovranno essere ancorati e tesati con contrappesi pari al tiro previsto dalla curva di posa aumentato del 10%, questa operazione dovrà essere effettuata per ogni tratta di filo contenuto in una bobina;
- in accordo con la DL verranno stabilite le poligonazioni e le posizioni definitive dei fili di contatto e si procederà ad effettuare gli aggiustamenti necessari;
- dopo queste operazioni si regolerà nuovamente la tesatura secondo la curva di posa e, successivamente, verranno installate le sospensioni di retta e di curva.
- in ultima fase e a linea ultimata, verrà poi verificato che la quota dei fili di contatto risulti, sotto sospensione, quella indicata nel piano di elettrificazione.

2.4. SEZIONAMENTI LUNGO LINEA E DI DEPOSITO

Nel seguito sono descritte le caratteristiche elettriche e meccaniche dei quadri di sezionamento della linea di contatto in corrente continua a 750Vcc della linea filoviaria TPTF di Verona, appositamente progettati per l'installazione all'esterno a pavimento (lungo linea in prossimità delle diramazioni delle vie di corsa e all'interno dell'area del Deposito).

I quadri saranno da esterno in acciaio INOX, portella frontale incernierata con serratura e vano cavi inferiore con pannelli sbullonabili.

Saranno fornite le seguenti due tipologie di quadro:

	CONFIGURAZIONE	APPLICABILE
<u>Quadro tipo A</u>	1 sezionatore bipolare con apertura sottocarico, con contatto ausiliario di messa a terra polo negativo e comando motorizzato	QSEZ. 1,2,3,4,5,6,8 ¹
<u>Quadro tipo B</u>	2 sezionatori bipolari con apertura sottocarico e comando manuale	QSEZ. 7 ²

2.4.1. DATI ELETTRICI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI: QUADRO TIPO A E TIPO B

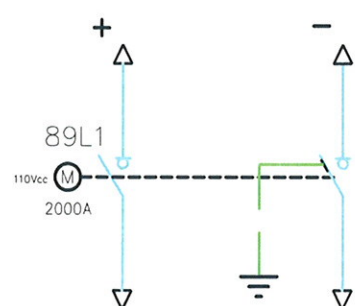
Tensione nominale Un (CEI EN 50123 Tab.1)	3000Vcc
Tensione di targa U _{Ne} (CEI EN 50163 Tab.1)	3600Vcc
Tensione di isolamento assegnato UN _m (CEI EN 50123-6 Tab.1)	3,6kV
Classe di sovratensione	0v3
Tensione di tenuta ad impulso UNI (CEI EN 50124 Tab.A2 A3)	
verso terra e tra i poli	25kV
sulla distanza di sezionamento (CEI EN 50123-1 Tab.1)	30kV
Tensione a frequenza industriale U _a (CEI EN 50124 Tab.A.2 A.3)	

¹ Quadri di sezionamento impiegati per sezionare la linea lungo il tracciato, si veda a miglior spiegazione lo Schema elettrico di trazione, documento PD E0300 SH01A.

² Quadro di sezionamento impiegato per sezionare la "Linea di prova 1" e "Linea di prova 2" all'interno del fabbricato officina, si veda a miglior spiegazione lo Schema elettrico di trazione, documento PD E0300 SH01A.

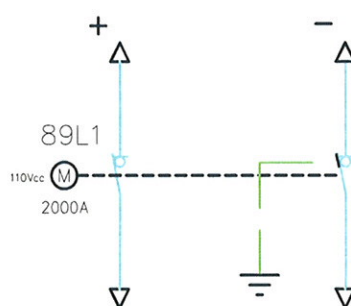
verso terra e tra i poli	11,5kV
sulla distanza di sezionamento (CEI EN 50124-1 Art.6.3.1.1)	13,8kV
Corrente nominale (corrente di targa di servizio I _{ne})	2000A
Corrente ammissibile di breve durata	40kA
Tensione aux motori, comandi e segnalazioni	110 (+10,-15%) Vcc
	-- sistema flottante verso terra
Tensione aux per anticondensa e luce interna	230 -- sistema TN-S Vca

SCHEMA DI PRINCIPIO VALIDO PER QUADRO TIPO A



APERTO

la polarità negativa chiude su terra



CHIUSO

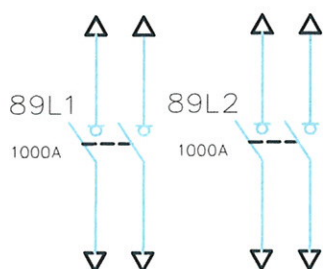
la polarità negativa non è chiusa su terra

Il sezionatore bipolare in posizione “CHIUSO” presenta il polo negativo non connesso ad un collegamento di terra.

Il sezionatore bipolare in posizione “APERTO” presenta il polo negativo connesso ad un collegamento di terra.

La manovra del sezionatore sarà di tipo motorizzata con apertura sottocarico.

SCHEMA DI PRINCIPIO VALIDO PER QUADRO TIPO B



La manovra dei due sezionatori sarà di tipo manuale con apertura sottocarico.

2.4.2. DATI COSTRUTTIVI: QUADRI TIPO A E TIPO B

La struttura sarà di tipo monoblocco con pannelli di chiusura esterni in lamiera di acciaio INOX AISI 316 di spessore 20/10 mm, saldati al TIG al fine di garantire il grado di protezione e la resistenza meccanica.

L'isolamento termico sarà garantito dal completo rivestimento interno con pannellatura ISOPAN.

Sarà previsto di controllo dei parametri ambientali interni attraverso l'installazione di:

- Un termostato per il rilevamento del superamento della soglia massima di temperatura (soglia regolabile).
- Un termostato per il rilevamento del superamento della soglia minima di temperatura (soglia regolabile).
- Due ventole di raffreddamento
- Una scaldiglia.

La carpenteria del quadro risulta composta in particolare da:

Bulloneria, leveraggi ed accessori in acciaio INOX per qualsiasi elemento a contatto con l'ambiente esterno.

Segregazioni interne verticali in lamiera di acciaio INOX di spessore 15/10 mm

Pannelli interni di chiusura in lamiera di acciaio INOX 15/10 mm

Porte anteriori in acciaio INOX AISI 316 – 20/10 mm

Grado di protezione IP:

Il grado di protezione del quadro sarà IP55 a portelle chiuse, IP31 a portelle aperte.

2.4.3. CARATTERISTICHE CONNESSIONI DI TERRA

L'impianto di terra verrà realizzata o con una barra di terra o direttamente sulla struttura metallica. Tutta la struttura e gli elementi di carpenteria saranno francamente collegati fra loro mediante saldatura oppure viti speciali, per garantire un buon contatto elettrico fra le parti. Le porte saranno collegate alla struttura metallica tramite trecce flessibili in rame.

2.4.4. CARATTERISTICHE CONNESSIONI ELETTRICHE

- Grado di isolamento dei cablaggi: 450/750 V
(salvo dove diversamente specificato)
- Sezione minime (dove non espressamente indicato negli schemi):

circuiti amperometrici	6 mm ²
circuiti voltmetrici	2,5 mm ²
circuiti di potenza	2,5 mm ²
circuiti di comando, allarme e segnalazione	1,5 mm ²

Nel caso di collegamenti con più di due fili saranno impiegati doppi morsetti; essi sono adatti per il montaggio incassato e muniti di guarnizione.

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante la fiamma, del tipo NO7V-K per le linee di terra ed equipotenziali, N1VV-K e N1VC4V-K per energia, comandi e segnalazioni, secondo le norme CEI 20-22, di sezione minima 1,5 mmq.

Tutti i conduttori dei circuiti relativi all'apparecchiatura contenuta nei quadri saranno attestati a morsettiere componibili numerate. Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale incombustibile e 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.

Ciascuna parte terminale dei conduttori sarà provvista di adatti puntalini preisolati.

Accessori da prevedere per ciascuna unità funzionale:

- Luce nello scomparto ausiliari attivata automaticamente dall'apertura della portella
- Scaldiglia nel vano ausiliari, opportunamente dimensionata, con termostato unico per tutto il quadro
- Per ciascuna apparecchiatura motorizzata verranno presi da morsettiera i comandi (provenienti da remoto) di apertura/chiusura
- Sul fronte quadro sarà riportato un mimico dello schema unifilare dell'unità funzionale
- Targhetta con sigla unità
- Targhette per tutte le segnalazioni e i manipolatori presenti a fronte quadro

ACCESSORI

Completeranno il quadro i seguenti accessori:

- Serie di leve ed attrezzi speciali per il comando e la rimozione degli apparecchi principali
- Golfari di sollevamento
- Cartelli monitori

2.4.5. DESCRIZIONE APPARECCHIATURE PRINCIPALI QUADRO TIPO A

Tipo di isolamento	Aria
Corrente nominale	2000 A

Comando:

A motore con apertura sottocarico

Manuale d'emergenza

Controlli:

Contatti ausiliari	4+4	NA+NC
--------------------	-----	-------

2.4.6. DESCRIZIONE APPARECCHIATURE PRINCIPALI QUADRO TIPO B

Tipo di isolamento	Aria
Corrente nominale (Quadro tipo B)	1000 A

Comando:

Manuale con apertura sottocarico

2.4.7. PROVE

PROVE DI ACCETTAZIONE

Si effettueranno le prove individuali indicate al paragrafo 8.1.2 della norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1), ovvero:

- Controllo visivo dell'apparecchiatura, controllo del cablaggio, prova di funzionamento elettrico.
- Prova dielettrica.
- Verifica dei mezzi di protezione e della efficienza elettrica del circuito di protezione.

Verranno inoltre eseguite le seguenti verifiche, essendo l'apparecchiatura ANS, conformemente a quanto indicato al par. 8.2 e nella tab. 7 della norma CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):

- Verifica delle proprietà dielettriche tramite prove secondo par. 8.2.2
- Verifica dell'effettiva connessione tra le masse dell'apparecchiatura ed il circuito di protezione tramite ispezione
- Verifica della tenuta al cortocircuito del circuito di protezione tramite adeguato progetto e sistemazione del conduttore di protezione
- Verifica del funzionamento meccanico

PROVE DI TIPO

Saranno forniti per il sezionatore i certificati per le prove di tipo previste dalle norme CEI e già effettuate dal fornitore.