

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE


REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

EQUIPEMENTS – IMPIANTI

ALIMENTAZIONE DEGLI IMPIANTI AUSILIARI / ALIMENTATION DES EQUIPEMENTS AUXILIAIRES
ALIMENTAZIONE 20 KV / ALIMENTATION 20 KV
Elaborati generali / Généralités

SPECIFICHE TECNICHE MT - TECHNIQUES SPÉCIFICATIONS

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	02/11/2012	Emission pour vérification C2B et validation C3.0 / Emissione per verifica C2B e validazione C3.0	M.CASTELLANI (ITALFERR)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
A	31/12/2012	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	M.CASTELLANI (ITALFERR)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO
B	08/02/2013	Emissione a seguito commenti LTF e CCF	M.CASTELLANI (ITALFERR)	M. PIHOUEE C. OGNIBENE	M. FORESTA M. PANTALEO


Tecnimont
Civil Construction
 Dott. Ing. Aldo Mancarella
 Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R



CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	0	8	7	2	B
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	35	01	00	10	03
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA



SOMMAIRE / INDICE

1.1	Sintesi	4
1.2	Synthèse	5
2.1	Leggi e decreti circolari	6
2.2	Norme CEI (COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO) EN	6
3.1	Introduzione	8
3.2	Cabine MT Piazzale S.J. De Maurienne	8
3.3	Cabine MT Imbocco ovest Tunnel Base	9
3.4	Cabina di tratta MT/BT nei rami tecnici	9
3.5	Cabina MT/BT alimentazione Smistamento Discenderia Tipica.....	12
3.6	Cabina MT/BT tipica discenderia	13
3.7	Cabina MT/BT antincendio discenderia	14
3.8	Cabina MT/BT Ventilazione Esterna discenderia St. Martine La Porte km 2+320 dis. (D1-04)	14
3.9	Cabina MT/BT Ventilazione discenderia La Praz km 20+588 (D2-01)	15
3.10	Cabina MT/BT Ventilazione Esterna discenderia La Praz km 2+640 dis. (D2-05)	15
3.11	Cabina MT/BT Ventilazione Esterna discenderia Modane km 4+100 dis. (D3-01)	16
3.12	Cabina MT/bt raffrescamento – esterno discenderia modane km 4+100 dis. (D3- 02)	16
3.13	Cabina MT/BT Ventilazione discenderia Modane km 32+796 (D3-04)	16
3.14	Cabina MT/BT Raffrescamento tunnel Modane km 32+796 (D3-03).....	16
3.15	Cabina MT/BT Ventilazione Pozzo D’Avrieux Modane (PV-01)	17
3.16	Cabina MT/BT Ventilazione tunnel Val Clarea km 47+977 (D4-01)	17
3.17	Cabina MT/BT Ventilazione Esterna pozzo Val Clarea km 4+577 dis. (PV-02)....	17
3.18	Cabina MT/BT ventilazione km 61+205 imbocco est tunnel base “I2-02”	18
3.19	Cabina MT/BT antincendio km 61+205 imbocco est tunnel base “I2-02”.....	18
3.20	Cabine MT/BT imbocco ovest tunnel Interconnessione “I3-03”.....	18
3.21	Cabine MT/BT imbocco est tunnel Interconnessione “I4-01”	19
3.22	Cabine MT/BT Piazzale di Val di Susa	19
4.1	Quadri MT.....	21
4.2	Dati elettrici – quadri MT di tipo protetto.....	22
4.2.1	Caratteristiche tecniche	22
4.2.2	Cella utenza e terminali cavi	23
4.2.3	Cella sbarre.....	23
4.2.4	Cella strumenti e celle circuiti di bassa tensione.....	24
4.2.5	Sbarre e connessioni	24
4.2.6	Materiali isolanti.....	24
4.2.7	Impianto di terra	24
4.2.8	Interblocchi.....	24
4.2.9	Verniciatura	26
4.2.10	Apparecchiature	26
4.3	Dati elettrici – quadri mt di tipo blindato.....	31
4.3.1	Caratteristiche tecniche	31
4.3.2	Materiali isolanti.....	33

4.3.3	Impianto di terra	34
4.3.4	Interblocchi	34
4.3.5	Verniciatura	34
4.3.6	Apparecchiature.....	35
4.4	Trasformatori di potenza cabine MT/bt	38
4.5	Cavi in media tensione	39
4.5.1	Dati elettrici del sistema.....	39
4.5.2	Tipi di posa	39
4.5.3	Caratteristiche elettriche del cavo MT	39
4.6	Gruppi elettrogeni	40
4.7	Reattanze Shunt.....	42
5.1	Quadri di cabina	44
5.1.1	-Interblocchi	45
5.1.2	Predisposizioni	45
5.2	Sistema di gestione della rete di distribuzione a 20 kV	45
5.3	Sistema di protezione	46
5.3.1	Caratteristiche dei trasformatori di corrente dedicati alle protezioni trasformatori:	46
5.3.2	Quadri di cabina	47
5.4	Sistema di selezione tronco guasto	48
5.5	Esempi esplicativi	54
5.5.1	Guasto sul cavo di alimentazione della prima cabina (alimentazione da sinistra).....	54
5.5.2	Guasto sul cavo di distribuzione tra due cabine (alimentazione da sinistra).....	55
5.5.3	Guasto su un trasformatore di cabina	56
5.6	Rialimentazione dal quadro PdA	57

LISTE DES TABLEAUX / INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1	– Tipo e tabella cabine di ramo tecnico	11
Tabella 2	– Cabine di smistamento discenderie.....	12
Tabella 3	– Cabine MT/BT Discenderia	13
Tabella 4	– Cabine MT/BT Antincendio Discenderia	14

LISTE DES FIGURES / INDICE DELLE FIGURE

Figura 1	– unifilare tipico schema distribuzione 20kV	50
Figura 2	– blocco tra le protezioni di alimentazione anello Cabine trasformazione	51
Figura 3	– blocco tra le protezioni in Cabina.....	52
Figura 4	– guasto cavo alimentazione prima cabina.....	54
Figura 5	– guasto cavo distribuzione tra due cabine.....	55
Figura 6	– guasto trasformatore di cabina	56

Introduzione

1.1 Sintesi

Il presente documento descrive le specifiche tecniche degli equipaggiamenti elettrici MT ubicati all'interno delle cabine MT/BT facenti parte del sistema di alimentazione impianti ausiliari relativi al tunnel del collegamento Torino –Lione AV.

I carichi elettrici saranno alimentati dalle cabine MT/BT le cui principali dotazioni saranno descritte nei capitoli successivi.

Tutti i locali tecnici, le centrali di ventilazione e pompe antincendio, PCC, PM, FSA, Discenderie, etc. saranno alimentati attraverso una cabina MT/BT.

Le cabine di media previste all'interno del tunnel e ubicate nei siti d'intervento saranno collegate ad anello (normalmente aperto, alimentato da un solo lato) attraverso due dorsali di alimentazione V1-T/.. e V2-T/.., le cabine predisposte per l'alimentazione dei tunnel discenderie saranno alimentate dalle dorsali V1-D/.. e V2-D/.., le cabine presenti nel piazzale di S. J. De Maurienne saranno alimentate dalle dorsali PE1-..., le cabine presenti nel piazzale di Val di Susa saranno alimentate dalle dorsali PE2-..., inoltre sono previste due cabine di ventilazione per il raffrescamento Tunnel nel normale esercizio alimentate dal PdA di Modane attraverso le due dorsali V1-R/1 e V2-R/2.

Si individuano quindi, le seguenti tipologie di cabine MT/BT:

- Cabine MT/BT di piazzale, poste agli imbocchi e nei piazzali ferroviari;
- Cabine MT/BT di ramo tecnico;
- Cabine MT/BT tunnel discenderia, ubicate all'interno delle discenderie e della galleria della Maddalena;
- Cabine MT/BT smistamento discenderia, ubicate agli innesti delle discenderie ;
- Cabine MT/BT Pompaggio e ventilazione, ubicate negli innesti delle discenderie e del cunicolo, chiamate ad alimentare i rispettivi impianti antincendio e ventilazione locali tecnici.
- Cabine MT/BT ventilazione estrazione, iniezione e raffrescamento poste all'esterno degli imbocchi discenderie e tunnel.

Le apparecchiature MT contenute in queste cabine ora elencate, saranno descritte in questo documento.

Oltre alle apparecchiature di MT presenti nelle cabine di MT/BT, in questo documento saranno riportate le specifiche dei cavi MT di energia utilizzati per la distribuzione.

1.2 Synthèse

Le présent document décrit les techniques specifications de les équipements électriques MT situés à l'intérieur des cabines MT/BT faisant partie du système d'alimentation des équipements auxiliaires relatives au tunnel de la liaison Turin – Lyon GV.

Les charges électriques seront alimentées par les cabines MT/BT dont les dotations principales seront décrites dans les chapitres suivants.

Tous les locaux techniques, les centrales de ventilation et les pompes anti-incendie, PCC, PM, FSA, Descenderies, etc. seront alimentés par l'intermédiaire d'une cabine MT/BT.

Les cabines de moyenne prévues à l'intérieur du tunnel et situées dans les sites d'intervention seront liées en anneau (normalement ouvert, alimenté d'un seul côté) par l'intermédiaire de deux dorsales d'alimentation V1-T/.. et V2-T/.., les cabines disposées pour l'alimentation des tunnels descenderies seront alimentées par les dorsales V1-D/.. et V2-D/.., les cabines présents dans le centre ferroviaire de S. J. De Maurienne seront alimentées par les dorsales P1 et P2, les cabines présents dans le centre ferroviaire de Bruzolo seront alimentées par les dorsales P3 et P4, en outre sont prévues deux cabines de ventilation pour le refroidissement du Tunnel, dans l'exercice normal, alimentées par le PdA de Modane par l'intermédiaire des deux dorsales V1-R/1 et V2-R/2.

On détermine par conséquent les typologies suivantes de cabines MT/BT:

- Cabines MT/BT du centre ferroviaire, placées aux entrées et dans les centres ferroviaires;
- Cabines MT/BT de branche technique;
- Cabines MT/BT tunnel descenderie, situées à l'intérieur des descenderies et de la galerie de Venaus;
- Cabines MT/BT descenderie, situle aux liaisons des descenderies et de la galerie de Venaus;
- Cabines MT/BT Pompage et ventilation, situle aux liaisons des descenderies et de la galerie, destinées à alimenter les installations anti-incendie respectives et la ventilation des locaux techniques.
- Cabines MT/BT ventilation extraction, injection et refroidissement placées à l'extérieur des entrées descenderies et tunnel.

Les appareils MT contenus dans ces cabines seront décrits dans ce document.

En plus des appareils de MT présents dans les cabines de MT/BT, les notes détaillées des câbles MT d'énergie utilisés pour la distribution seront rapportées dans ce document.

2. Documentazione di riferimento

Alla base del progetto sono state utilizzate le norme italiane, europee ed internazionali. Inoltre sono stati presi a riferimento i documenti base LTF, che descrivono la normativa adottabile per il progetto del collegamento ferroviario Torino-Lione.

2.1 Leggi e decreti circolari

Legge, circolare	decreto,	Oggetto
B[1]. DLvo 81 del 9/04/08		“Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 133 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
B[2]. DLvo 106 del 3/08/09		“Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
B[3]. L. 1/3/1968, n. 186		“Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”
B[4]. L. 18/10/77, n. 791		Direttiva per il materiale elettrico di bassa tensione”
B[5]. DM 37/08 del 22/01/08		Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”

2.2 Norme CEI (COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO) EN

Norma	Oggetto
C[1]. CEI EN 50119	Applicazioni ferroviarie , tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica
C[2]. CEI EN 50122-1	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
C[3]. CEI EN 50122-2	Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua.
C[4]. CEI EN 50163	Applicazioni ferroviarie- Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione
C[5]. CEI EN 50124-1	Applicazioni ferroviarie , tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 1: Requisiti base, distanze in aria e distanze superficiali per tutta l’apparecchiatura elettrica e elettronica.
C[6]. CEI EN 50124-1	Applicazioni ferroviarie , tranviarie, filotranviarie, metropolitane. Coordinamento degli isolamenti. - Parte 2: Sovratensioni e relative protezioni.
C[7]. CEI EN 60076-1	Trasformatori di potenza - Parte 1: Generalità
C[8]. CEI EN 60076-2	Trasformatori di potenza - Parte 2: Riscaldamento
C[9]. CEI EN 60129	Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000 V
C[10]. CEI EN 62271 - 200	Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV.
C[11]. CEI EN 60439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri bt), parte 1: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS).
C[12]. CEI EN 50522	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
C[13]. CEI EN 60439-3	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt), parte 3: prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad esser installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso. Quadri di distribuzione (ASD)
C[14]. CEI EN 60420	Interruttori di manovra e interruttori-sezionatori combinati con fusibili ad alta tensione per corrente alternata.
C[15]. CEI EN 60898	Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione nominale non superiore a 415 V in corrente alternata).
C[16]. CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
C[17]. CEI EN 61936 - 1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.

Specifiche tecniche MT - Techniques Specifications MT

Norma	Oggetto
C[18]. CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. (parte 1÷7)
C[19]. CEI 11 20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
C[20]. CEI EN 60034-1/	Macchine elettriche rotanti Parte 1: Caratteristiche nominali e di funzionamento
C[21]. CEI EN 60034-9	Macchine elettriche rotanti Parte 9: limiti di rumore
C[22]. CEI EN 60034-22	Macchine elettriche rotanti Parte 22: Generatori a corrente alternata per gruppi elettrogeni azionati da motori a combustione interna a pistoni

3. Ubicazione equipaggiamenti elettrici cabine mt

3.1 Introduzione

La rete di MT sarà alimentata da quattro punti di adduzione (PdA); il primo situato all'imbocco ovest del tunnel in corrispondenza della stazione di St. Jean de Maurienne; il secondo situato in corrispondenza dell'imbocco esterno della discenderia di Modane, il terzo situato all'imbocco est del tunnel di Base in Val di Susa, ed il quarto situato all'imbocco est del tunnel di Interconnessione, a Bussoleno (quest'ultimo è in MT ed è in riserva per l'alimentazione degli impianti di sicurezza del tunnel interconnessione).

La rete in MT ora descritta sarà esercita in condizioni di esercizio normale alimentando:

- le dorsali PE1-01, PE1-02, V1-T/1, V2-T/2, V1-D/1 e V2-D/2 dal PdA di S. J. De Maurienne;
- le dorsali V1-T/3, V2-T/4, V1-D/3, V2-D/4, V1-R/1 e V2-R/2 dal PdA di Modane;
- le dorsali V1-T/5 e V2-T/6, PE2-01, PE2-02, PE2-03 e PE2-04 dal PdA della Val di Susa;
- le dorsali V1-T/5 e V2-T/6 (in riserva) dal PdA di Bussoleno.

Per la descrizione delle dorsali si rimanda al doc. PD2-C2B-TS3-0972-0-PA-NOT "Relazione tecnica descrittiva generale distribuzione MT-BT Tunnel".

Le cabine del tunnel preleveranno energia dalle dorsali V1-T/.. e V2-T/...

Le cabine di alimentazione delle discenderie preleveranno energia dalle dorsali V1-D/.. e V2-D/...

Inoltre sono previste due cabine di ventilazione per il raffrescamento Tunnel nel normale esercizio alimentate dal PdA di Modane attraverso le due dorsali V1-R1 e V2-R2.

Le cabine del piazzale in condizioni preleveranno energia dalle dorsali PE1-..., PE2-...

Queste dorsali si attesteranno in ingresso alle sbarre dei quadri di MT presenti nelle cabine.

3.2 Cabine MT Piazzale S.J. De Maurienne

Nel piazzale situato ad ovest del Tunnel Base a St. Jean de Maurienne saranno ubicate quattro cabine di piazzale, ovvero:

PdA Saint Jean de Maurienne			
1	PE1-01	2+400	SAINT JEAN DE MAURIENNE CABINA DEPOSITO OFFICINA
2	PE1-02	2+400	SAINT JEAN DE MAURIENNE CABINA MT/bt PCC
3	PE1-03	2+400	SAINT JEAN DE MAURIENNE CABINA MT/bt - PM
4	PE1-04	2+400	SAINT JEAN DE MAURIENNE CABINA MT/bt - AI AREA DI SICUREZZA

Queste cabine saranno alimentate con sistema entra-esci dalle due dorsali PE1-01 e PE1-02 lato piazzale che fanno capo alla sbarra MT della cabina AT/MT di St. Jean de Maurienne

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione PE1-.. lato piazzale descritte in precedenza le caratteristiche di questi quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro in bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4

3.3 Cabine MT Imbocco ovest Tunnel Base

Nell'imbocco ovest sarà ubicata una cabina d'imbocco, ovvero:

IMBOCCO OVEST - TUNNEL BASE						
5	I1-01	3+856	SAINT CABINA IMB. OVEST TUNNEL BASE	JEAN MT/bt	DE POMPE	MAURIENNE ANTINCENDIO

Questa cabina è alimentate con sistema entra-esci dalle due dorsali V1-T/1 e V2-T/2 che alimentano anche le cabine dei rami tecnici.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-T/1 e V2-T/2 lato tunnel descritte in precedenza le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20/(0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.4 Cabina di tratta MT/BT nei rami tecnici

All'interno del tunnel saranno previsti dei rami di BY-PASS che collegano le due canne, ogni ramo dista dall'altro di 300-350 m. Ogni 1332 m circa (ovvero ogni 4 rami di BY-PASS), si prevede una cabina da ubicare nei rami denominati Rami tecnici.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-T/1 e V2-T/2 per le cabine ad ovest di Modane e V1-T/3 e V2-T/4 per le cabine ad est di Modane descritte in precedenza le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

Si chiameranno rami di tipo R0 i semplici rami di BY-PASS e rami di tipo R1 e R2 i rami tecnici. Le progressive chilometriche ed il tipo delle cabine sono riportate nella Tabella 1 – Tipo e tabella cabine di ramo tecnico

Specifiche tecniche MT - Techniques Specifications MT

TUNNEL BASE			
6	C01-T03-R1	4+476	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
7	C02-T06-R1	5+478	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
8	C03-T10-R1	6+475	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
9	C04-T14-R1	7+787	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
10	C05-T18-R1	9+119	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
11	C06-T22-R1+R2	10+437	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
1	C07-T26-R1	11+765	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
2	C08-T30-R1	13+097	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
3	C09-T34-R1	14+429	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
4	C10-T38-R1	15+761	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
5	C11-T42-R1	17+093	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
6	C12-T46-R2	18+421	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
7	C13-T50-R1	19+747	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
14	C14-T53-R1	21+429	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
15	C15-T57-R1	22+761	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
16	C16-T61-R1	24+093	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
17	C17-T65-R1	25+425	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
18	C18-T69-R1-2	26+757	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
19	C19-T73-R1	28+082	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
20	C20-T77-R1	29+405	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
21	C21-T81-R1	30+350	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
22	C22-T85-R1	31+385	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
33	C23-T86-R1	32+849	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
34	C24-T92-R1	33+848	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
35	C25-T96-R1	35+180	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
36	C26-T100-R1	36+512	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
37	C27-T104-R1	37+844	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
38	C28-T108-R1	39+176	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
39	C29-T112-R1	40+508	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
40	C30-T116-R1-2	41+839	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
41	C31-T120-R1	43+167	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
42	C32-T124-R1	44+495	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
43	C33-T128-R1	45+825	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
44	C34-T132-R1	47+157	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
55	C35-T134-R1-2	48+506	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
56	C36-T138-R1	49+838	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
57	C37-T142-R1	51+170	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE

TUNNEL BASE			
58	C38-T146-R1	52+502	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
59	C39-T150-R1	53+834	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
60	C40-T154-R1-2	55+166	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
61	C41-T158-R1	56+498	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
62	C42-T162-R1	57+816	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
63	C43-T110-R1	59+136	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE
64	C44-T170-R1	60+463	CABINA RAMO TECNICO TUNNEL BASE

Tabella 1 – Tipo e tabella cabine di ramo tecnico

3.5 Cabina MT/BT alimentazione Smistamento Discenderia Tipica

In corrispondenza di ogni discenderia sarà ubicata una cabina MT/BT alimentata dalle dorsali V1-D/1 e V2-D/2.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-D/1 e V2-D/2 lato tunnel descritte in precedenza precedentemente le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40+0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di distribuzione il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par. par. 4.4;

Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle cabine che assolvono la funzione di cui sopra:

TUNNEL BASE			
12	DS-01	11+600	SAINT MARTIN CABINA MT SMISTAMENTO DISCENDERIA - TUNNEL
8	DS-02	20+589	LA PRAZ CABINA MT SMISTAMENTO DISCENDERIA - TUNNEL
23	DS-03	32+799	MODANE CABINA MT SMISTAMENTO DISCENDERIA - TUNNEL
45	DS-04	47+997	VAL CLAREA CABINA MT SMISTAMENTO DISCENDERIA - TUNNEL

Tabella 2 – Cabine di smistamento discenderie

3.6 Cabina MT/BT tipica discenderia

All'interno di ogni discenderia saranno ubicate delle cabine MT/BT alimentate dalle dorsali (V1-D... e V2-D...) che partono dalle cabine di smistamento della discenderia. Analogamente a quanto si predisporrà per le cabine di ramo tecnico, le cabine del tunnel discenderia saranno poste a 1600 metri l'una dall'altra e alimenteranno i carichi LFM per il tratto corrispettivo ad ognuna di esse.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-D/1.x e V2-D/2.x per l'individuazione esatta delle dorsali di discenderia si rimanda alla

- Le caratteristiche dei quadri MT sono specificate nel par. 4.1
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4;

Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle cabine che assolvono la funzione di cui sopra:

TUNNEL BASE				
14	D1-02	0+200 (DIS)	DISCENDERIA SAINT CABINA MT/bt - DISCENDERIA	MARTIN
15	D1-03	1+800 (DIS)	DISCENDERIA SAINT CABINA MT/bt - DISCENDERIA	MARTIN
11	D2-03	0+550(DIS)	LA CABINA MT/bt - DISCENDERIA	PRAZ
12	D2-04	2+150 (DIS)	LA CABINA MT/bt - DISCENDERIA	PRAZ
29	D3-06	0+250(DIS)	MODANE CABINA MT/bt DISCENDERIA	
30	D3-07	1+850(DIS)	MODANE CABINA MT/bt DISCENDERIA	
31	D3-08	3+450(DIS)	MODANE CABINA MT/bt DISCENDERIA	
49	D4-03	0+200(CUN)	LA CABINA MT/bt CUNICOLO	MADDALENA
50	D4-04	1+800(CUN)	LA CABINA MT/bt CUNICOLO	MADDALENA
51	D4-05	3+400(CUN)	LA CABINA MT/bt CUNICOLO	MADDALENA
52	D4-06	5+000(CUN)	LA CABINA MT/bt CUNICOLO	MADDALENA
53	D4-07	6+600 (CUN)	LA CABINA MT/bt CUNICOLO	MADDALENA

Tabella 3 – Cabine MT/BT Discenderia

3.7 Cabina MT/BT antincendio discenderia

All'interno delle discenderie, in prossimità dell'innesto con il tunnel di Base, saranno ubicate delle cabine a servizio pompe antincendio (e/o) brumizzazione. Queste cabina è sottoposta ai quadri di MT della cabina smistamento tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno i cavi di alimentazione provenienti dalla cabina di cui al par. 3.5 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4;

Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle cabine che assolvono la funzione di cui sopra:

TUNNEL BASE			
13	D1-01	11+600	SAINT CABINA MT/bt POMPE ANTINCENDIO - TUNNEL MARTIN
10	D2-02	20+588	LA CABINA MT/bt ANTINCENDIO TUNNEL PRAZ
28	D3-05	32+799	MODANE CABINA MT/bt ANTINCENDIO - TUNNEL
48	D4-02	47+997	VAL CABINA MT/bt ANTINCENDIO - TUNNEL CLAREA

Tabella 4 – Cabine MT/BT Antincendio Discenderia

3.8 Cabina MT/BT Ventilazione Esterna discenderia St. Martine La Porte km 2+320 dis. (D1-04)

All'uscita della discenderia di ST. Martine La Porte, in prossimità dell'imbocco esterno, sarà ubicata una cabina di Ventilazione sottoposta ai quadri di MT della cabina alimentazione tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-D/1.1 V2-D/2.2 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20/(0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par. 4.3.1.
- Un quadro di media tensione QMT-6kV alimentato dai due quadri QMT-1 e QMT-2 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/MT 20/6 kV, 50 Hz che alimentano il sistema di ventilazione, le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.9 Cabina MT/BT Ventilazione discenderia La Praz km 20+588 (D2-01)

All'interno della discenderia di La Praz in prossimità dell'innesto con il tunnel di Base sarà ubicata una cabina di Ventilazione sottoposta ai quadri di MT della cabina alimentazione tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno i cavi di alimentazione provenienti dalla cabina di cui al par. 3.5 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.10 Cabina MT/BT Ventilazione Esterna discenderia La Praz km 2+640 dis. (D2-05)

All'uscita della discenderia di La Praz in prossimità dell'imbocco esterno sarà ubicata una cabina di Ventilazione sottoposta ai quadri di MT della cabina alimentazione tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V2-D/2.4 e V1-D/1.3 lato tunnel descritte in precedenza le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par. 4.3.1.
- Un quadro di media tensione QMT-6kV alimentato dai due quadri QMT-1 e QMT-2 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/MT 20/6 kV, 50 Hz che alimentano il sistema di ventilazione, le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.11 Cabina MT/BT Ventilazione Esterna discenderia Modane km 4+100 dis. (D3-01)

All'uscita della discenderia di Modane in prossimità dell'imbocco esterno sarà ubicata una cabina di Ventilazione sottoposta ai quadri di MT della cabina alimentazione tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-D/1 e V2-D/2 provenienti dal PdA Di Modane le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.12 Cabina MT/bt raffrescamento – esterno discenderia modane km 4+100 dis. (D3-02)

All'uscita della discenderia di Modane in prossimità dell'imbocco esterno sarà ubicata una cabina di Ventilazione per raffrescamento tunnel sottoposta ai quadri di MT del PdA di Modane.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-D/1 e V2-D/2 provenienti dal PdA Di Modane le caratteristiche di questi quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.13 Cabina MT/BT Ventilazione discenderia Modane km 32+796 (D3-04)

All'interno della discenderia di Modane in prossimità dell'innesto con il tunnel di Base sarà ubicata una cabina di Ventilazione sottoposta ai quadri di MT della cabina alimentazione tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno i cavi di alimentazione provenienti dalla cabina di cui al par. 3.5 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.14 Cabina MT/BT Raffrescamento tunnel Modane km 32+796 (D3-03)

All'interno della discenderia di Modane in prossimità dell'innesto con il tunnel di Base sarà ubicata una cabina di Raffrescamento del tunnel in condizioni di normale esercizio sottoposta ai quadri di MT del PdA di Modane.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno i cavi di alimentazione provenienti dalla cabina di cui al par. 3.5 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;

- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.
- Un quadro di media tensione QMT-6kV alimentato dai due quadri QMT-1 e QMT-2 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/MT 20/6 kV, 50 Hz che alimentano il sistema di ventilazione, le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.15 Cabina MT/BT Ventilazione Pozzo D'Avrieux Modane (PV-01)

In prossimità di Avrieux saranno realizzati dei pozzi verticali di Ventilazione, alimentati dai quadri MT della cabina smistamento tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-PV-01 e V2-PV/02 provenienti dalla cabina smistamento discenderia Di Modane le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par. 4.3.1.
- Un quadro di media tensione QMT-6kV alimentato dai due quadri QMT-1 e QMT-2 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/MT 20/6 kV, 50 Hz che alimentano il sistema di ventilazione, le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.16 Cabina MT/BT Ventilazione tunnel Val Clarea km 47+977 (D4-01)

All'interno della discenderia di Val Clarea in prossimità dell'innesto con il tunnel di Base, sarà ubicata una cabina di Ventilazione sottoposta ai quadri di MT della cabina alimentazione tunnel discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno i cavi di alimentazione provenienti dalla cabina di cui al par. 3.5 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.17 Cabina MT/BT Ventilazione Esterna pozzo Val Clarea km 4+577 dis. (PV-02)

All'uscita della discenderia di Val Clarea in prossimità dell'imbocco esterno sarà ubicata una cabina di Ventilazione sottoposta ai quadri di MT della cabina smistamento discenderia.

Di seguito si riporta l'apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-PV/3 e V2-PV/4 lato tunnel descritte in precedenza le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;

- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par. 4.3.1.
- Un quadro di media tensione QMT-6kV alimentato dai due quadri QMT-1 e QMT-2 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/MT 20/6 kV, 50 Hz che alimentano il sistema di ventilazione, le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.18 Cabina MT/BT ventilazione km 61+205 imbocco est tunnel base “I2-02”

All’imbocco est del tunnel Base è prevista una cabina MT/BT per l’alimentazione dei ventilatori iniezione aria. La cabina è alimentata in entra-esci dalle due dorsali V1-T/3 e V2-T/4.

Di seguito si riporta l’apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-T/3 e V2-T/4 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.19 Cabina MT/BT antincendio km 61+205 imbocco est tunnel base “I2-02”

All’imbocco est del tunnel Base è prevista una cabina MT/BT per l’alimentazione delle pompe antincendio. La cabina è alimentata in entra-esci dalle due dorsali V1-T/3 e V2-T/4.

Di seguito si riporta l’apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-T/3 e V2-T/4 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.20 Cabine MT/BT imbocco ovest tunnel Interconnessione “I3-03”

Nell’imbocco ovest sarà ubicata una cabina d’imbocco, ovvero:

IMBOCCO OVEST - TUNNEL INTERCONNESSIONE			
70	I3-03	63+810	PIAZZIALE VAL DI SUSA CABINA MT/bt POMPE ANTINCENDIO IMB.OVEST TUNNEL INTERCONNESSIONE

Questa cabine sarà alimentata con sistema entra esci attraverso le due dorsali V1-T/5 e V2-T/6.

Di seguito si riporta l’apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-T/5 e V2-T/6 le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.21 Cabine MT/BT imbocco est tunnel Interconnessione “I4-01”

Nell’imbocco est sarà ubicata una cabina d’imbocco, ovvero:

IMBOCCO EST - TUNNEL INTERCONNESSIONE			
71	I4-01	1+926 (T. INT)	BUSSOLENO CABINA MT/bt ANTINCENDIO IMB. EST TUNNEL INTERCONNESSIONE

Questa cabina sarà alimentata con sistema entra esci attraverso le due dorsali V1-T/5 e V2-T/6.

Di seguito si riporta l’apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Un quadro di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-T/5 e V1-T/5/V2-T/6 e la linea di consegna in MT da ente distributore (QMT-1) le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Un quadro di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione V1-T/5 e V2-T/6 (QMT-2) le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;
- Due trasformatori MT/BT 20 / (0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

3.22 Cabine MT/BT Piazzale di Val di Susa

Nel piazzale situato ad est del Tunnel di Base a Val di Susa saranno ubicate tre cabine di piazzale, ovvero:

IMBOCCO EST - TUNNEL BASE			
67	PE2-01	62+362	PIAZZIALE VAL DI SUS CABINA MT/bt AI AREA DI SICUREZZA IMB. EST TUNNEL BASE
68	PE2-02	62+520	PIAZZIALE VAL DI SUS CABINA MT/bt FSA IMB.OVEST TUNNEL INTERCONNESSIONE
69	PE2-03	62+700	PIAZZIALE VAL DI SUS CABINA MT/bt PCC IMB.OVEST TUNNEL INTERCONNESSIONE

Di seguito si riporta l’apparecchiatura in MT ubicata nelle cabine ora descritte:

- Due quadri di media in cui si attesteranno gli arrivi delle dorsali di alimentazione PE2-... le caratteristiche di codesti quadri sono specificate nel par. 4.1;

- Due trasformatori MT/BT 20/(0,40÷0,23) kV, 50 Hz che alimentano il quadro di bassa tensione le caratteristiche dei trasformatori sono specificate nel par.4.4.

4. Apparecchiature MT

4.1 Quadri MT

I quadri e le apparecchiature oggetto della fornitura dovranno essere progettate, sviluppate, costruite, installate e collaudate in conformità alle Norme ISO 9001, EN 29001 o UNI 29001, CEI (comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore ed in particolare le seguenti.

- CEI-EN 62271-200
- IEC 62271-200
- CEI-EN 62271-100
- CEI-EN 62271-102
- CEI-EN 62271-105
- CEI-EN 60044

Inoltre dovranno essere conformi anche alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni.

I quadri MT impiegati saranno sostanzialmente di due tipi:

- Quadro MT di tipo protetto con sbarre in aria, e interruttore MT in SF₆ o sottovuoto: utilizzato in tutte le cabine di distribuzione MT/bt (con tensione 20kV o 6kV);
- Quadro MT di tipo blindato con isolamento in gas e interruttore MT sotto vuoto: utilizzato nelle cabine di PdA a valle delle stazioni alta tensione.

4.2 Dati elettrici – quadri MT di tipo protetto

- tensione di esercizio/isolamento: 20/24 kV
- numero delle fasi: 3
- tensione di prova a 50 Hz per 1 min.:
 - circuiti di potenza 50 kV
 - circuiti ausiliari 2 kV
- tensione di prova ad impulso:
 - verso terra e tra le fasi: 125 kV
 - tra i contatti aperti del sezionatore-interruttore di manovra 145 kV
 - circuiti ausiliari 5 kV
- frequenza: 50 Hz
- corrente nominale sbarre principali: 800 A (630A in alcuni casi per la barratura verticale)
- corrente di breve durata per 1 sec.: 16 kA
- corrente dinamica (valore di cresta): 40 kA
- potere di interruzione degli interruttori: 16 kA
- grado di protezione: IP2X
- tensione nominale circuiti aux di comando/segnali.: 220 Vca/110 Vcc \pm 10%

I quadri dovranno essere protetti contro l'arco interno sui 4 lati del quadro fino a 16kA x 1s.

4.2.1 Caratteristiche tecniche

I quadri dovranno essere formati da unità di tipo normalizzato affiancate, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

I quadri dovranno essere realizzati in esecuzione protetta adatto per installazione all'interno. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm. Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni mentre sulla base della struttura portante dovranno essere previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità. L'involucro metallico di ogni unità dovrà comprendere:

- due aperture laterali in cella sbarre per il passaggio delle sbarre principali;
- un pannello superiore di chiusura della cella sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti;
- una porta o un pannello frontale di accesso alla cella apparecchiature. Tale porta o pannello, dovrà essere interbloccata con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità. Dovrà anche essere previsto un oblò di ispezione della cella linea;
- due ganci di dimensioni adeguate per il sollevamento di ciascuna unità;
- le pareti posteriore e laterale di ciascuna unità saranno fisse, pertanto potranno essere rivettate od imbullonate.

In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno.

Il grado di protezione dell'involucro esterno dovrà essere IP2XC.

Le unità dovranno essere realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro.

A tale proposito, il quadro dovrà essere chiuso sui lati con pannelli di lamiera facilmente asportabili per consentire l'eventuale succitato ampliamento.

Inoltre, sui lati tra due unità contigue dovrà essere prevista una lamiera di separazione.

I quadri saranno composti da unità con le seguenti dimensioni massime di ingombro:

- larghezza x profondità x altezza: $\leq 750 \times 1.350 \times 2.200$ mm

Ciascuna unità sarà costituita dalle seguenti celle:

4.2.2 Cella utenza e terminali cavi

La cella utenza e terminali cavi dovrà essere sistemata nella parte inferiore frontale della unità con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile e messa a terra.

Le celle potrà contenere:

- interruttori in SF6 montati su carrello, in esecuzione sbullonabile completi di accessori e blocchi più avanti descritti.
- In alternativa fusibili di media tensione.
- Un sezionatore tripolare rotativo a tre posizioni (linea/aperto/messo a terra) completo di interblocchi e leve rinvio comando posto sul fronte dell'unità.
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi.
- Attacchi per l'allacciamento ai cavi di potenza.
- Eventuali trasformatori di misura.
- Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella BT.
- Comando e leverismi dei sezionatori.
- Sbarra di messa a terra.

4.2.3 Cella sbarre

La cella sbarre dovrà essere ubicata nella parte superiore della unità e dovrà contenere, montato sulla parte superiore del sezionatore rotativo, il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico. Le sbarre dovranno attraversare le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

La cella sbarre dovrà essere segregata da quella delle apparecchiature tramite il sezionatore o l'interruttore di manovra-sezionatore isolati in SF6 al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza. Con la porta della cella apparecchiature dovrà essere assicurato il grado di protezione IP 20 verso la cella sbarre e verso le unità adiacenti.

4.2.4 Cella strumenti e celle circuiti di bassa tensione

L'eventuale cella strumenti dovrà essere posizionata sulla parte superiore frontale dell'unità, sopra la cella utenza e terminali cavi e dovrà essere corredata di un portello incernierato, con chiavistelli o serratura a chiave e dovrà poter contenere:

- morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno;
- tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune targhette indicatrici;
- relè di protezione a microprocessori, controllori d'isolamento, ecc..
- In caso di necessità dovrà essere possibile montare un vano supplementare BT sopra la cella sbarre.

4.2.5 Sbarre e connessioni

Le sbarre principali e le derivazioni, dovranno essere realizzate in tondo di rame rivestite con isolanti termorestringenti. Il sistema di sbarre dovrà essere dimensionato per sopportare le correnti di corto circuito fino a 16 kAx1s a 20 KV.

4.2.6 Materiali isolanti

I criteri di progettazione delle parti isolanti dovranno garantire la resistenza alla polluzione ed all'invecchiamento. Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro dovranno essere di tipo autoestinguento ed inoltre dovranno essere scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

4.2.7 Impianto di terra

L'impianto di terra principale di ciascuna unità dovrà essere realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 125 mmq al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un bullone destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

La sbarra di terra di rame dovrà essere di sezione non inferiore a 125 mmq e dovrà essere predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina (vedi elaborato PD2_C2B_1137_35-10-00_30-01_ Maille équipotentielle typologique cabine HTA-BT - Maglia equipotenziale tipologica cabine MT/BT).

4.2.8 Interblocchi

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

In particolare dovranno essere previsti almeno i seguenti interblocchi:

- 1) blocco a chiave tra l'eventuale interruttore e sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore;

- 2) blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa;
- 3) blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso. Sarà possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.
- 4) Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile in unica copia.

4.2.9 Verniciatura

Tutta la struttura metallica delle unità, salvo le parti in lamiera zincate a caldo dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire una ottima resistenza alla usura.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere il seguente:

- fosfosgrassatura;
- passivazione cromica;
- verniciatura industriale a forno con ciclo a polvere su lamiere elettrozincate.

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, bucciato. Il punto di colore dovrà essere bianco RAL 9002 (/esterno).

Lo spessore medio della finitura dovrà essere di 50 micron. Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme ISO 2409.

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

4.2.10 Apparecchiature

Le apparecchiature principali montate nel quadro dovranno essere adeguate alle caratteristiche di ingombro sopra menzionate e dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni particolari.

Il quadro e le apparecchiature di manovra , (sezionatori interruttori TA/TV e relè di protezione) dovranno essere di un unico costruttore per garantire la perfetta accoppiabilità degli interblocchi di manovra e delle funzioni logiche.

4.2.10.1 Interruttori

Gli interruttori dovranno essere del tipo ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" secondo la definizione della norma CEI EN 62271-100.

Soluzioni con percentuale di perdita di SF₆ > 1% non saranno valide per la sicurezza. La pressione interna dell'SF₆ dovrà essere ≤ 0,5 bar.

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

Gli interruttori dovranno essere predisposti per ricevere il blocco previsto alla posizione 4.5, inoltre potranno essere dotati dei seguenti accessori:

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

Il comando meccanico dell'interruttore dovrà essere garantito dal costruttore per 10.000 manovre (apparecchi non aderenti a quanto richiesto non saranno accettati).

Una manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando è tollerata a partire da 5.000 manovre o ogni 5 anni.

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale. Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17.1 e IEC 56.

Il gas impiegato dovrà essere conforme alle norme IEC 376/norme CEI fascicolo 410.

Gli interruttori dovranno avere le seguenti caratteristiche principali:

- corrente nominale: 630 A
- potere di interruzione nominale: 16 kA
- potere di chiusura: 40 kA
- sequenza operazioni: O-0,3s-CO-3mn-CO
- tempo di apertura: ≤ 70 ms
- tempo di interruzione: $\leq 80/85$ ms
- tempo di chiusura: ≤ 70 ms
- tensione di alimentazione ausiliari: 220 Vca/110 Vcc $\div 10\%$

4.2.10.2 Interruttore di manovra sezionatore-sezionatore di manovra a vuoto

Entrambe le apparecchiature dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- doppio sezionamento;
- essere contenute in un involucro "sigillato a vita (IEC 56 allegato EE)" di resina epossidica riempito di SF6 ad una pressione relativa non superiore a 0,4 Bar;
- tale involucro dovrà possedere un punto a rottura prestabilita per far defluire verso l'esterno le eventuali soprapressioni che si manifestassero all'interno dello stesso;
- le soprapressioni dovranno essere evacuate verso il retro del quadro senza provocare alcun pericolo per le persone;
- dovrà essere a tre posizioni;
 - chiuso sulla linea;
 - aperto;
 - messo a terra;
- la messa a terra dovrà possedere un potere di chiusura uguale alla corrente di breve durata dell'impianto in oggetto;
- dovrà essere possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto conformemente a quanto previsto dall'abrogato DPR 547 del 1955 tramite un apposito oblò;

- il comando dovrà essere predisposto per ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.
- L'uso dell'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto sarà utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.

I comandi dei sezionatori dovranno essere posizionati sul fronte dell'unità.

Gli apparecchi dovranno essere azionabili mediante una leva asportabile. Il senso di movimento per l'esecuzione delle manovre sarà conforme alle norme CEI 16.5 inoltre le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità degli apparecchi un momento non superiore ai 200 Nm.

Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per i blocchi 1, 2 e 3 nella sezione INTERBLOCCHI.

Nel caso di unità con fusibili o interruttore dovrà essere previsto un secondo sezionatore di terra. La manovra dei due sezionatori dovrà essere simultanea.

Gli interruttori di manovra-sezionatori dovranno avere le seguenti caratteristiche principali:

- corrente nominale: 630 A
- corrente ammissibile di breve durata (1s): 16 kA
- corrente limite dinamica: 40 kA
- potere di chiusura: 16 kA
- tensione di alimentazione ausiliari: 220 Vca/110 Vcc \pm 10%

4.2.10.3 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classe di precisione indicati nella descrizione delle unità. I TA in particolare, dovranno essere dimensionati per sopportare la corrente di guasto (limite termico/dinamico) dell'impianto.

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

4.2.10.4 Apparecchiature ed accessori

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

Accessori: targhette e cartelli.

Inoltre per ogni scomparto dovranno essere previste le lampade per l'illuminazione interna, le scaldiglie anticondensa e i golfari di sollevamento.

Sul fronte di ciascuna unità dovranno essere presenti i seguenti cartelli:

- targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità, l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale e la corrente di breve durata nominale;

Specifiche tecniche MT - Techniques Specifications MT

- schema sinottico;
- indicazioni del senso delle manovre;
- targa monitoria.

4.2.10.5 Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo NO7VK e di sezione minima 1,5 mmq (escluso l'interruttore per cui è ammessa una sezione di 1 mmq per propri circuiti ausiliari).

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica.

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

Ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminalini opportunamente isolati.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi alla apparecchiatura contenuta nell'unità dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale autoestinguente non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto, dovrà essere del tipo "a vite" per il collegamento lato cliente e del tipo "faston" all'interno della cella.

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

4.2.10.6 Isolatori

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

4.3 Dati elettrici – quadri mt di tipo blindato

- tensione di esercizio/isolamento: 20/36 kV
- numero delle fasi: 3
- tensione di prova ad impulso:
 - verso terra e tra le fasi: 170 kV
 - tra i contatti aperti del sezionatore-interruttore di manovra 70 kV
- frequenza: 50 Hz
- corrente nominale sbarre principali: 1250 A
- corrente di breve durata per 1 sec.: 25 kA
- corrente dinamica (valore di cresta): 100 kA
- potere di interruzione degli interruttori: 25 kA
- grado di protezione: IP2X
- tensione nominale circuiti aux di comando/segnali.: 220 Vca/110 Vcc ± 10%

I quadri dovranno essere protetti contro l'arco interno sui 4 lati del quadro fino a 25kA x 1s.

4.3.1 Caratteristiche tecniche

I quadri dovranno essere formati da unità di tipo normalizzato affiancate, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate.

I quadri dovranno essere realizzati in esecuzione blindata adatta per installazione all'interno. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm. Gli accoppiamenti meccanici tra le unità saranno realizzati a mezzo bulloni mentre sulla base della struttura portante dovranno essere previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità.

I quadri dovranno assicurare la protezione contro l'arco interno.

Ogni scomparto dovrà essere provvisto di dispositivi di evacuazione della sovrappressione al fine di limitare la pressione interna delle celle ad un livello di sicurezza in caso si verificano guasti interni. Tali dispositivi saranno disposti in modo che l'evacuazione della sovrappressione confluisca direttamente al di sopra dell'unità, lontano dal personale in corso di ordinaria attività.

Le prove per ogni cella dovranno essere state effettuate con la porta della cella di BT aperta.

Gli involucri del quadro saranno equipaggiati di dispositivi di tenuta in corrispondenza delle compartimentazioni e all'ingresso degli alberi di trasmissione nelle celle.

4.3.1.1 Unità funzionali

Ogni unità funzionale comprenderà tutti i componenti necessari ad assicurare la funzione d'uso ad essa attribuita.

Ogni unità funzionale sarà costituita da:

- Uno scomparto di tipo blindato isolato in gas,
- Un interruttore sotto vuoto,
- Un sistema di protezione e controllo digitale.

Ogni unità funzionale sarà identificata per mezzo di una targhetta che indicherà chiaramente la sua funzione e le caratteristiche elettriche.

Saranno disponibili le seguenti unità funzionali:

- Arrivo linea
- Arrivo trasformatore
- Congiuntore quadro
- Misura sbarre
- Partenza linea in cavo
- Partenza trasformatore

4.3.1.2 Le unità

Il termine "unità" indica l'insieme degli elementi delle unità funzionali diversi dall'apparecchiatura e dal sistema di protezione e controllo, ovvero:

- L'involucro metallico.
- I diaframmi di separazione fra le celle
- Il circuito di potenza.
- Il circuito di terra.

Dimensioni

Le dimensioni delle unità non potranno superare i seguenti valori:

- Altezza: 2400mm
- Profondità: 1200mm
- Larghezza: 500mm (1000mm per l'unità funzionale congiuntore con risalita)

4.3.1.3 Celle

Le unità saranno composte da quattro celle elettricamente indipendenti, secondo la definizione dell'apparecchiatura di tipo blindato.

Tutte le celle saranno accessibili dal fronte o dall'alto dello scomparto.

L'unità sarà divisa in celle per mezzo di segregazioni a tenuta di gas. Tali segregazioni saranno progettate e costruite in modo tale da garantire che una singola cella possa essere depressurizzata per ispezione, manutenzione o riparazione, mentre le celle adiacenti rimangono alla pressione nominale.

Allumina attiva per assorbire umidità e materiale decomposto dovrà essere prevista in ogni cella.

Il gas SF₆ all'interno della cella interruttore sarà segregato dalla cella sbarre e lo stato del gas sarà monitorato da pressostati separati.

Le celle costituenti le unità saranno le seguenti:

(i) ***Cella sbarre***

La cella sbarre sarà situata nella parte superiore dell'unità e dovrà contenere:

- sbarre principali
- sezionatore a 3 posizioni
- derivazioni secondarie

La cella sbarre sarà accessibile dall'alto dello scomparto, rimuovendo i bulloni dalla relativa piastra.

Le sbarre principali collegheranno le unità funzionali contigue senza usare partizioni intermedie allo scopo di avere un condotto sbarre continuo, esse saranno isolate in gas e dovranno permettere facilmente la rimozione di uno scomparto tramite appositi connessioni.

(ii) ***Cella interruttore***

Sarà situata nella parte centrale dello scomparto, connessa alla cella sbarre per mezzo di un isolatore passante

Dovrà contenere:

- interruttore rimovibile (sotto vuoto)
- sbarre di connessione
- sezionatore di terra con potere di chiusura per la messa a terra dei cavi MT
- passanti di collegamento dei cavi MT

L'interruttore dovrà essere connesso al circuito principale per mezzo di contatti striscianti al fine di consentirne la sostituzione in tempi brevi.

(iii) ***Cella bassa tensione***

Dovrà essere installata nella parte superiore dell'unità, sul lato frontale, integrandosi nel volume generale dell'unità stessa.

Sarà accessibile, con cavi e sbarre sotto tensione, attraverso una porta eventualmente bloccabile con serratura a chiave.

(iv) ***Cella inferiore***

In accordo alle unità funzionali, la cella conterrà le connessioni dei cavi MT, i trasformatori di corrente e di misura.

Sarà accessibile dal fronte dello scomparto sbullonando un pannello metallico.

4.3.2 Materiali isolanti

I criteri di progettazione delle parti isolanti dovranno garantire la resistenza alla polluzione ed all'invecchiamento. Tutti i materiali isolanti impiegati nella costruzione del quadro dovranno essere di tipo autoestinguento ed inoltre dovranno essere scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

4.3.3 Impianto di terra

L'impianto di terra principale di ciascuna unità dovrà essere realizzato con piatto di rame di sezione non inferiore a 125 mmq al quale saranno collegati con conduttori o sbarre di rame i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un bullone destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

La sbarra di terra di rame dovrà essere di sezione non inferiore a 125 mmq e dovrà essere predisposta al collegamento all'impianto di messa a terra della cabina (vedi elaborato PD2_C2B_1137_35-10-00_30-01_ Maille équipotentielle typologique cabine HTA-BT - Maglia equipotenziale tipologica cabine MT/BT).

4.3.4 Interblocchi

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

In particolare dovranno essere previsti almeno i seguenti interblocchi:

- blocco a chiave tra l'eventuale interruttore e sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore;
- blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa;
- blocco meccanico tra il sezionatore di terra e la portella di accesso. Sarà possibile aprire la porta solo a sezionatore di terra chiuso.
- Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile in unica copia.

4.3.5 Verniciatura

Tutta la struttura metallica delle unità, salvo le parti in lamiera zincate a caldo dovrà essere opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire una ottima resistenza alla usura.

Il ciclo di verniciatura dovrà essere il seguente:

- fosfosgrassatura;
- passivazione cromica;
- verniciatura industriale a forno con ciclo a polvere su lamiere elettrozincate.

L'aspetto delle superfici dovrà essere semilucido, bucciato. Il punto di colore dovrà essere bianco RAL 9002 (/esterno).

Lo spessore medio della finitura dovrà essere di 50 micron. Le superfici verniciate dovranno superare la prova di aderenza secondo le norme ISO 2409.

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

4.3.6 Apparecchiature

Le apparecchiature principali montate nel quadro dovranno essere adeguate alle caratteristiche di ingombro sopra menzionate e dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni particolari.

Il quadro e le apparecchiature di manovra , (sezionatori interruttori TA/TV e relè di protezione) dovranno essere di un unico costruttore per garantire la perfetta accoppiabilità degli interblocchi di manovra e delle funzioni logiche.

4.3.6.1 Interruttori

Gli interruttori dovranno essere del tipo sottovuoto.

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

Gli interruttori dovranno essere predisposti per ricevere il blocco previsto alla posizione INTERBLOCCHI, inoltre potranno essere dotati dei seguenti accessori:

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

Il comando meccanico dell'interruttore dovrà essere garantito dal costruttore per 10.000 manovre (apparecchi non aderenti a quanto richiesto non saranno accettati).

Una manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando è tollerata a partire da 5.000 manovre o ogni 5 anni.

Il comando degli interruttori dovrà essere del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale. Le manovre di chiusura ed apertura dovranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando dovrà essere a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura viene dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17.1 e IEC 56.

Gli interruttori dovranno avere le seguenti caratteristiche principali:

- corrente nominale: 1250 A
- potere di interruzione nominale: 25 kA
- potere di chiusura: 70 kA
- sequenza operazioni: O-0,3s-CO-3mn-CO
- tempo di apertura: ≤ 70 ms
- tempo di interruzione: $\leq 80/85$ ms
- tempo di chiusura: ≤ 70 ms
- tensione di alimentazione ausiliari: 220 Vca/110 Vcc \div 10%

4.3.6.2 Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classe di precisione indicati nella descrizione delle unità. I TA in particolare, dovranno essere dimensionati per sopportare la corrente di guasto (limite termico/dinamico) dell'impianto.

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

4.3.6.3 Apparecchiature ed accessori

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

4.3.6.4 Accessori: targhette e cartelli.

Inoltre per ogni scomparto dovranno essere previste le lampade per l'illuminazione interna, le scaldiglie anticondensa e i golfari di sollevamento.

Sul fronte di ciascuna unità dovranno essere presenti i seguenti cartelli:

- targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità, l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale e la corrente di breve durata nominale;
- schema sinottico;
- indicazioni del senso delle manovre;
- targa monitoria.

4.3.6.5 Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo NO7VK e di sezione minima 1,5 mmq (escluso l'interruttore per cui è ammessa una sezione di 1 mmq per propri circuiti ausiliari).

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, dovranno essere protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica.

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

Ciascuna parte terminale dei conduttori dovrà essere provvista di adatti terminalini opportunamente isolati.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi alla apparecchiatura contenuta nell'unità dovranno essere attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti dovrà essere in materiale autoestinguento non igroscopico.

Il serraggio dei terminali nel morsetto, dovrà essere del tipo "a vite" per il collegamento lato cliente e del tipo "faston" all'interno della cella.

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

4.3.6.6 *Isolatori*

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

4.4 Trasformatori di potenza cabine MT/bt

I trasformatori hanno lo scopo di trasformare la tensione MT al secondario a tensione BT. Saranno installati nella cabina di trasformazione, si riportano le principali caratteristiche:

TIPICO “A”

- Tensione primaria (V1): 20 kV $\pm 2 \times 2.5\%$
- Tensione secondaria (V2): 0.40/0.23 kV
- Potenza nominale: vedi tabella 4
- Tensione di corto circuito: 6%
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta a imp. Atmosferico primario(V1): 125 kV
- Tensione di tenuta a freq. industriale Primario (V1): 50 kV
- Raffreddamento: AN
- Isolamento: Resina epossidica
- Gruppo: DYn11

TIPICO “B”

- Tensione primaria (V1): 20 kV $\pm 2 \times 2.5\%$
- Tensione secondaria (V2): 6 kV
- Potenza nominale: vedi tabella 4
- Tensione di corto circuito: 6%
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta a imp. Atmosferico primario(V1): 125 kV
- Tensione di tenuta a freq. industriale Primario (V1): 50 kV
- Raffreddamento: AN
- Isolamento: Resina epossidica
- Gruppo: DYn11

Tutti i trasformatori MT/BT isolati in resina dovranno essere certificati secondo le classi ambientali: E2 – C2 – F1

4.5 Cavi in media tensione

I cavi oggetto di questo dimensionamento saranno utilizzati per la distribuzione di energia elettrica in MT. Essi saranno impiegati anche per permettere l'allaccio dei punti di trasformazione MT alla rete di distribuzione dell'energia elettrica dell'ente fornitore e per permettere il collegamento tra i quadri di MT ed i trasformatori MT /BT.

Il sistema trifase di MT nelle varie cabine MT/BT ha le seguenti caratteristiche elettriche nominali:

4.5.1 Dati elettrici del sistema.

- Tensione nominale: 20kV
- Frequenza nominale: 50Hz
- Sistema: 3 fasi con neutro messo a terra
tramite impedenza
- Tensione di isolamento: 24kV

I cavi impiegati saranno cavi unipolari di tipo **CEI UNEL RG7H1M1**, ossia cavi unipolari con corda rotonda compatta di rame stagnato, isolato con miscela di gomma ad alto modulo **G7**, schermo a fili di rame rosso, guaina esterna in PVC, con tensione U_0/U pari a **12/20 kV**.

4.5.2 Tipi di posa

Le condizioni generiche di posa dei cavi potranno essere le seguenti:

- In aria libera;
- In canale interrato;
- In tubo interrato;
- Interrato con protezione.

4.5.3 Caratteristiche elettriche del cavo MT

I cavi MT da impiegare nei sistemi indicati ai punti precedenti, avranno le seguenti caratteristiche elettriche generali:

- Tensione di isolamento U_0 / U : 12/20 kV
- Formazione: Unipolare
- Sezioni: 70 ÷ 240 mm²
- Max temperatura del conduttore: 105° C
- Max temperatura di Corto-Circuito: 300° C
- Max temperatura di sovraccarico: 140° C
- Costante K di cortocircuito a 300° C: 152

- Temperatura minima di posa: 0°C
- Comportamento al fuoco:
 - IEC 60332-1 (CEI 20-35): non propagante la fiamma;
 - IEC 60332-3C (CEI 20-22 III CAT C) non propagante l'incendio;
 - CEI 20-37 Metodi di prova sui cavi sottoposti a incendio – Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi
 - CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

Quindi, i cavi impiegati saranno cavi unipolari di tipo CEI UNEL RG7H1M1-12/20 kV, ossia:

- **R:** cavi unipolari con corda rotonda compatta di rame rosso, con semiconduttore interno in elastomerico estruso;
- **G7:** isolante in mescola di gomma ad alto modulo, semiconduttore esterno in elastomerico estruso pelabile a freddo;
- **H1:** schermatura a fili di rame rosso;
- **M1:** guaina esterna termoplastica a basso sviluppo di fumi e gas tossici corrosivi;
- **12/20kV:** tensione U_0/U .

I cavi MT saranno giuntati con giunti a freddo (cold shrink) ogni 1000 metri circa.

4.6 Gruppi elettrogeni

I gruppi elettrogeni, previsti in ogni PdA (Saint Jean de Maurienne, Modane e Susa), avranno le seguenti caratteristiche principali:

- Potenza per servizio continuo PRP : 2850 kVA pari a 2280 kW
- Potenza per serv. emergenza LTP : 3135 kVA pari a 2508 kW
- Fattore di potenza : $\cos\phi$ 0,8
- Tensione : 400 V. trifase con neutro accessibile (230 V. tra fase e neutro)
- Frequenza : 50 Hz.
- Velocità : 1500 giri/1'.

Ogni gruppo elettrogeno sarà costituito da:

- Motore diesel aspirazione sovralimentata ed interrefrigerata, 20 cilindri a "V", raffreddamento ad acqua, regolazione di velocità con controllo elettronico, avviamento elettrico 24 Vcc.
- Alternatore della potenza nominale di 3100 kVA, autoeccitato ed autoregolato, senza spazzole (brushless), con regolatore elettronico della tensione, protezione meccanica IP 23, forma costruttiva monosupporto e scaldiglia anticondensa.

Il tutto montato, tramite supporti antivibranti, su apposito basamento realizzato in profilati di acciaio pressopiegati ed elettrosaldati.

Ogni gruppo elettrogeno sarà predisposto per funzionamento automatico ed è completo di:

- Sensore di allarme/arresto per bassa pressione olio;
- Sensore di allarme/arresto per alta temperatura acqua;
- Sensore di allarme/arresto per basso livello acqua radiatore;
- Serbatoio incorporato maggiorato da litri 900, completo di indicatore ottico di livello carburante a quadrante e di sensore di allarme per min/max livello gasolio e di sensore per comando avviamento/arresto elettropompa di rifornimento gasolio.

Ciascun gruppo elettrogeno sarà installato all'interno di uno Shelter insonorizzato realizzato in lamiera di acciaio con blocchi d'angolo alle estremità, per installazione all'aperto, capace di garantire un livello di rumorosità pari a 58 dB(A) \pm 3 dB alla distanza di mt.1 in campo libero ed in assenza di rumore di fondo, per il contenimento di quanto sopra.

All'esterno dello shelter, in prossimità di una porta di accesso, saranno previsti:

- Sezionatore in cassetta di custodia IP 54 per il sezionamento dei circuiti ausiliari alimentati da rete;
- Valvola a strappo intercettazione gasolio con maniglia in cassetta di custodia con vetro;
- Pulsante arresto di emergenza in cassetta di custodia con vetro.

All'interno dello shelter sarà previsto:

- l'impianto di illuminazione secondo le normative vigenti;
- l'impianto di ventilazione realizzato con elettroventilatori elicoidali per lo smaltimento del calore di irraggiamento del gruppo elettrogeno;

All'interno dello shelter sarà installato il quadro di comando QUADRO di comando e controllo del gruppo, in armadio, con logica di gestione a microprocessore capace di fare intervenire automaticamente il G.E entro pochi secondi al mancare della tensione di rete anche su una sola fase; e completo di:

- Dispositivo elettronico di ultima generazione per il controllo ed il monitoraggio di tutti i parametri per la gestione del gruppo elettrogeno completo di display alfanumerico 7 / 8 retroilluminato per la visualizzazione delle grandezze elettriche: tensione delle 3 fasi di rete, tensione delle 3 fasi di gruppo, corrente delle 3 fasi di gruppo, frequenza, contatore, contavviamenti, potenza attiva, potenza reattiva, fattore di potenza;
- Indicatore pressione olio, temperatura acqua e livello carburante serbatoio di servizio;
- Carica batterie elettronico con punto di cross-over automatico;
- Orologio programmatore per prova periodica automatica;
- Uscita seriale RS485 per comunicazione tramite protocollo modbus;

- Morsettiera con contatti puliti per riporto a distanza tele segnali;
- Modem GSM per tele gestione da remoto.
- Protezione corto circuito mediante Interruttore automatico magnetotermico, 4x5000 A., a protezione generatore, in esecuzione fissa, con comando manuale.
- Protezione contatti indiretti: Relè protezione massa statorica 64S

Ciascun gruppo elettrogeno sarà corredato di:

- Gruppo riempimento automatico serbatoio di servizio G.E., fornito sciolto su piastra, comprendente 2 elettropompe autoadescanti (IP 54) a scambio automatico + 1 pompa ad azionamento manuale con circuito di by-pass, circuito di comando e controllo integrato nel quadro del gruppo elettrogeno.
- Serbatoio per deposito carburante a parete doppia, della capacità di lt. 12.000, tipo da interrare, completo di passo d'uomo, valvola limitazione di carico al 90% di tipo omologato, valvola di fondo, cuffia di sfiato, tappo di carico, asta metrica, tabella ragguaglio, verniciatura esterna con catramina a freddo ed inoltre completo di indicatore di livello di tipo elettronico con sensore ad ultrasuoni e strumento di lettura digitale montato a bordo del quadro anzidetto, sensori per allarme min/max livello, pozzetto antispandimento con chiusino carrabile, strumento controllo perdite intercapedine e piedini antirotolamento

4.7 Reattanze Shunt

L'impiego dei reattori shunt ha lo scopo di compensare una consistente parte dell'ingente potenza reattiva erogata dalla rete MT in cavo.

Tale funzione diviene indispensabile nel caso di alimentazione da gruppo elettrogeno.

Difatti, in caso di funzionamento da gruppo, la potenza reattiva erogata dalle linee in cavo deve essere assorbita interamente dal gruppo stesso, e non più dalla rete a monte.

La massima potenza reattiva che il generatore può assorbire nel funzionamento in sottoeccitazione dipende dalle curve di prestazione limite del generatore stesso: essa è pari ad una percentuale della potenza nominale (circa il 20%), e generalmente decresce all'aumentare della potenza attiva prodotta.

D'altra parte, nel caso in questione, la potenza reattiva prodotta dalle linee in cavo è molto superiore a quella "assorbibile" da gruppo. In tali condizioni risulterebbe impossibile effettuare la messa in tensione della rete da gruppo.

Di conseguenza si è ricorso all'impiego dei reattori shunt, connessi ad entrambe le estremità delle linee nelle cabine di PdA.

Il dimensionamento è stato effettuato considerando il funzionamento di un tratto di linea pari a circa la metà di una dorsale MT. Difatti, nel caso di alimentazione da gruppo sarà opportuno "spezzare" la dorsale per dimezzare la capacità e quindi la potenza reattiva prodotta dai cavi. Calcolata tale potenza, ad essa è stata sottratta la quota parte che il generatore è in grado di assorbire autonomamente: il risultato coincide con la potenza reattiva che deve essere assorbita dal reattore. Il calcolo è stato effettuato nelle condizioni

peggiori, ossia per il tratto di cavo più lungo, e considerando un limite di sottoeccitazione del generatore pari al 15%.

Si elencano di seguito le caratteristiche principali delle reattanze shunt:

- Potenza reattiva : 2000 kVAR
- Tensione nominale : 20 kV
- Tensione di isolamento: 24kV trifase con neutro accessibile (230 V. tra fase e neutro)
- Dimensioni massime (l x p x h): 2700 x 2000 x 2400 mm

5. Sistema di protezione e selezione del tronco guasto

Il sistema di protezione deve proteggere l'arrivo e le partenze dei Quadro MT PdA, le dorsali ad 20kV a livello dell'entra/esce nei Quadri MT di cabina e le partenze trasformatori nei Quadri MT di cabina.

La realizzazione di un impianto di distribuzione a 20kV all'interno di una galleria ferroviaria, ed in generale di tutti gli impianti ad esso complementari, richiede che i criteri progettuali siano in stretta aderenza con principi guida elaborati sulla scorta di conoscenze tecniche, esperienze dirette e necessità operative affinate nel tempo in forte sinergia fra tutti gli operatori coinvolti nella materia.

In questo capitolo si descrivono i sistemi di Protezione/Selezione del tronco guasto della rete a 20kV, e il sistema di Supervisione, destinato alla Riconfigurazione automatica, all'elaborazione e gestione dei dati diagnostici e al comando/controllo degli enti asserviti, basato su un'architettura di trasmissione dati avente un taglio geografico.

I sopracitati sistemi, tra loro indipendenti nelle modalità di espletazione delle proprie funzionalità, sono comunque correlati a formare una necessaria e particolare ridondanza. Il primo deve tassativamente risolvere pienamente ed in modalità autonoma ogni problematica di guasto (funzionalità di protezione) e provvedere alla determinazione ed isolamento del tronco sotto guasto (funzionalità di selezione); il secondo sistema deve prendere atto delle condizioni operative e degli interventi del primo, per le necessarie attività di diagnostica, garantendo nel contempo la possibilità di effettuare autonomamente il processo di Selezione (e successiva Riconfigurazione), in caso di mancato o incompleto intervento del primo.

Al fine di garantire un corretto coordinamento fra i due sistemi, il complesso costituito dalle piattaforme hardware e software degli stessi, comprensivo di tutte le apparecchiature previste nei locali tecnici ove risiedono i Quadri, deve essere approntato in opera dal Fornitore del sistema di Supervisione il quale deve risultare certificato in base a provata esperienza applicativa in merito al coordinamento delle protezioni in impianti di tale portata di cui peraltro deve curare e garantire lo studio e la relativa messa in servizio.

5.1 Quadri di cabina

La potenza dei trasformatori di cabina, la relativa Icc di linea e la relativa composizione variano in funzione delle caratteristiche di carico richiesto.

A tal fine si sono previsti come requisito massimo per ogni Quadro alloggiato all'interno della Cabina MT/BT due trasformatori, a titolo di esempio, per ciascuna delle seguenti utenze:

- **Utenza 1: Luce di Sicurezza**
- **Utenza 2: Centrale ventilazione**
- **Utenza 3: Antincendio**

La configurazione di esercizio del quadro prevede due linee entra ed esci con Interruttori e sezionatori che si connettono su una sbarra, i trasformatori previsti per ogni utenza saranno connessi tramite un interruttore alla sbarra stessa.

5.1.1 -Interblocchi

Il quadro deve essere dotato di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che possano compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto. In particolare devono essere presenti, sia verso il quadro precedente che verso quello successivo, sezionatori di terra per la messa in sicurezza della tratta di dorsale interessata. La chiusura di questi sezionatori deve essere vincolata al possesso delle chiavi degli interruttori in testa al segmento di dorsale interessato, uno situato nel quadro in questione e l'altro in quello precedente o successivo (in dipendenza del tratto interessato).

5.1.2 Predisposizioni

Deve essere prevista la predisposizione per il monitoraggio e la registrazione degli eventi (analisi oscillografica) da potersi effettuare sia in modalità automatica che manuale con la precisione di 2ms. La registrazione deve contenere le seguenti informazioni:

Data

- Andamento delle correnti (I1,I2,I3, I0) ;
- Caratteristiche degli andamenti ;
- Stato degli ingressi logici.

5.2 Sistema di gestione della rete di distribuzione a 20 kV

Il sistema deve comprendere le funzionalità di Protezione e Selezione del tronco guasto in relazione a guasti che si verificano sulle partenze trasformatore 20 kV nei quadri di cabina o sulle linee dorsali a 20kV o sulla sbarra a 20kV del quadro di cabina.

Per realizzare tale sistema è previsto in ciascuna cabina MT una coppia di armadi PLC ridondati divisi nelle due seguenti tipologie:

- posto di alimentazione PdA: sistema di una coppia di PLC Master Slave, server per sistema SCADA per la gestione fino a 50 unità di armadi PLC ridondati, condivisi su rete ethernet;
- cabina MT/BT: sistema di 2 armadi PLC, con funzionalità di ridondanza calda, completi di alimentatori, schede, porte di comunicazione, pannello operatore touch screen; per la gestione di I/O condivisi su rete ethernet per posto di alimentazione MT/BT , (punti controllati: fino a 128 input e 32 output).

In accordo con i criteri progettuali fin qui emessi, non deve essere consentito alimentare la sezione 20kV contemporaneamente dai due lati ma deve essere sempre mantenuta una alimentazione di tipo radiale. Il sistema di selettività logica dovrà essere sviluppato a partire dalle sopraindicate condizioni, che è pertanto tassativo rispettare.

5.3 Sistema di protezione

Il sistema di protezione deve proteggere l'arrivo e le partenze dei quadri di consegna, le dorsali a 20kV a livello dell'entra/esce nei quadri di cabina e le partenze trasformatori negli stessi quadri di cabina.

5.3.1 Caratteristiche dei trasformatori di corrente dedicati alle protezioni trasformatori:

- - TA di fase per le protezioni con le seguenti caratteristiche:
- corrente nominale primaria di valore normalizzato più prossimo e superiore alla corrente di pieno carico sul lato 20kV del trasformatore MT/BT;
- corrente nominale secondaria 5A;
- prestazione nominale di valore normalizzato più prossimo e superiore alla potenza totale data dalla potenza dissipata (alla corrente nominale secondaria) dai conduttori di collegamento PROTEZIONE A MICROPROCESSORE-TA;
- classe di precisione 5P;
- fattore limite di precisione tale che il TA, alla effettiva prestazione applicata, si mantenga entro limiti di errore composto della propria classe di precisione sino ad una corrente primaria non inferiore alla massima corrente di corto circuito della linea dorsale o comunque che non vada a pregiudicare il buon funzionamento delle protezioni;
 - corrente nominale termica di corto circuito (riferita a 1 s) di valore normalizzato non inferiore alla massima corrente di corto circuito che può percorrere il primario del TA;
 - corrente nominale dinamica di valore normalizzato non inferiore al valore di picco della massima corrente di corto circuito che può percorrere il primario del TA;
 - Toroide sommatore per protezione di guasto a terra, fornito a corredo della protezione a microprocessore, da installare sui cavi isolati di alimentazione del trasformatore Il toroide deve essere idoneo per un corretto funzionamento quando sulla dorsale si presenta la massima corrente di guasto a terra.

Per la descrizione dei Quadri di MT nei PdA si rimanda al doc. PD2-C2B-TS3-0870-0-PA-NOT Relazione tecnica sullo studio dell'architettura dei posti di alimentazione.

5.3.2 Quadri di cabina

Il quadro è configurato come da schema unifilare di progetto, si possono identificare i seguenti tipici:

- interruttore e sezionatore arrivo/partenza da dorsale linea MT,
- interruttori trasformatori MT/BT,

Per ogni interruttore arrivo/partenza della linea MT ad anello (entra/esci) devono essere utilizzati:

- **PROTEZIONE A MICROPROCESSORE** con le seguenti funzioni:
 - prima soglia di massima corrente a tempo indipendente (51) per la protezione contro il sovraccarico;
 - seconda soglia di massima corrente a tempo indipendente (50) per la protezione contro il corto circuito tra le fasi ;
 - prima soglia direzionale di massima corrente residua a tempo indipendente (67N) per la protezione contro i guasti a terra a neutro con impedenza con alimentazione da destra.
 - seconda soglia direzionale di massima corrente residua a tempo indipendente (67N) per la protezione contro i guasti a terra a neutro con impedenza con alimentazione da sinistra.
 - Soglia di presenza tensione lato dorsale linea MT

La necessità di una doppia soglia direzionale è dovuta al fatto che si vuole evitare di rendere sensibile la protezione all'apporto capacitivo della rete stessa.

Le protezioni direzionali di massima corrente residua devono effettuare la misura della corrente residua dal toroide sommatore installati nei Quadro MT di cabina .

La zona di intervento della protezione direzionale deve essere configurata tramite la regolazione del settore angolare (limite 1 e limite 2 della zona di intervento)

Le misure delle tensioni, al fine di evitare eventuali paralleli tra i punti di ricezione energia, devono essere eseguite sia sul lato arrivi o partenze linea sia sulle sbarre.

Per ogni interruttore trasformatori MT/BT devono essere utilizzati:

- PROTEZIONE A MICROPROCESSORE con le seguenti funzioni:
 - prima soglia di massima corrente a tempo indipendente (51) per la protezione contro il sovraccarico;
 - seconda soglia di massima corrente a tempo indipendente (50) per la protezione contro il corto circuito tra le fasi ;
 - prima soglia direzionale di massima corrente residua a tempo indipendente (51N) per la protezione contro i guasti a terra a neutro con impedenza con alimentazione da destra.
- 3 TA di fase per protezione di massima corrente;
- 1 toroide sommatore per protezione direzionale di massima corrente residua

Fra le protezioni relative agli interruttori dei Quadro MT di cabina e quelle relative agli interruttori a monte e a valle deve essere effettuato un coordinamento logico.

5.4 Sistema di selezione tronco guasto

Il sistema di selezione del tronco guasto deve identificare la sezione di dorsale affetta da guasto ed isolarla aprendo gli interruttori a monte e a valle dell'intera dorsale di alimentazione. Questa manovra deve essere effettuata contestualmente all'estinzione del guasto, cioè il sistema di protezione comanderà direttamente l'apertura degli interruttori che si trovano subito a monte e a valle del guasto solo dopo l'intervento dell'interruttore di alimentazione e la conseguente mancanza di tensione rilevata dalla soglia di presenza tensione linea che acquisisce il segnale dai trasformatori di Tensione (TV) posti sugli Entra/Esca di cabina.

Per assicurare una rialimentazione automatica della zona non soggetta al guasto si dovrà:

- effettuare il distacco di tutti i trasformatori della linea stessa,
- chiudere l'interruttore del PdA dopo un tempo che assicura la certa eliminazione del guasto e il certo distacco dei trasformatori
- chiudere l'interruttore del PdA opposto dopo un tempo che assicura la certa eliminazione del guasto e il certo distacco dei trasformatori (procedura attuata dal sistema di supervisione di livello superiore).

Allo scopo di ottenere questo isolamento selettivo dei corto circuiti tra le fasi e dei guasti verso terra in ogni zona dell'impianto, le funzioni di protezione di massima corrente (50) e di massima corrente omopolare (50N o 67N) devono disporre di un sistema di individuazione selettiva del guasto, realizzato mediante opportune logiche di blocco e telescatto dei relè mediante interfaccia in fibra ottica multimodale (62.5/125 μm) per collegamenti tra le cabine adiacenti ed in doppiino intrecciato e schermato (o sistema equipollente) per i collegamenti all'interno dei Quadri. Tale sistema deve consentire di isolare la sola zona d'impianto guasta indipendentemente dal senso di alimentazione della linea dorsale.

Le protezioni a microprocessore devono disporre inoltre di funzioni di controllo della predetta interfaccia ottica al fine di garantirne la continuità e prevenire le anomalie

Specifiche tecniche MT - Techniques Specifications MT

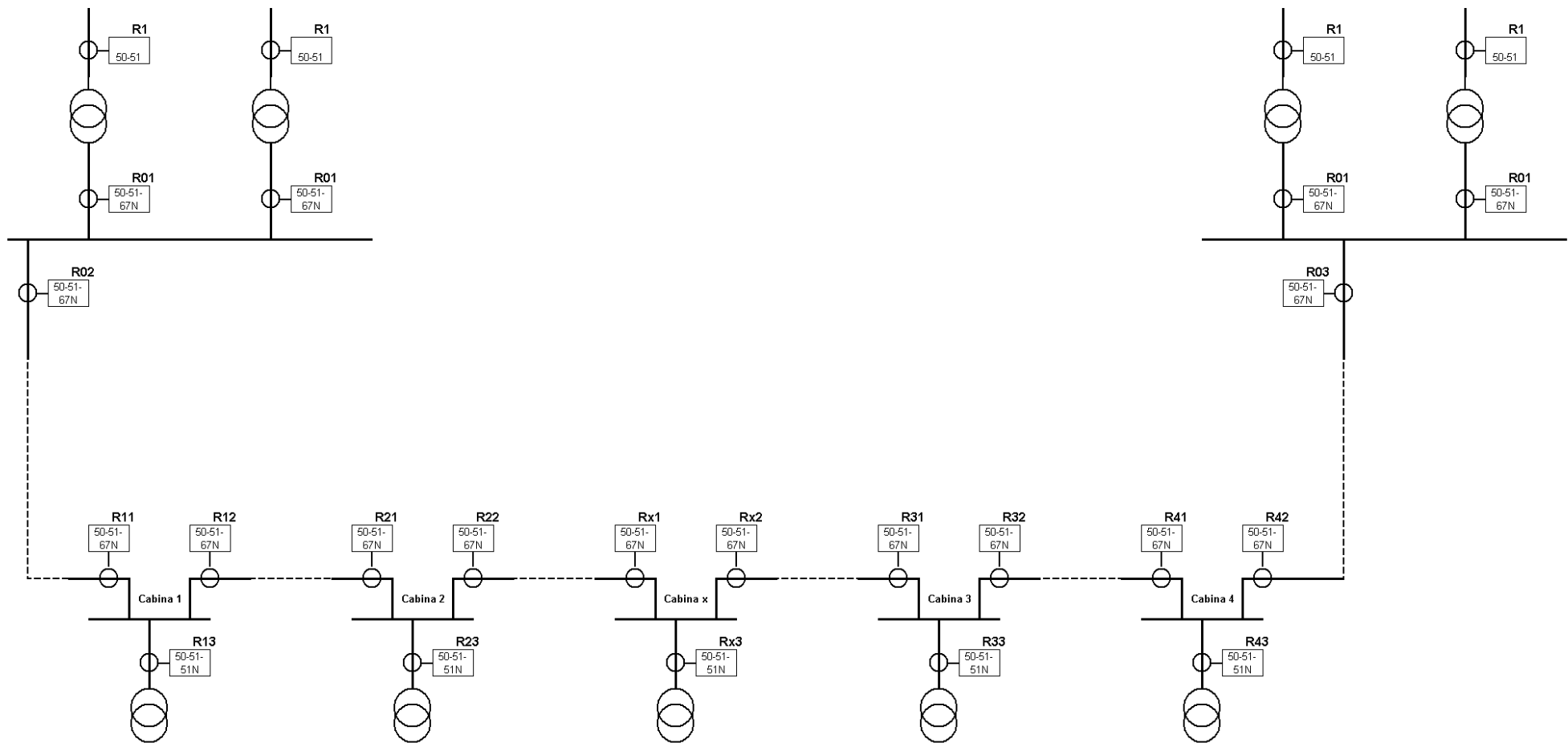


Figura 1– unifilare tipico schema distribuzione 20kV

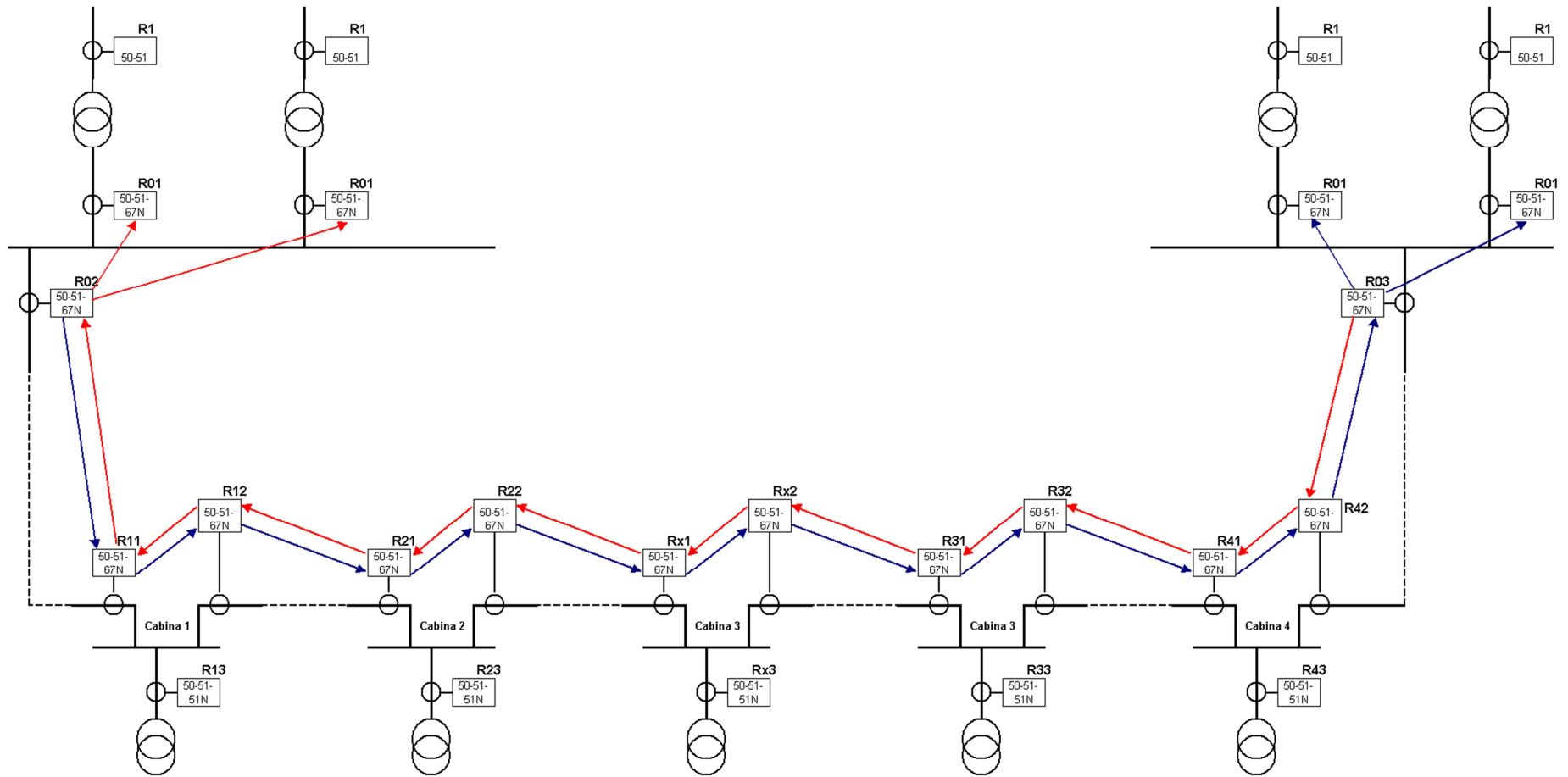


Figura 2 – blocco tra le protezioni di alimentazione anello Cabine trasformazione

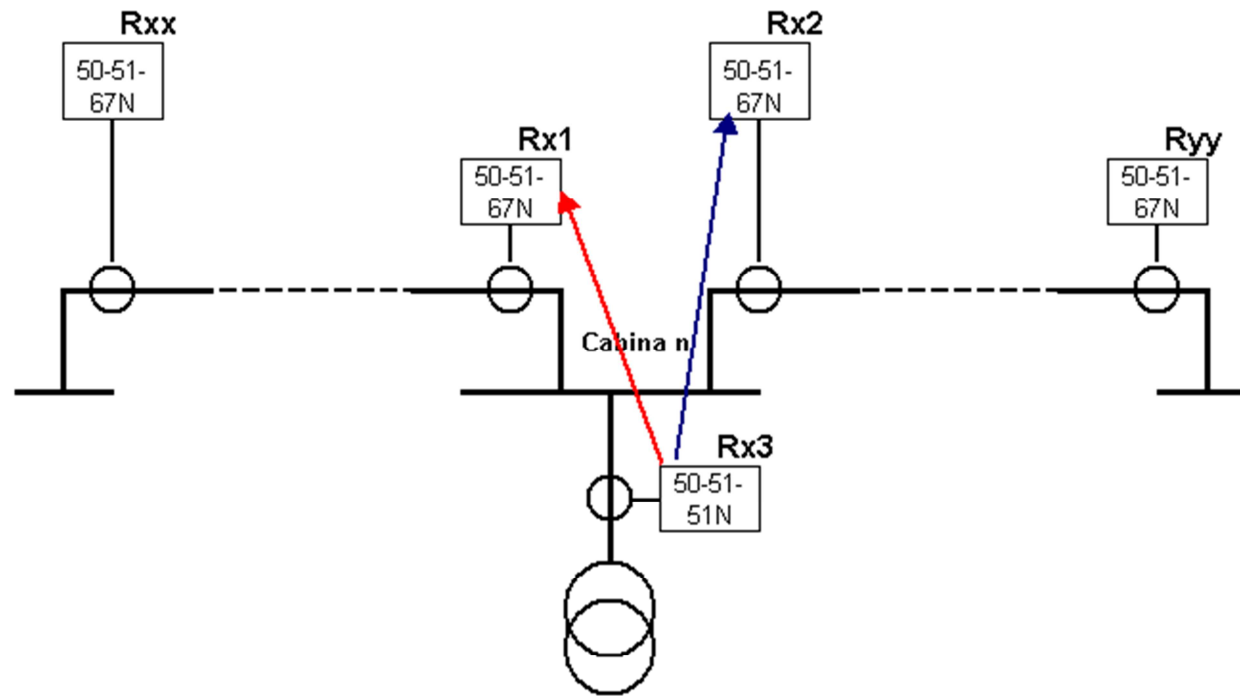


Figura 3 – blocco tra le protezioni in Cabina

La logica interna della protezione a microprocessore deve effettuare l'apertura del sezionatore immediatamente a valle del guasto, per poter alimentare le due semitratte di linea in sicurezza.

Di seguito vengono riportate le descrizioni relative al funzionamento delle protezioni disposte nei vari punti dell'impianto in modo da evidenziare la logica e per meglio capire in caso di eventi di guasto come funziona l'apparecchiatura., per semplificazione si fa riferimento all'interruttore ma la medesima configurazione viene utilizzata per l'interruttore di manovra sottocarico.

Le soglie istantanee forniscono l'informazione di superamento soglia utilizzata per l'emissione del blocco logico che andrà informare la protezione a monte/valle; le soglie temporizzate vengono utilizzate tramite la conferma o meno del blocco per la selettività logica.

L'apertura dell'interruttore in caso di guasto rilevato dalla protezione a microprocessore è effettuata tramite bobina di sgancio a lancio di corrente a cui viene portata l'uscita O1 della protezione; è possibile inoltre effettuare un comando sia di apertura che di chiusura (la protezione riceve in via seriale) portando l'uscita O11 alla bobina di chiusura dell'interruttore; quindi per far ciò il sistema necessita dei comandi di apertura via supervisione (TC1) e chiusura via supervisione (TC2) e dello stato dell'apparecchio (informazione portata agli ingressi della protezione I11 e I12).

E' possibile comandare da remoto l'interruttore direttamente da PLC di cabina (tramite degli ingressi dedicati sulla protezione a microprocessore) e in questo caso il comando diretto è prioritario rispetto a quello tramite protezione: se il primo fallisce, automaticamente il sistema di supervisione invia il comando tramite la protezione a microprocessore.

Il comando di chiusura viene effettuato solo nel caso in cui sia presente la tensione a monte e mancante la tensione a valle questo con lo scopo di evitare eventuali paralleli involontari da parte dell'operatore.

Il circuito di apertura tramite bobina di sgancio dell'interruttore è sorvegliato mediante una logica programmata all'interno della protezione sulla base dello stato degli ingressi I11 e I12: se tra i due stati non c'è congruenza (entrambi sono allo stato 1 o 0) viene impedita la chiusura dell'interruttore e viene fornita segnalazione via seriale al sistema di supervisione.

Se l'interruttore era già chiuso, viene fornita immediatamente la segnalazione al sistema di supervisione, nel caso in cui l'interruttore fosse chiamato ad aprire per intervento della protezione si avrà l'apertura dell'interruttore immediatamente a monte.

Tutte le protezioni hanno un contatto di auto diagnostica cablato in ingresso al PLC di cabina, che in caso di malfunzionamento o assenza di alimentazione ausiliaria commuta fornendo questa informazione al sistema di supervisione.

Le protezioni mettono a disposizione un contatto di uscita (O12) che viene portato al PLC per comunicare l'avvenuto comando di sgancio dalla protezione a microprocessore dell'interruttore per una delle seguenti cause:

- guasto rilevato dalle protezioni,
- intervento della logica.

In caso di “sgancio” viene commutata l’uscita O2 che, appositamente cablata, impedisce la richiusura dell’interruttore; per poter chiudere occorre prima fare il reset della protezione, l’operazione può essere eseguita sia dal fronte che da supervisore.

La protezione a microprocessore è programmata in modo che l’uscita O2 commuti non soltanto in caso di apertura provocata dalle soglie impostate ma anche dal controllo dell’efficienza della bobina di apertura.

Gli ingressi I13 e I14 della protezione sono riservati al ricevimento del segnale di blocco logico dalle protezioni a microprocessore a valle e a monte.

5.5 Esempi esplicativi

I possibili guasti sulla dorsale a 20kV si possono ricondurre a quelli indicati, considerando l’alimentazione dell’anello da sinistra, possono essere tre:

- guasto sul cavo di alimentazione della prima cabina (alimentazione da sinistra)
- guasto sul cavo di distribuzione tra due cabine (alimentazione da sinistra)
- guasto su un trasformatore in cabina

5.5.1 Guasto sul cavo di alimentazione della prima cabina (alimentazione da sinistra)

Questo guasto avvia le soglie istantanee delle protezioni poste tra il PdA e il punto di guasto.

Vengono quindi emessi i segnali di blocco logico come rappresentato in figura:

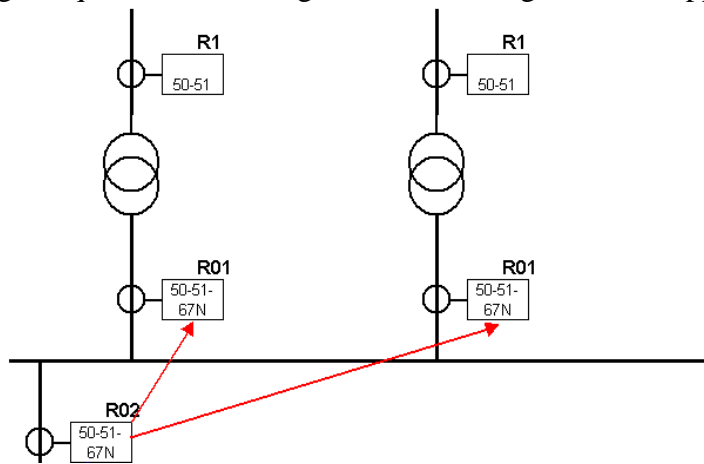


Figura 4 –guasto cavo alimentazione prima cabina

Nel quadro la protezione di partenza linea elimina il guasto in 0.2 s la protezione di arrivo nel di cabina apre il proprio IMS dopo 0.5 s.

Alla mancanza di apertura dell’interruttore, di ricalzo, con un tempo di 0.45 secondi si avrà l’eliminazione del blocco verso la protezione di partenza linea e la conseguente apertura dell’interruttore di arrivo dai trasformatori MT/BT nel PdA

A seguito di questa apertura la linea di distribuzione viene disalimentata con il conseguente comando di apertura di tutti i trasformatori in servizio. La protezione a microprocessore, installata sul quadro del PdA della cabina di ricezione posta all'altro capo della linea di distribuzione, rileva la mancanza di tensione e dopo 10 s dalla mancanza di tensione effettua la chiusura automatica del proprio interruttore rialimentando così la linea di distribuzione. In ogni cabina la protezione a microprocessore rileva il ritorno di tensione e dopo un tempo regolabile inserisce il proprio trasformatore MT/BT.

5.5.2 Guasto sul cavo di distribuzione tra due cabine (alimentazione da sinistra)

Questo guasto avvia le soglie istantanee delle protezioni poste tra il PdA e il punto di guasto.

Vengono quindi emessi i segnali di blocco logico come rappresentato in figura:

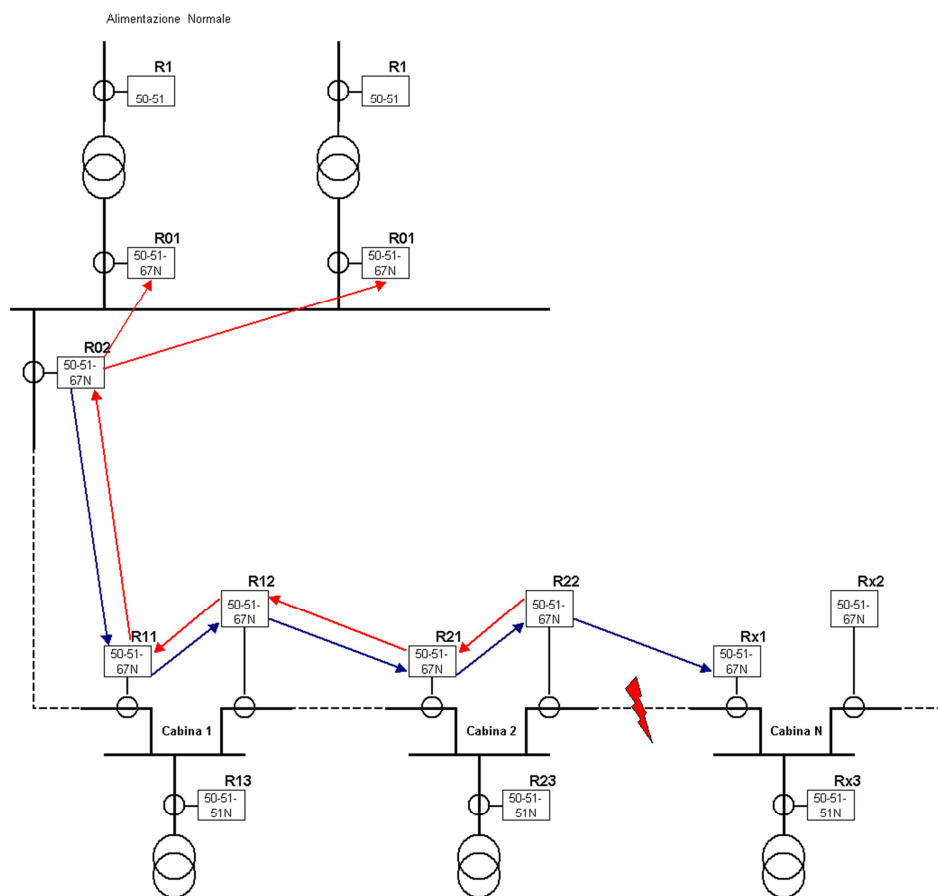


Figura 5 – guasto cavo distribuzione tra due cabine

Nel quadro di PdA in cabina la protezione di partenza anello elimina il guasto in 0.2 s, nel quadro ubicato nella cabina 2 la protezione di partenza anello rilevando la mancanza della tensione comanda l'apertura dell' IMS dopo 0.7 s, nel quadro ubicato nella cabina N la protezione di arrivo anello ricevendo il segnale di blocco da monte ma non rilevando l'avviamento delle proprie soglie alla mancanza della tensione comanda l'apertura dell' IMS dopo 0.7 s.

A seguito di queste aperture la linea di distribuzione viene disalimentata con il conseguente comando di apertura di tutti i trasformatori in servizio. La protezione a microprocessore, installata sul quadro di PdA della cabina avendo ricevuto il blocco logico da valle avvia la

logica di rialimentazione e dopo 10 s dalla mancanza di tensione effettua la chiusura automatica del proprio interruttore rialimentando così la linea di distribuzione fino al punto di apertura dell'anello. La protezione a microprocessore, installata sul quadro di PdA della cabina di ricezione posta all'altro capo della linea di distribuzione, rileva la mancanza di tensione e dopo 10 s dalla mancanza di tensione effettua la chiusura automatica del proprio interruttore rialimentando così la linea di distribuzione fino al punto di apertura dell'anello. In ogni cabina la protezione a microprocessore rileva il ritorno di tensione e dopo un tempo regolabile inserisce il proprio trasformatore MT/BT.

5.5.3 Guasto su un trasformatore di cabina

Questo guasto avvia le soglie istantanee delle protezioni poste tra il PdA e il punto di guasto. Vengono quindi emessi i segnali di blocco logico come rappresentato in figura:

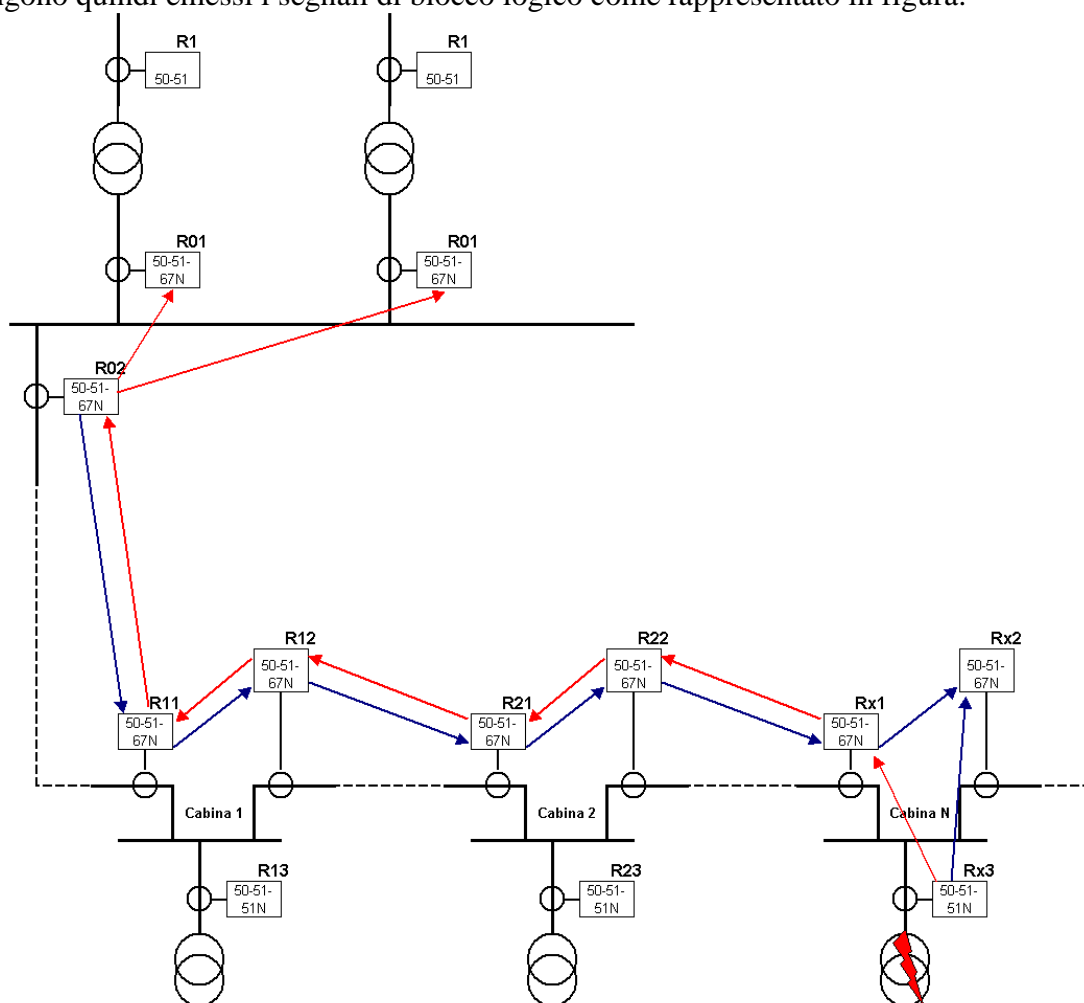


Figura 6 – guasto trasformatore di cabina

Nel quadro ubicato in cabina N la protezione di trasformatore elimina il guasto in istantaneo senza che la linea di alimentazione subisca il fuori servizio.

Nel paragrafo successivo si spiegherà perché si rende necessario effettuare il distacco dei trasformatori

5.6 Rialimentazione dal quadro PdA

In caso di guasto nella prima cabina che alimenta la dorsale, all'atto della riconfigurazione la cabina di PdA posta sull'estremità opposta della dorsale si troverebbe ad alimentare tutta (o quasi) la dorsale; analoga situazione si crea all'atto del primo avviamento dell'impianto. In tali condizioni la sommatoria delle correnti magnetizzanti nelle varie cabine potrebbe raggiungere valori comparabili con la corrente di intervento della protezione entra esci anello in cabina di consegna provocandone l'indebita apertura. In fase di progetto di dettaglio occorre pertanto valutare la possibilità di suddividere la dorsale in tratte, non critiche ai fini delle correnti di riconfigurazione, il cui sezionamento immediatamente dopo l'individuazione del tronco guasto e la cui successiva richiusura progressiva dalla cabina verso il guasto prevengano il condizionamento dovuto alle correnti magnetizzanti.

In tale eventualità, considerata la possibilità di rilevazione della presenza/assenza tensione all'interno delle cabine di utenza ricorrendo all'impiego di trasformatori TV è consigliabile eseguire una logica di stacco dei trasformatori e una reinserzione a gradini.