

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA ED IMPIANTI TE

PROGETTO PRELIMINARE

**NODO DI TORINO
TORINO SMISTAMENTO
NUOVO IMPIANTO DI MANUTENZIONE CORRENTE (IMC)**

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTI LFM

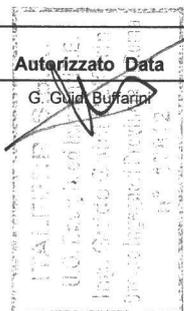
Relazione tecnica di progetto definitivo

SCALA:

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

NT00 00 D 18 RO LF0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	M. Sala <i>fale</i>	Ottobre 2013	M. Sala <i>fale</i>	Ottobre 2013	F. Perrone <i>[Signature]</i>	Ottobre 2013	G. Guida Burfarini <i>[Signature]</i>



File:

n. Elab.:

539 b

INDICE

1	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
1.1	NORMATIVA GENERALE	6
1.2	NORMATIVA RFI	10
2	PREMESSA	12
3	SCOPO DEL DOCUMENTO	12
4	ARCHITETTURA SISTEMA DI ALIMENTAZIONE MT	13
4.1	DIMENSIONAMENTO RETE M.T.	14
4.2	CAVO M.T.	15
4.3	CAVIDOTTO MT	15
4.4	QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE.....	16
4.4.1	DATI ELETTRICI DEGLI SCOMPARTI:	16
4.4.2	CARATTERISTICHE GENERALI	17
5	TRASFORMATORI MT-BT.....	19
6	ARCHITETTURA SISTEMA DI ALIMENTAZIONE BT.....	19
6.1	QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE	21
6.2	QUADRI ELETTRICI SECONDARI	23
7	DIMENSIONAMENTO DELL' IMPIANTO DI TERRA	24
7.1	CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA DISPERDENTE.....	25
7.2	COLLEGAMENTO A TERRA DEL NEUTRO.....	26
7.3	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE PER GUASTO M.T.	26
7.4	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE PER GUASTO B.T.....	27
8	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE ESTERNI.....	29
8.1	TORRI FARO.....	29
8.2	ILLUMINAZIONE VIABILITA STRADALE INTERNA E PARCHEGGIO	29
8.3	ILLUMINAZIONE BANCHINE ARRIVO/PARTENZE.....	30
8.4	ILLUMINAZIONE PUNTA SCAMBI E ASTE DI MANOVRA	30

8.5	ILLUMINAZIONE AREE ANTISTANTI AL FABBRICATO MCPTC.....	31
8.6	CAVIDOTTI DI PIAZZALE.....	31
8.7	IMPIANTI DI FORZA MOTRICE.....	32
8.7.1	POZZETTO A SCOMPARSA	32
9	IMPIANTO DI RISCALDAMENTO ELETTRICO DEVIATOI.....	34
9.1	CAVI SCALDANTI.....	35
9.2	SISTEMA DI TELEGESTIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	35
10	IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE NEI FABBRICATI.....	36
10.1	ILLUMINAZIONE: CRITERI GENERALI	36
10.2	ILLUMINAZIONE CAPANNONE MCPTC	36
10.3	ILLUMINAZIONE TETTOIA DI PULIZIA TRENI.....	38
10.4	ILLUMINAZIONE LOCALI DI GRANDE ALTEZZA	38
10.5	ILLUMINAZIONE SPOGLIATOI.....	39
10.6	ILLUMINAZIONE UFFICI E MENSA.....	39
10.7	ILLUMINAZIONE LOCALI WC.....	40
10.8	ILLUMINAZIONE LOCALI TECNICI ORDINARI	40
10.9	ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA.....	41
10.10	IMPIANTI DI FORZA MOTRICE.....	42
10.11	CANALIZZAZIONI E CAVIDOTTI	43
11	IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	44
11.1	CARATTERISTICHE GEO-MORFOLOGICHE DEL SITO.....	44
11.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	44
11.3	PRODUCIBILITA'.....	46
11.4	INVERTER.....	47
11.5	TRASFORMATORE MT-BT	48

11.6	QUADRO MT.....	48
11.7	CAVI.....	49
12	ALIMENTAZIONE NO BREAK	50
12.1	CARATTERISTICHE TECNICHE UPS 10 kVA.....	50
12.2	CARATTERISTICHE TECNICHE UPS 30 kVA.....	51
12.3	CARATTERISTICHE TECNICHE UPS 250 kVA	51
12.4	GRUPPO ELETTROGENO.....	52
12.4.1	QUADRO DI AVVIAMENTO AUTOMATICO.....	53
13	RIFASAMENTO.....	54
14	COMPENSAZIONE DI CORRENTI ARMONICHE	55
15	SISTEMA DI DIAGNOSTICA E SUPERVISIONE TORRI FARO E R.E.D. ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO.....	56
15.1	QDS-QUADRO DI STAZIONE O DI IMPIANTO.....	57
15.1.1	UDQ	57
15.1.2	PULSANTE FULL POWER	58
15.1.3	ANALIZZATORE DI RETE.....	58
15.1.4	MODULO CONCENTRATORE ACQUISIZIONE DATI (C-MAD)	58
15.1.5	MODULO ONDE CONVOGLIATE E ALIMENTATORE	58
15.2	APPARECCHIATURE DI CAMPO.....	58
15.2.1	MAD PER ILLUMINAZIONE TORRI FARO	59
15.2.2	MAD PER RED	60
15.3	SISTEMA DI SUPERVISIONE	60
16	IMPIANTO LPS.....	61
16.1	DATI INIZIALI	61
16.2	DENSITA ANNUA DI FULMINI A TERRA	61

16.2.1 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA	61
16.2.2 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	61
16.2.3 DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE.....	61
16.3 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE	62
16.4 VALUTAZIONE DEI RISCHI	62
16.4.1 CALCOLO DEL RISCHIO R1	62
16.4.2 ANALISI DEL RISCHIO R1	62
16.5 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE.....	63
16.6 ANALISI DELLA CONVENIENZA ECONOMICA	64
16.7 CONCLUSIONI.....	65
16.8 APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA	65
16.9 APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE LINEE ELETTRICHE	65
16.10 APPENDICE - CARATTERISTICHE DELLE ZONE	66
16.11 APPENDICE - AREE DI RACCOLTA E NUMERO ANNUO DI EVENTI PERICOLOSI.....	66
16.12 APPENDICE - VALORI DELLE PROBABILITÀ P PER LA STRUTTURA NON PROTETTA	67

Impianti LFM

Relazione tecnica di progetto definitivo

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

NT00

00

D 18 RO

LF 00 00 001

A

6 di 67

1 RIFERIMENTI NORMATIVI

1.1 NORMATIVA GENERALE

- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n.81 - Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Legge 191 /74: "Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall'Azienda autonoma delle Ferrovie dello Stato" e decreti collegati;
- Legge 01/ 01 / 1968 n.186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici". G.U. n. 77 del 23 marzo 1968.
- Legge 18/10/1977 n. 791 "Attuazione della direttiva 72/23/CEE del Consiglio della Comunità Europea, relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione".
- D.Lgs. 12/11/1996 n. 615 "Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata ed integrata dalla direttiva 92/ 31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992, dalla direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 e dalla direttiva 93 / 97/CEE del Consiglio del 29 ottobre 1993".
- D.Lgs 25/11/1996 n. 626 "Attuazione della direttiva 93/68/CEE, 111 catena di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione" e decreti collegati.
- Legge n. 46/ 90: Norme per la sicurezza degli impianti;
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua";
- CEI 7-6 (ISO 2081) Zincatura a caldo per immersione di materiali ferrosi.
- CEI EN 61558-1 (CEI 96-3) Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione, dei reattori e similari. Parte 1: prescrizioni generali e prove.
- CEI EN 61558-2-4 (CEI96-8) Sicurezza dei trasformatori, dei reattori, delle unità di alimentazione e similari per tensioni sino a 1100V Parte 2-4: prescrizioni particolari e prove per trasformatori di isolamento e unità di alimentazione che incorporano trasformatori di isolamento.
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- UNI CEI EN 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura
- IEC60870-5-104 - Protocollo di Telegestione
- UNI EN 50081-2 Compatibilità Elettromagnetica - Emissioni Generiche Standard.
- CEI EN 62086-1 Resistenza elettrica riscaldante superficiale
- CEI EN 50065-1 - "Trasmissione di segnali su reti elettriche a bassa tensione nella gamma di frequenza da 3 kHz a 148,5 kHz"
- CEI EN 61000-2-4 2003-04 Parte 2-4: Ambiente - Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
- CEI EN 61000-4-2 201 1-04 Parte 4-2: Tecniche di prova e di misura - Prove di immunità a scariche di elettricità statica.

- CEI EN 61000-4-3 2007-04 Parte 4-3: Tecniche di prova e di misura – Prova d'immunità ai campi elettromagnetici a radio frequenza irradiati.
- CEI EN 61000-4-4 2006-01 Parte 4-4: Tecniche di prova e di misura Prova di immunità a transitori/treni elettrici veloci
- CEI EN 61000-4-5 2007-10 Parte 4-5: Tecniche di prova e di misura Prova di immunità ad impulso.
- CEI EN 61000-4-6 2011-10 Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 6: Immunità ai disturbi condotti, indotti da campi a radio frequenza.
- CEI EN 61000-4-11 2006-02 Parte 4-11: Tecniche di prova e misura - Prove di immunità a buchi di tensione, brevi interruzioni e variazioni di tensione.
- CEI EN 61000-6-1 2007-10 Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.
- CEI EN 61000-6-3 2007-11 Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.
- CEI EN 55022 2009-06 Apparecchiatura per la tecnologia dell'informazione Caratteristiche di radiodisturbo - Limiti e metodi di misura.
- CEI EN 60950-1 (CEI 74-2) Apparecchiature per la tecnologia della informazione - Sicurezza - Parte 1: Requisiti Generali
- CEI EN 50522-1 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni.
- Norma CEI 0-16 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle Imprese distributrici di energia elettrica;
- DK 5600 - criteri di allacciamento di clienti alla rete mt della distribuzione;
- Norma CEI 9-6 (EN 50122-1); "Applicazione ferroviarie - Installazioni fisse; Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra";
- Norma CEI 9-39 (ENV 50121-4) - "Applicazione ferroviarie - Compatibilità elettromagnetica; Parte 4 - Emissione ed immunità delle apparecchiature di segnalamento e telecomunicazioni";
- Norma C.E.I. 11-17 - "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo";
- Norma CEI 11-20 - "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria";
- Norma CEI 11-25 - "Calcolo di correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata";
- Norma CEI 11-28 - "Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione";
- Norma C.E.I 11-35 - "Guida per l'esecuzione di cabine elettriche M.T./B.T. del cliente/utente finale";
- Norma CEI 11-37 - "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria";
- Norma CEI 17-5 - "Apparecchiature a bassa tensione - Interruttori automatici";

Impianti LFM Relazione tecnica di progetto definitivo	COMMESSA NT00	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RO	DOCUMENTO LF 00 00 001	REV. A	FOGLIO 8 di 67
--	------------------	-------------	---------------------	---------------------------	-----------	-------------------

- Norma CEI 17-13 parti 1; 2; 3 - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.)";
- Norma CEI 20-38/1 - "Cavi isolati in gomma non propaganti l'incendio";
- Norma CEI 23-3 - "Interruttori automatici per protezione da sovracorrenti per impianti domestici e similari";
- Norma CEI 28-6 - "Coordinamento dell'isolamento per gli apparecchi nei sistemi a bassa tensione; Parte 1 - Principi, prescrizioni e prove";
- Decreto Ministero dell'Interno 22/11/2007: "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, artigianali commerciali e servizi";
- CEI EN 61439-1 CEI 17-113 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
- 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 essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso Quadri di distribuzione (ASD)
- CEI 17-70 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione
- CEI-UNEL 35024/1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35024/2 Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35024/1;Ec Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI-UNEL 35011 Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione
- CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- CEI-UNEL 00722 Identificazione delle anime dei cavi
- CEI-UNEL 35012 Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco
- CEI-UNEL 35011;V1 Cavi per energia e segnalamento Sigle di designazione
- CEI-UNEL 35753 Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni - Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi Tensione nominale U0/U: 450/750 V
- CEI-UNEL 35752 Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili Tensione nominale U0/U: 450/750 V
- CEI-UNEL 00721 Colori di guaina dei cavi elettrici

- CEI 20-20/15 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 15: Cavi unipolari isolati con mescola termoplastica senza alogeni, per installazioni fisse
- CEI 20-27 Cavi per energia e per segnalamento Sistema di designazione
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV 20
- CEI 23-73 Colonne e torrette a pavimento per installazioni elettriche
- CEI 23-98 Guida all'uso corretto di interruttori differenziali per installazioni domestiche e similari
- CEI 46-136 Guida alle Norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-14 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
- CEI R064-004 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Protezione contro le interferenze elettromagnetiche (EMI) negli impianti elettrici
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI EN 50110-1 Esercizio degli impianti elettrici
- CEI 81-3 Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- CEI EN 50164-1 Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 62305-1 Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
- DPR 27 aprile 1955 n.547: Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro;
- Legge 1 marzo 1968 n.186 sull'esecuzione degli impianti a Regola d'Arte;
- DECRETO 22 gennaio 2008 - n. 37 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;
- UNI-EN-12464-1-2008 Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1_ Posti di lavoro in interni
- UNI-EN-12464-2-2008 Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2_ Posti di lavoro in esterno
- CEI EN 50171 "Sistemi di Alimentazione Centralizzata
- UNI 10819 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso

- UNI 10439 Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato
- Norma UNI EN 1838 "Applicazioni illuminotecniche – Illuminazione d'emergenza"
- UNI EN 81, 1 luglio 1987 - "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e montacarichi. - Ascensori elettrici."
- UNI 7543 parte 2^a - UNI 7546 parte 5^a - "Segnalazioni per l'illuminazione di emergenza"
- D.M. 13 luglio 2011 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.
- DECRETO 7 agosto 2012 Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.
- UNI EN 12845 Impianti fissi di estinzione incendi – Sistemi automatici sprinkler - Progettazione, Installazione e Manutenzione.
- UNI 10779-Norma UNI 11292 Alimentazioni Idriche.

1.2 NORMATIVA RFI

- RFI DI QUA SP AQ 001 B (12.06.02) Specifica di Assicurazione Qualità della RFI S.p.A. "Prescrizioni per la gestione degli appalti di lavori, manutenzioni, opere e forniture in opera sulla base di documenti di pianificazione della qualità";
- RFI DTCDNSSSTB SF IS 06 365 A (18.03.2008) Specifica Tecnica di Fornitura " Trasformatori d'isolamento monofasi e trifasi a raffreddamento naturale in aria, destinati agli impianti di sicurezza e segnalamento);
- NT TE 652 Cavi elettrici non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi;
- RFI DPRIM STF IFS LF629A Specifica Tecnica di Fornitura "Armadio di piazzale per alimentazione resistenze autoregolanti, per impianti di riscaldamento elettrico deviatoti"
- RFI DPRIM STF IFS LF630A Specifica Tecnica di Fornitura "Cavo autoregolante per riscaldamento elettrico deviatoti e dispositivi di fissaggio"
- RFI DPRIM STF IFS LF627A Specifica Tecnica di Fornitura "Sistemi di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze"
- RFI DPRDIT STC IFS LF628 A Specifica tecnica "Impianto di riscaldamento elettrico deviatoti con cavi scaldanti autoregolanti"
- Specifica tecnica di fornitura IS 732 "Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione per Impianti di Sicurezza e Segnalamento";
- Specifica Tecnica IS728 Rev. A del 01/06/1999 - Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra negli impianti di categoria 0 (zero) e I (prima) su linee di trazione elettrica a corrente continua a 3000 V e linee ferroviarie non elettrificate;
- Circolare RFI/TC.SS/009/523 del 11/12/02 - Protezione contro le sovratensioni dell'alimentazione degli impianti di sicurezza e segnalamento;
- Circolare RFI/DTCA001/P/2006/0001157 del 04/05/2006 - Sistemi di Alimentazione e Protezione degli impianti di Segnalamento e Telecomunicazione delle linee AV/AC;

- Circolare RFI/TC.SS.TB/009/318 del 03/10/2006 - Protezione contro le sovratensioni dei sistemi di Controllo e di Distanziamento dei treni;
- Circolare RFI-DTC-DNS\A0011\P\2007\0000715 del 22/11/2007 - Disposizioni integrative per la protezione contro le sovratensioni di apparati e impianti;
- Circolare RFI-DTCDNS\A0011\P\2007\000733 del 4/12/2007 - Sistemi integrati di Alimentazione e Protezione;
- Specifica Tecnica LF 680/1996 "Specifica Tecnica per la fornitura di paline in VTR".
- Specifica Tecnica LF 664/1996 "Specifica Tecnica per la fornitura di apparecchi illuminanti per lampade fluorescenti".
- Norma tecnica TE 666/1992 "Norme tecniche per la fornitura di trasformatori di potenza MT/bt con isolamento in resina epossidica".
- Norma tecnica TE 606/1987 "Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo di lampade elettriche tubolari fluorescenti".
- Norma tecnica TE 625/1976 "Norme tecniche per la fornitura di alimentatori per lampade a vapore di mercurio ad alta pressione".
- Norma tecnica TE 651/1990 "Capitolato tecnico per la realizzazione di impianti di illuminazione nelle stazioni".
- Norma tecnica TE 652/1992 "Norma tecnica per la fornitura di cavi elettrici per luce e F.M., del tipo non propagante l'incendio, tensione nominale d'isolamento 0,6/1 kV".
- Norma tecnica TE 653/1992 "Norma tecnica per la fornitura di cavi elettrici per impianti di emergenza, del tipo resistenti al fuoco e non propagante l'incendio, tensione nominale d'isolamento 0,6/1 kV".
- Norma tecnica TE 677/1983 "Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo di lampade a vapori di sodio alta pressione senza accenditore in bulbo di vetro o in tubo di vetro con accenditore separato".
- Norma tecnica LF 664/1996 "Specifica tecnica per la fornitura di apparecchi illuminanti per lampade fluorescenti".
- Norma tecnica LF 663 "Specifica tecnica per la fornitura di proiettori tipo FS a fascio medio e a fascio stretto"
- Norma tecnica LF690 "Specifica tecnica di fornitura" torri faro a pannello mobile H=18 m"
- RFI/DTC.EE.TE 160 istruzione tecnica "Progettazione e costruzione di linee in cavo MT e AT"
- RFI/DTC.EE.TE 159 istruzione tecnica "Cavi elettrici in media e alta tensione"
- RFIDPRTESLGIFS002A Linea guida: illuminazione nelle stazioni con tecnologia LED
- RFIDMAIMLALGIFS300A Linea guida "Quadri elettrici di media tensione di tipo modulare prefabbricato".
- RFIDMAIMLASPIFS600A Specifica tecnica di fornitura" torri faro a corona mobile"

2 PREMESSA

Il progetto del nuovo Impianto di Manutenzione Corrente (IMC) nasce come esigenza di ottimizzare e modernizzare i processi industriali di manutenzione attualmente presenti nell'area di Torino Smistamento e non più funzionali alle mutate esigenze manutentive, prevedendo al contempo un nuovo impianto capace anche di mantenere le nuove flotte di rotabili dedicati al servizio AV/AC.

3 SCOPO DEL DOCUMENTO

Scopo del presente documento è quello di illustrare gli interventi previsti per gli impianti Luce e Forza Motrice (LFM) a servizio del nuovo impianto di manutenzione rotabili.

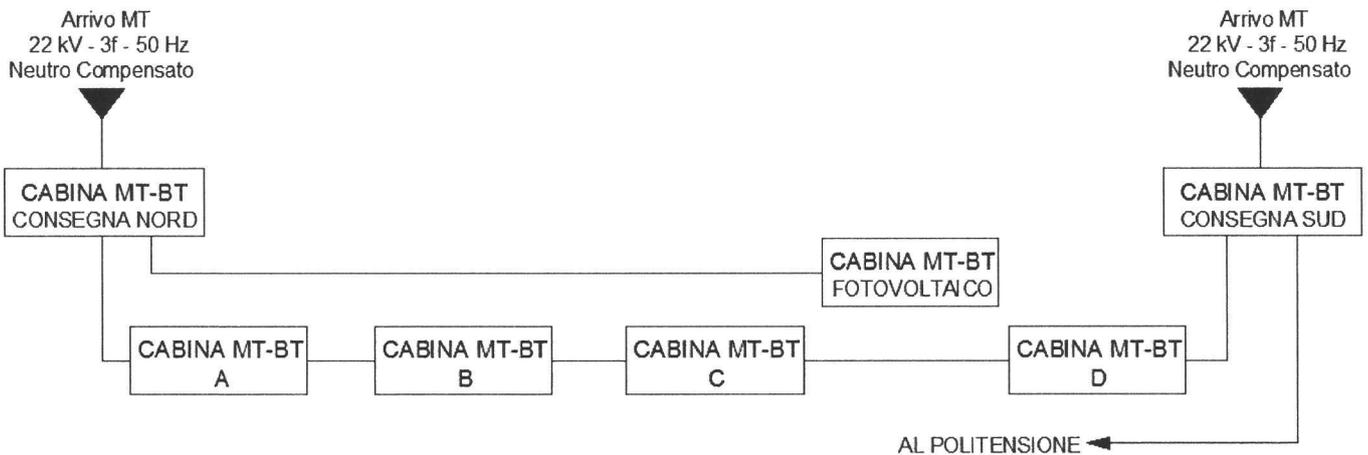
Di seguito sono indicati sinteticamente gli interventi previsti:

- Realizzazione impianto di alimentazione in media tensione (MT) costituito da due cabine di consegna e quattro cabine di trasformazione MT/BT dislocate nel piazzale ferroviario di competenza Trenitalia;
- Realizzazione impianti di illuminazione e forza motrice a servizio dei nuovi fabbricati per la manutenzione dei rotabili.
- Realizzazione impianti di illuminazione e forza motrice a servizio dei nuovi fabbricati costituiti da locali tecnologici ed uffici;
- Realizzazione impianto riscaldamento elettrico deviatori e illuminazione punte scambi;
- Realizzazione illuminazione del piazzale ferroviario;
- Realizzazione illuminazione marciapiedi e binari di sosta e manutenzione;
- Realizzazione di un impianto fotovoltaico da realizzarsi sulla copertura dei capannone MCPTC.

4 ARCHITETTURA SISTEMA DI ALIMENTAZIONE MT

Il sistema di alimentazione elettrica che sarà adottato prevede la fornitura di energia elettrica in media tensione. Nell'area del Comune di Torino la rete di distribuzione in media tensione è esercita alla tensione di 22 kV con neutro compensato. La consegna di energia avverrà in corrispondenza di due cabine poste in prossimità del confine dell'area di pertinenza di Trenitalia e saranno raggiungibili dalla viabilità pubblica.

Nella figura seguente è rappresentata schematicamente la rete di alimentazione MT:



L'anello MT descritto verrà esercito in maniera radiale escludendo la possibilità di contemporanea alimentazione dai due siti di interconnessione.

In condizioni di funzionamento ordinario la Cabina consegna Nord fornisce l'alimentazione principale all'impianto MT ed è predisposta per ricevere l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, mentre la cabina di consegna Sud alimenta l'impianto politensione.

La cabina consegna Sud costituisce l'alimentazione di riserva per l'impianto MT e in normali condizioni di esercizio da tale cabina sarà fornita energia all'impianto politensione. A seguito di guasto sulla cabina consegna Nord l'impianto sarà alimentato dalla cabina di consegna sud e l'impianto politensione sarà disalimentato.

Le cabine di consegna alimentano quattro cabine di trasformazione MT/BT collegate tra loro in configurazione entra/esci che distribuiscono l'energia elettrica in bassa tensione ai vari impianti distribuiti nella zona di competenza.

In caso di guasto sulla linea MT o di un fuori servizio di una delle cabine MT/BT, il sistema di riconfigurazione della rete consente di alimentare le restanti cabine MT/BT utilizzando le due fonti di energia disponibili.

4.1 DIMENSIONAMENTO RETE M.T.

Il progetto dell'anello MT in cavo destinato ad alimentare le cabine è stato sviluppato seguendo 3 punti:

- Verifica della portata e scelta della sezione del cavo MT.
- Calcolo delle correnti di corto circuito.
- Calcolo della corrente di guasto a terra.

Per effettuare i calcoli che hanno portato alla scelta del cavo è stato usato un modello nel quale sono state indicate le tratte elementari di cavo ed i carichi sottesi a ciascuna cabina.

La verifica è stata eseguita con l'ausilio del software DOC di ABB.

In relazione alla tensione di esercizio della rete MT di Torino è stato scelto un cavo RG7H1R 12/20 KV di sezione **120 mm²**, che risulta adeguato sia in termini di portata sia di caduta di tensione come si può vedere dalla tabella sottostante che riporta i valori ottenuti dal software di calcolo.

TRATTA M.T.		LUNGHEZZA	CORRENTE DI IMPIEGO [A]	C.D.T. PARZIALE [V]	PORTATA [A]	TEMP.CAVO [°C]	CORRENTE CAPACITIVA [A]
CABINA MT-BT CONSEGNA NORD	CABINA MT-BT "A"	400	150,2	0,09	369	28,56	1,76
CABINA MT-BT "A"	CABINA MT-BT "B"	165	114,2	0,02	369	25,38	0,726
CABINA MT-BT "B"	CABINA MT-BT "C"	570	93,2	0,06	369	23,58	2,5
CABINA MT-BT "C"	CABINA MT-BT "D"	504	27,6	0,02	369	20,31	2,2
CABINA MT-BT "D"	CABINA MT-BT CONSEGNA SUD	300	6,6	0,005	369	20,02	1,32

Poiché il cavo MT sarà posato con modalità di posa diverse nell'ambito dell'intervento, la portata è stata calcolata utilizzando i coefficienti di riduzione corrispondenti alla posa in tubo interrato che rappresenta la situazione peggiore dal punto di vista della portata di corrente.

Lo schermo del cavo MT sarà collegato a terra ad una sola estremità delle tratte elementari che uniscono le cabine, in quanto essendo in un piazzale ferroviario si vuole evitare la presenza di conduttori accoppiati al circuito di ritorno della corrente di trazione.

4.2 CAVO M.T.

Il cavo MT dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Tensioni nominali d'isolamento (U_0/U): 12/20 kV.
- Sezione: 120 mm².
- Norme di riferimento: CEI 20-13; CEI 20-35;
- Anima: Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso.
- Semiconduttivo interno: Elastomerico estruso.
- Isolante: Mescola di gomma ad alto modulo G7.
- Semiconduttivo esterno: Elastomerico estruso pelabile a freddo.
- Schermatura: A filo di rame rosso.
- Guaina: PVC, di qualità Re, colore rosso.
- Temperatura max di funzionamento: 90°C.
- Temperatura max di corto circuito: 250°C.

4.3 CAVIDOTTO MT

I cavi MT dovranno essere posati ottemperando alle prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17.

Nell'ambito dell'impianto sono presenti differenti tipologie di posa, in particolare:

- Tratti all'aperto e in attraversamento binari : Posa in polifora costituita da 4 tubi in PVC serie pesante diametro 160 mm.
- Tratti all'interno del cunicolo tecnologico: Posa in canale metallico in acciaio zincato con coperchio di dimensioni 300x100 mm; corredato di cartelli monitori per segnalare la presenza del cavo MT.

4.4 QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE

I quadri MT posti in ciascuna cabina dovranno essere conformi, per quanto applicabile, alla Linea Guida RFI DMA IM LA LG IFS 300 A "Quadri elettrici di M.T. di tipo modulare prefabbricato".

I quadri MT saranno formati da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili con struttura in lamiera di acciaio adatto per installazione all'interno, con appoggio a pavimento. Saranno realizzati in lamiera zincata con porte e pannelli frontali verniciati in grigio RAL 7035; i quadri saranno caratterizzati da:

- addossabilità a parete;
- ingombri limitati;
- comandi e collegamenti eseguibili dal fronte;
- completo isolamento in aria di tutte le parti attive;

La sicurezza per il personale sarà garantita dalla segregazione delle celle con grado di protezione IP3X secondo norme CEI – EN60529, mentre il grado di protezione tra le celle che compongono l'unità e le celle di unità adiacenti sarà IP20 secondo norme CEI – EN60529, tale da impedire a sezionatore aperto, contatti accidentali con le parti in tensione.

Ogni scomparto è predisposto con interblocchi che garantiscono la sicurezza delle manovre e dovranno essere previsti segnalatori meccanici (aperto/chiuso) predisposti sul fronte del comando degli interruttori e dei sezionatori.

4.4.1 DATI ELETTRICI DEGLI SCOMPARTI:

- | | |
|---|---------------|
| • Tensione di isolamento: | 24 kV |
| • Tensione nominale della rete di alimentazione: | 15 kV |
| • Tensione di esercizio: | 15 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 | 145 kV |
| • circuiti ausiliari | 5 kV |
| • Frequenza: | 50 Hz |
| • Corrente nominale sbarre principali: | 800 A |
| • Corrente nominale sbarre di derivazione: | 800 A |
| • Corrente di breve durata per 1 sec.: | 16 kA |
| • Corrente dinamica (valore di cresta): | 40 kA |
| • Potere di interruzione degli interruttori: | 16 kA |
| • Durata nominale del corto circuito : | 1" |
| • Tensione nominale circuiti aux di comando/segnali.: | 230 Vca ± 10% |

Impianti LFM Relazione tecnica di progetto definitivo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT00	00	D 18 RO	LF 00 00 001	A	17 di 67

- Tenuta all'arco interno sui 4 lati: 16kA per 1 SEC

4.4.2 CARATTERISTICHE GENERALI

- Ambiente: Normale
- Massima temperatura ambiente: -5/+40 °C
- Grado di protezione
 - all'esterno del quadro: IP 3X
 - all'interno del quadro (parti di potenza): IP 2X
- Tensione aux. per comandi e segnalazioni: 230 V ca
- Tensione aux. per illum. e R. anticondensa: 230 V 50Hz 60Hz
- Tensione aux. per motore caricamolle: 230 V ca

Le celle MT, in base alle diverse funzioni, conterranno:

- Interruttore in SF6, montato su carrello, in esecuzione asportabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori;
- Sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6;
- Fusibili di media tensione;
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- Trasformatori di misura tipo (TA) e (TV);
- Canalina riporto circuiti ausiliari nella cella B.T;
- Comando e leverismi dei sezionatori;
- Sbarra di messa a terra

Le sbarre principali e le derivazioni saranno realizzate in tondo di rame rivestito con isolanti termo restringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito fino a 16kA per 1 secondo.

Tutti i materiali isolanti, impiegati nella costruzione del quadro, saranno autoestinguenti.

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

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

Le apparecchiature principali montate nel quadro saranno adeguate alle caratteristiche di progetto.

In particolare:

- Gli interruttori saranno del tipo SF6 ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita".
- Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili e saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e saranno dotati dei seguenti accessori:
 - comando a motore carica molle;
 - comando manuale carica molle;

Impianti LFM

Relazione tecnica di progetto definitivo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT00	00	D 18 RO	LF 00 00 001	A	18 di 67

- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- conta manovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso di interrutt. e sezionat.

I comandi dei sezionatori saranno posizionati sul fronte dell'unità. Gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile.

Ciascuna quadro di media tensione sarà equipaggiato con un controllore a logica programmabile (PLC) per la supervisione da remoto dell' impianto.

Per garantire una corretta gestione dal sistema di supervisione, dovranno essere disponibili (a morsettiera e/o tramite scheda di comunicazione) i seguenti contatti:

- segnale di aperto/chiuso interruttori;
- segnale di aperto/chiuso interruttori di manovra-sezionatori;
- segnale di aperto/chiuso sezionatore di terra;
- segnale di intervento relè di protezione;
- segnale di intervento sensori installati sui trasformatori di potenza;
- comando di apertura e chiusura interruttori;
- comando di apertura e chiusura interruttori di manovra-sezionatori;
- misura voltmetrica di sbarra e/o di linea;

All'interno delle cabine dovranno essere previste inoltre le normali dotazioni per la sicurezza degli operatori in particolare quanti isolanti ed estintori nonché la segnaletica di sicurezza.

Sarà inoltre previsto in cabina un sistema computerizzato PLC predisposto per il telecomando che avrà funzioni di:

- Comando e controllo degli interruttori del quadro MT;
- Controllo dei sezionatori del quadro MT;
- Misure

Il PLC oltre ad essere in grado di interfacciarsi con il sistema di supervisione che gestisce gli impianti LFM realizza la funzione di acquisizione dal campo dei segnali digitali e delle misure per la loro preelaborazione e trasmissione alle unità elaborative di livello superiore. Oltre alla ricezione degli ordini di effettuazione dei comandi da parte di questo ed alla loro esecuzione pilotando i relé attuatori esegue anche alcune automazioni a livello di singolo stallo.

In estrema sintesi, per il quadro MT si avrà:

- Un apparato di telecontrollo, denominato Unità Periferica di Controllo (UPC) che da un lato raccoglie le informazioni di campo e dall'altro colloquia con il sistema centrale; tale colloquio è bidirezionale, nel senso che l'apparato di telecontrollo invia segnali e misure al sistema centrale e riceve da questi i comandi da dispacciare al campo.
- Rete ed apparati di comunicazione.
- Sistema di supervisione di livello superiore.

5 TRASFORMATORI MT-BT

In ciascuna cabina la potenza installata verrà fornita da trasformatori isolati in resina epossidica, rispondenti alla Norma Tecnica F.S. TE 666 Ed. 1992.

Le caratteristiche principali tecniche dei trasformatori sono le seguenti:

- Tensione primaria : 22 kV $\pm 2 \times 2.5\%$
- Tensione secondaria: 0.40/0.24 kV
- Tensione di corto circuito: 6%
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione massima primario: 24 kV
- Tensione di tenuta a imp. atmosferico: 125 kV
- Tensione di tenuta a freq. industriale: 50 kV
- Raffreddamento: AN
- Isolamento: Resina epossidica
- Gruppo: DYn11
- Classe ambientale: E2
- Classe climatica: C2

Ciascun trasformatore è corredato di un box di contenimento e protezione di dimensioni opportune, allo scopo di rispettare le distanze minime delle parti in tensione verso terra.

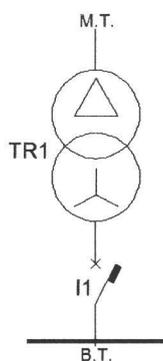
Il grado di protezione sarà IP31. Il box è corredato di blocco di sicurezza con i dispositivi del QMT da cui viene alimentato ed avrà installata una centralina termometrica doppia soglia (ANSI 26). Il box trasformatore dovrà inoltre essere dotato di serratura a chiave prigioniera, a porta aperta, per realizzare l'interblocco con il sezionatore a monte e di feritoie per la ventilazione.

I cavi di collegamento dei trasformatori al quadro generale di bassa tensione (QGBT) sono realizzati in cavo del tipo FG7R 0,6/1 kV o in condotto sbarre.

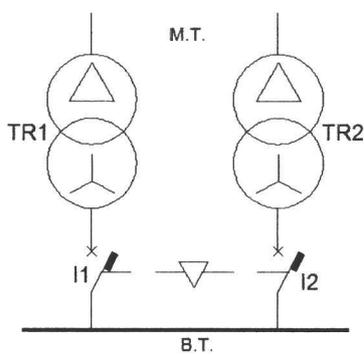
6 ARCHITETTURA SISTEMA DI ALIMENTAZIONE BT

Tutti i dispositivi, le apparecchiature e gli impianti presenti sul piazzale ferroviario e nei fabbricati tecnologici saranno alimentati da un sistema di alimentazione in bassa tensione a 400V-50Hz-3F+N e 230V-50Hz-F+N.

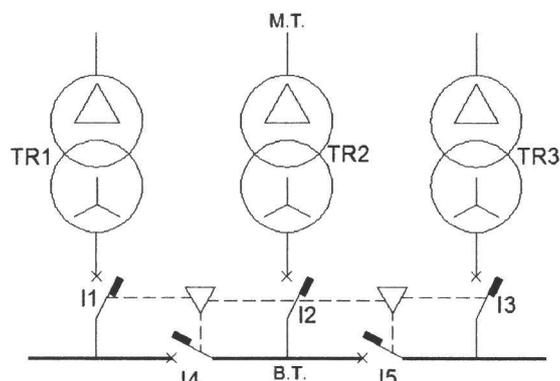
Il sistema di distribuzione, classificato in base al collegamento dei conduttori attivi ed alle modalità di collegamento a terra, sarà di tipo TN-S per tutte le utenze interne ai fabbricati e di tipo TT per le utenze esterne all'area equipotenziale dell'impianto di terra delle cabine. Nell'ambito del progetto si possono individuare 3 configurazioni tipologiche:



Schema 1



Schema 2



Schema 3

Lo schema 1 prevede l'impiego di un solo trasformatore e di 1 interruttore in esecuzione estraibile, a protezione dei montanti di macchina.

Lo schema 2 prevede l'impiego di due trasformatori e l'interblocco fra gli interruttori al fine di evitare il funzionamento in parallelo dei trasformatori. Ciascuno dei due trasformatori è dimensionato per la totalità del carico e sono uno di scorta all'altro.

Lo schema 3 prevede l'impiego di tre trasformatori di cui due in servizio ed uno di scorta. I trasformatori hanno tutti e tre lo stesso valore di potenza nominale ed il trasformatore di scorta può sostituire la macchina guasta.

In condizioni di esercizio ordinarie gli interruttori I2, I4 e I5 sono aperti e i carichi sono alimentati dai trasformatori TR1 e TR3. In caso di guasto di un trasformatore l'interruttore I2 si chiude così come I4 o I5 mentre l'interruttore del montante della macchina guasta si apre.

Le tre configurazioni trovano impiego nelle cabine MT-bt secondo la seguente tabella:

CABINA MT-BT	SCHEMA UTILIZZATO	POTENZA INSTALLATA
CABINA MT-BT CONSEGNA NORD	1	1X250 KVA
CABINA MT-BT "A"	2	2X800 KVA
CABINA MT-BT "B"	2	2X800 KVA
CABINA MT-BT "C"	3	3X1250 KVA
CABINA MT-BT "D"	2	2X800 KVA
CABINA MT-BT CONSEGNA SUD	1	1X250 KVA

Il sistema di alimentazione prevede per ciascuna cabina MT-BT l'installazione di un impianto di alimentazione di riserva centralizzato realizzato a mezzo di gruppi di continuità UPS opportunamente dimensionati, che alimentano sia l'illuminazione di emergenza sia i

componenti di protezione, controllo, e supervisione che necessitano di alimentazione anche in mancanza della tensione di rete.

Sia Gli UPS sia le batterie saranno posizionati nel locale di bassa tensione delle cabine MT/BT.

A servizio degli impianti meccanici installati nel capannone MCPTC è installato un gruppo elettrogeno di potenza pari a $S_N=400\text{KVA}$. La definizione delle utenze alimentate da rete/gruppo sarà definito congiuntamente da committente e appaltatore nelle successive fasi di approfondimento progettuale.

Il gruppo elettrogeno è posizionato in opportuno shelter sul piazzale esterno al fabbricato MCPTC; accanto a questo è installato il serbatoio da esterno fissato ad un basamento di calcestruzzo.

Nei quadri elettrici di bassa tensione è prevista una sezione NORMALE ed una sezione NO BREAK come indicato negli schemi elettrici unifilari mentre nel quadro generale di bassa tensione (QGBT) della cabina C è prevista anche una sezione PRIVILEGIATA alimentata da gruppo elettrogeno.

6.1 QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE

Il QUADRO GENERALE DI BASSA TENSIONE (QGBT) sarà costituito da un armadio modulare dotato di più scomparti affiancati.

La struttura del quadro sarà realizzata con strutture in profilati di acciaio e pannelli di chiusura. La struttura sarà chiusa su ogni lato e posteriormente, ed il pannello posteriore dovrà poter essere rimosso unicamente tramite attrezzo al fine di poter ispezionare o rimuovere eventuali apparecchiature fuori uso. La carpenteria nel complesso dovrà essere opportunamente trattata, internamente ed esternamente, contro la corrosione mediante cicli di verniciatura esenti da ossidi di metalli pesanti, di colore RAL7035. Le portine anteriori saranno incernierate ed avranno una tenuta garantita da apposite guarnizioni di gomma con chiusura a serratura con chiave tipo Yale o ad impronta incassata, quadra o triangolare. Le portine saranno provviste di opportune asole, comprensive di idonee cornici coprifilo, al fine di consentire la fuoriuscita delle leve di comando degli interruttori di potenza installati all'interno del quadro.

Le principali caratteristiche elettriche del quadro in oggetto sono:

- Tensione nominale di alimentazione: 400/230 V trifase con neutro
- Tensione di alimentazione circuiti ausiliari 230 V-50 Hz da UPS
- Tensione di isolamento: 690 V
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione di tenuta impulso: 8 kV
- Corrente nominale di c.to c.to I_{CW} : almeno 70 kA
- Segregazione Forma 3
- Grado di protezione: IP 55
- Portelle: In lamiera incernierata
- Installazione A pavimento
- Entrata/uscita cavi: Dal basso

La carpenteria è dimensionata affinché la temperatura di esercizio assicuri una adeguata dissipazione per convezione ed irraggiamento del calore prodotto dalle perdite, in relazione alle condizioni ambientali di installazione, determinate dalle indicazioni di progetto.

Sulla parte bassa del quadro sarà presente una morsettiera DIN per l'attestazione dei cavi di alimentazione delle varie utenze, di sezione adeguata al cavo da morsettare di volta in volta. I quadri dovranno contenere le apparecchiature indicati sugli schemi di progetto.

A valle interruttori generali del QGBT dovrà essere inserito un multimetro digitale in grado di eseguire le misure delle seguenti grandezze:

- Tensioni di alimentazione concatenate e di fase (V)
- Correnti assorbite da ogni fase (A)
- Fattore di potenza ($\cos\phi$)
- Frequenza (Hz)
- Potenza attiva (kW)
- Potenza reattiva (kVAR)
- Potenza apparente (kVA).

Le sbarre presenti nel quadro saranno in rame elettrolitico, di sezione rettangolare a spigoli arrotondati, fissate alla struttura a mezzo di appositi supporti isolanti (portabarre). Sia le sbarre sia i supporti isolanti saranno disposti in modo tale da permettere modifiche e/o ampliamenti futuri nel quadro.

Tutti i conduttori presenti nel quadro dovranno essere identificati a mezzo di apposite targhette identificative installate alle estremità di ciascun cavo per la loro univoca identificazione, così come le morsettiere, del tipo componibile su guida unificata, a cui si attestano i singoli cavi, dovranno essere munite di numerazione corrispondente agli schemi elettrici di progetto e opportunamente separate con diaframmi isolanti tra le varie utenze.

Le sbarre principali dovranno essere dimensionate termicamente per un'intensità pari al doppio della taglia degli interruttori generali della rispettiva sezione, mentre le sbarre di distribuzione secondaria dovranno essere dimensionate termicamente per un'intensità pari a 1,5 volte quella degli interruttori generali della rispettiva sezione.

Tutte le sbarre, comunque, dovranno essere dimensionate per sopportare le sollecitazioni dinamiche per i valori delle correnti di corto circuito previste. Nel quadro dovrà essere installato il conduttore di protezione, in barra di rame, che dovrà essere dimensionata sulla base delle sollecitazioni dovute alle correnti di guasto (vedi CEI 17-13/1).

Sarà inoltre previsto in cabina un sistema computerizzato PLC predisposto per il telecomando che avrà funzioni di:

- Comando e controllo degli interruttori motorizzati;
- Misure

Il PLC oltre ad essere in grado di interfacciarsi con il sistema di supervisione che gestisce gli impianti LFM e realizza la funzione di acquisizione dal campo dei segnali digitali e delle misure per la loro preelaborazione e trasmissione alle unità elaborative di livello superiore. Oltre alla ricezione degli ordini di effettuazione dei comandi da parte di questo ed alla loro esecuzione pilotando i relé attuatori esegue anche alcune automazioni a livello di singolo stallo.

In estrema sintesi, per il quadro BT si avrà:

- Un apparato di telecontrollo, denominato Unità Periferica di Controllo (UPC) che da un lato raccoglie le informazioni di campo e dall'altro colloquia con il sistema centrale; tale colloquio è bidirezionale, nel senso che l'apparato di telecontrollo invia segnali e misure al sistema centrale e riceve da questi i comandi da dispacciare al campo.
- Rete ed apparati di comunicazione.
- Sistema di supervisione di livello superiore.

6.2 QUADRI ELETTRICI SECONDARI

Nell'ambito del progetto sono presenti numerosi quadri secondari per rendere baricentrica rispetto ai carichi la distribuzione di energia elettrica.

I quadri secondari sono principalmente delle seguenti tipologie funzionali:

- Quadri Riscaldamento elettrico deviatoti.
- Quadri Distribuzione secondaria a servizio dei fabbricati.
- Torri faro e illuminazione dei piazzali.
- Quadri illuminazione Punta scambi.
- Quadri ausiliari di cabina.

I suddetti quadri secondari avranno le seguenti caratteristiche elettriche:

- | | |
|--|------------------------------|
| • Tensione nominale di alimentazione: | 400/230 V trifase con neutro |
| • Tensione di alimentazione circuiti ausiliari | 230 V-50 Hz da UPS |
| • Tensione di isolamento: | 690 V |
| • Frequenza nominale: | 50 Hz |
| • Tensione di tenuta impulso: | 8 kV |
| • Corrente nominale di c.to c.to ICW: | Varie |
| • Segregazione | Forma 1 |
| • Grado di protezione: | IP 55 |

7 DIMENSIONAMENTO DELL' IMPIANTO DI TERRA

Nei sistemi di 2° e 3° categoria il progetto dell'impianto di terra deve soddisfare le seguenti esigenze:

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni di contatto e le tensioni di passo che si manifestano a causa delle correnti di guasto a terra;
- Presentare una sufficiente resistenza meccanica;
- Presentare una sufficiente resistenza nei confronti della corrosione;
- Essere in grado di sopportare termicamente le più elevate correnti di guasto prevedibili.

Le prestazioni devono essere garantite per ciascuno dei diversi livelli tensione presenti nel sistema MT e BT.

Non è invece necessario prendere in considerazione la contemporaneità dei guasti in sistemi con differenti livelli di tensione.

La rete di distribuzione MT nel luogo di installazione è configurata con neutro compensato, questo limita i valori delle correnti di guasto a terra a poche decine di Ampere.

L'impianto di terra deve essere dimensionato e composto in modo da evitare che eventuali tensioni di contatto, stante i tempi di intervento dei dispositivi di protezione contro i guasti omopolari a terra, non superino i valori indicati dalla curva di sicurezza Tensione-Tempo riportata dalla norma CEI EN 50522 fig 4.

La procedura per il dimensionamento inizia con l'acquisizione presso il gestore della rete dei dati relativi a:

- V_n: Tensione nominale 22 kV
- I_F: corrente di guasto omopolare a terra 50 A
- T_F: tempo massimo di intervento delle protezioni contro i guasti a terra dell'Ente distributore 10 s

In relazione al tempo massimo di intervento delle protezioni si ricava la tensione di contatto ammissibile U_{TP} dalla curva di sicurezza tensione-tempo:

$$U_{TP} = 85V$$

Quest' ultimo valore deve essere confrontato con la tensione totale di terra U_E che può essere espressa applicando la formula (I_F ≈ I_E):

$$U_E = R_E I_F$$

Imponendo che sia verificata la seguente disuguaglianza [CEI EN 50522 par. 5.4.3 fig. 5], si ricava il valore della resistenza di terra che deve essere ottenuta, necessaria per conseguire la limitazione della tensione di contatto U_{TP}

$$U_E = R_E I_E < 2U_{TP} \quad [1]$$

7.1 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA DISPERDENTE

La resistività del terreno rappresenta il parametro di maggior aleatorietà nella trattazione esposta. Essa, infatti, oltre a dipendere dalla natura del terreno è anche fortemente legata alle fluttuazioni dei parametri ambientali, soprattutto umidità:

Per caratterizzare il sito dove saranno installate le cabine dal punto di vista della resistività potrebbe risultare opportuna una campagna di misure con in metodo di Wenner.

Tuttavia si può pensare di fissare:

$$\rho_E = 100 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$$

Qualora le condizioni del terreno risultassero avverse questo valore può essere facilmente ottenuto asportando il terreno intorno al dispersore e sostituendolo con terreno vegetale ad elevata conducibilità.

Dal momento che "la maggior parte" della resistenza di terra è concentrata nei pressi del dispersore la quantità di terreno da sostituire non è eccessiva.

Il sistema disperdente sarà composto dai seguenti elementi:

- Rete magliata costituita da una corda in rame nudo avente sezione 120 mm² interrata alla profondità di 1 metro, posata come indicato nelle planimetrie di progetto.
- Sistema di picchetti in tondo massiccio in acciaio ricoperto di rame \varnothing 20 mm componibile di lunghezza totale 3 m.

Il calcolo rigoroso della resistenza di terra per un impianto così configurato richiede un approccio analitico molto complesso, in quanto i dispersori non si possono considerare indipendenti tra loro ma si influenzano reciprocamente.

Tuttavia si può pensare di valutare, in prima approssimazione, la resistenza totale come parallelo tra le resistenze di ciascun dispersore.

Calcolo della resistenza di terra della rete magliata: $R_M = \frac{\rho_E}{2D}$ [Allegato J2 CEI EN 50122]

Resistenza di un singolo picchetto: $R_{ps} = \frac{\rho}{2\pi L_p} \ln \frac{4L_p}{D_p}$ [Allegato J2 CEI EN 50122]

Resistenza complessiva sistema di picchetti $R_p = R_{ps} / N$

Resistenza di terra totale [R_E] $R_E = \frac{R_M \cdot R_p}{R_M + R_p}$

CABINA MT-BT	R_M [Ω]	R_P [Ω]	R_E [Ω]	U_E [V]
CABINA MT-BT CONSEGNA NORD	5,91	12,28	4	200
CABINA MT-BT "A"	5,08	12,28	3,6	180
CABINA MT-BT "B"	1,58	3,7	1,04	52
CABINA MT-BT "C"	0,32	0,6	0,2	10
CABINA MT-BT "D"	2,66	8,2	2	100
CABINA MT-BT CONSEGNA SUD	5,91	12,28	4	200

Confrontando i valori calcolati con quello della [1], si deduce che alcuni dispersori intenzionali in progetto non sono in grado – con il solo proprio contributo – di contenere il valore di U_{TP} e sarà necessario procedere alla misura delle tensioni di passo e di contatto.

7.2 COLLEGAMENTO A TERRA DEL NEUTRO

Il neutro della bassa tensione può essere collegato alla terra della cabina (NORMA CEI EN 50522 par.6.1.3 fig 2) solo se la tensione totale di terra U_E verifica la seguente condizione:

$$U_E = R_E \cdot I_{F\leq} \leq 250 \text{ [V]}$$

7.3 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE PER GUASTO M.T.

La sezione del dispersore deve essere calcolata in relazione all'entità e alla durata della corrente di guasto, per il calcolo della sezione minima A espressa in mm² si avrà

$$A = \frac{I_F}{K} \sqrt{\frac{t_F}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}}$$

Dove:

- I_F è il valore della corrente di guasto a terra che attraversa il dispersore;
- K è una costante che dipende dal materiale e vale 226 [Amm-2s^{1/2}] per il rame;
- t_F è il tempo di intervento delle protezioni;
- β è il reciproco del coefficiente di temperatura del materiale con cui è costituito il dispersore e vale 234,5 per il rame;
- θ_i è la temperatura iniziale espressa in gradi Celsius del dispersore, assunta pari a 20°C;

$-θ_f$ è la temperatura finale espressa in gradi Celsius del dispersore, assunta pari a 300°C.
Sostituendo i valori numerici si ha:

$$A = \frac{50}{226} \sqrt{\frac{10}{\ln \frac{300 + 234,5}{20 + 234,5}}} = 0,81 \text{ mm}^2$$

7.4 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE PER GUASTO B.T.

Sono soggetti al guasto lato BT i seguenti conduttori:

- collegamenti a terra delle masse BT (quadro BT);
- collegamenti a terra del boxes di contenimento trasformatori;
- collegamenti a terra del centro stella dell'avvolgimento secondario dei trasformatori.

Per detti conduttori, la sezione del conduttore di terra non deve essere inferiore a quella ricavata dall'applicazione dell'art. 543.1.1 della norma CEI 64-8/5:

$$A = \frac{\sqrt{I_g^2 \cdot t}}{k}$$

dove:

I_g = corrente di guasto;

t = tempo di eliminazione del guasto in secondi;

k = coefficiente che tiene conto delle caratteristiche del materiale che costituisce il conduttore e delle temperature iniziali e finali (per conduttori in rame isolati con cloruro di polivinile (PVC) si ha $k = 143 [A \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{sec}^{1/2}]$).

La situazione più critica si verifica quando:

- avviene un guasto a terra immediatamente a valle dell'avvolgimento secondario del trasformatore (in tal caso l'impedenza del conduttore di fase si può ritenere nulla);
- il guasto a terra è franco;
- il tempo di intervento delle nostre protezioni sia stimato ad 1 secondo (tbt) (intervento della protezione lato BT)
- Qualora si verificassero contemporaneamente le condizioni sopra elencate, la corrente di guasto a terra che si può instaurare è limitata dalla sola impedenza degli avvolgimenti BT del trasformatore.

La corrente di guasto a terra è stata valutata in modo approssimato con l'espressione empirica:

$$I_g = I_{CCTRI\text{FASE}} = \frac{100 \cdot S_N}{u_{cc\%} \cdot \sqrt{3} \cdot U}$$

Ciò fa sì che la minima sezione ammissibile per i menzionati conduttori sarà:

CABINA MT-BT	POTENZA TRASFORMATORE MT-BT [KVA]	CORRENTE DI GUASTO [A]	SEZIONE MINIMA CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE [mm²]
CABINA MT-BT CONSEGNA NORD	250 KVA	6021	42
CABINA MT-BT "A"	800 KVA	19267	134
CABINA MT-BT "B"	800 KVA	19267	134
CABINA MT-BT "C"	1250 KVA	30105	210
CABINA MT-BT "D"	800 KVA	19267	134
CABINA MT-BT CONSEGNA SUD	250 KVA	6021	42

I conduttori di protezione delle altre masse metalliche di bassa tensione dovranno avere sezione minima come da tabella 54 f del par. 543.1.2 della norma CEI 64-8.

	NODO DI TORINO TORINO SMISTAMENTO NUOVO IMPIANTO DI MANUTENZIONE CORRENTE (IMC) PROGETTO DEFINITIVO					
Impianti LFM Relazione tecnica di progetto definitivo	COMMESSA NT00	LOTTO 00	CODIFICA D 18 RO	DOCUMENTO LF 00 00 001	REV. A	FOGLIO 29 di 67

8 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE ESTERNI

Il dimensionamento degli impianti di illuminazione è stato effettuato cercando di realizzare un impianto con elevato rendimento attraverso la scelta di apparecchi di illuminazione con elevata efficienza luminosa.

8.1 TORRI FARO

Il progetto prevede l'installazione di torri faro a corona mobile aventi altezza fuori terra pari a 25 metri e di torri faro da 18 metri a pannello mobile.

Le torri faro dovranno essere conformi alla specifica di fornitura RFIDMAIMLASPIFS600A ed equipaggiate con proiettori conformi alla specifica tecnica di fornitura LF 663. I proiettori monteranno lampade a vapori di sodio ad alta pressione della potenza di 400W-48000 lumen.

Il posizionamento delle torri faro ed i relativi impianti sono riportati sulla documentazione di progetto.

Le torri faro per l'illuminazione delle aree esterne saranno ubicate a distanza in pianta superiore a 3 metri dalle condutture TE;

Tutte le torri faro saranno tele gestite e telecontrollate.

8.2 ILLUMINAZIONE VIABILITA STRADALE INTERNA E PARCHEGGIO

L'illuminazione del parcheggio e della viabilità interna sarà realizzata a mezzo di apparecchi illuminati aventi le seguenti caratteristiche:

- Lampade: sodio alta pressione 100W-10000 lm
- Corpo in alluminio pressofuso
- Diffusore in vetro temperato piano resistente agli urti
- Riflettore in alluminio purissimo
- Ottica: tipo cut off
- Grado di protezione: IP66
- Classe di isolamento: Isol. II
- Cablaggio: Unità elettrica montata su piastra, in materiale isolante, asportabile senza utilizzo di utensili.

Gli apparecchi illuminanti saranno installati a testa palo su pali in acciaio zincato dotati di asola per morsettiera con classe di isolamento II.

I pali saranno tronco conici dritti a sezione circolare, ottenuti mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico omologato.

Le tolleranze dimensionali saranno definite secondo le norme UNI EN 40/2 e UNI EN 10051.

La zincatura dovrà essere ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso e lo spessore dello strato di zinco sarà conforme alle normative UNI EN 40 – ISO1461.

Le caratteristiche tecniche dei pali sono le seguenti:

- Diametro alla base: 155mm

- Diametro in testata: 60mm
- Spessore: 4 mm
- Peso comprensivo di zincatura: 73 kg
Altezza totale: 6,8 m
- Altezza fuori terra 6m

8.3 ILLUMINAZIONE BANCHINE ARRIVO/PARTENZE

L'illuminazione delle banchine del fascio A/P sarà realizzata a mezzo di proiettori asimmetrici equipaggiati con lampade a ioduri metallici di potenza 70 W installati sulle travi metalliche a servizio delle sospensioni della linea di contatto.

I proiettori avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- Corpo: In nylon rinforzato con fibra di vetro.
- Riflettore: Simmetrico o asimmetrico in alluminio martellato, ossidato anodicamente e brillantato.
- Diffusore: In vetro temperato resistente agli shock termici e agli urti ,spessore 5 mm.
- Equipaggiamento: Pressacavo in nylon f.v. Ø 1/2" pollice gas. Viterie in acciaio imperdibili, anticorrosione e antigrippaggio. Staffa in acciaio zincata e verniciata in colore nero con scala goniometrica.
- Telaio frontale, apribile a cerniera senza l'uso di utensili, agganciato al corpo dell'apparecchio.
- Grado di protezione: IP65
- classe di isolamento: Isol. II

Dal momento che gli apparecchi illuminanti sono installati all' interno della "zona del pantografo" (definizione secondo norma CEI EN 50122), sono soggetti al tensionamento a 3 kV c.c. in caso di rottura della linea di contatto.

Per evitare il trasferimento di potenziali pericolosi gli apparecchi illuminanti installati sulle travi sono alimentati con l' interposizione di un trasformatore di isolamento rispondente alla specifica tecnica IS 365 posato alla base dei pali di supporto alle travi.

I trasformatori saranno installati all'interno di armadio in vetroresina rinforzato con fibre di vetro dove saranno altresì installati gli organi sezionamento e protezione.

8.4 ILLUMINAZIONE PUNTA SCAMBI E ASTE DI MANOVRA

Al fine di eseguire la manovra a mano dei deviatori telecomandati e manovrabili a mano in caso di degrado del telecomando, si prevederà ad illuminare le punte scambi.

L'illuminazione delle punte scambi e delle aste di manovra sarà realizzata mediante apparecchi illuminanti a LED aventi le seguenti caratteristiche:

- Lampada: LED 48 W 4000K-5520lm-CRI>80
- Corpo: In alluminio pressofuso.
- Ottica: in policarbonato metallizzato.

- Copertura: In alluminio pressofuso apribile a cerniera con ganci di chiusura e dispositivo di sicurezza contro l'apertura accidentale in acciaio inox.
- Diffusore: Vetro temprato sp.5 mm resistente agli shock termici e agli urti.
- Grado di protezione: IP65 .
- Classe di isolamento: II.

Gli apparecchi illuminanti di cui sopra saranno montati su paline di resina poliestere rinforzata con fibre di vetro conformi alla Specifica tecnica per la fornitura TE 680.

Per il grado di isolamento elevato sono particolarmente indicati in termini di "sicurezza elettrica" e risolvono in modo semplice i problemi di compatibilità con il sistema di II categoria costituito dalle condutture della trazione elettrica a 3 kV c.c. (quando installati a distanza inferiore a 3 m dalla proiezione in pianta dei conduttori T.E.), evitando la messa a terra del sostegno ed i conseguenti problemi di esercizio e manutenzione.

Il circuito di comando, dell'impianto d'illuminazione deviatoi, sarà del tipo ad accensione locale temporizzata, costituito da pulsante in idonea cassetta con adeguato grado di protezione, montata su ciascun palo; in tal modo l'impianto d'illuminazione potrà essere attivato da parte del personale di macchina o di scorta dei treni (in caso di manovra a mano dei deviatoi), o da parte del personale della manutenzione.

Il circuito di comando dell' illuminazione delle aste di manovra avrà le stesse caratteristiche dell' impianto illuminazione deviatoi ma verrà installato un pulsante ogni due paline.

8.5 ILLUMINAZIONE AREE ANTISTANTI AL FABBRICATO MCPTC

Ad integrazione del contributo fornito dalle torri faro è prevista l' installazione di proiettori equipaggiati con lampade SAP 400W sul profilo perimetrale del fabbricato MCPTC a servizio delle aree antistanti ai fabbricati.

I proiettori avranno le seguenti caratteristiche:

- Lampade: SAP 400W 2000K-56000 lm.
- Corpo/telaio: In alluminio pressofuso.
- Diffusore: Vetro temperato sp. 5 mm resistente agli shock termici e agli urti (prove UNI EN 12150-1: 2001).
- Verniciatura: A polvere poliestere, resistente alla corrosione e alle nebbie saline.
- Equipaggiamento: Guarnizioni di gomma siliconica. Pressacavo in nylon f.v. Ø 1/2 pollice gas. Viterie in acciaio imperdibili. Staffa in acciaio zincata e verniciata con scala goniometrica. Telaio frontale, apribile a cerniera, agganciato al corpo dell'apparecchio.

I proiettori saranno installati su pali in acciaio di altezza pari a 3 m posati sul tetto dei fabbricati a quota 10,8 m dal suolo.

8.6 CAVIDOTTI DI PIAZZALE

Le condutture che si sviluppano in piazzale sono costituite da cavi isolati in gomma G7 con guaina esterna in PVC, multipolari o unipolari, del tipo FG7(O)R 0,6/1 kV, in condizioni di posa mista (cunicolo affiorante in calcestruzzo, polifore costituite da tubi in PVC interrati a profondità variabile da 0,20 a 1,20 m).

Le canalizzazioni realizzate in polifora saranno costituite da tubi in PVC rigido pesante serie RK15 termoplastico autoestinguente, a Marchio Italiano di Qualità avente le seguenti caratteristiche:

- resistenza allo schiacciamento 750 Newton / 5 cm a 20°C;
- resistenza al calore -20°C a +90°C;
- rigidità dielettrica superiore a 2000 V a 50 Hz per 15;
- autoestinguenza in meno di 30 secondi;
- infiammabilità 850°C secondo IEC 695-2-1;
- reazione al fuoco categoria I secondo CSE;

Le condutture sono dimensionate per il carico massimo ipotizzabile ubicato all'estremità delle linee, con i coefficienti di riduzione delle portate previsti dalla tabella CEI-UNEL 35024/1 nel caso di più circuiti raggruppati; tali ipotesi, a favore della sicurezza, consentiranno futuri ampliamenti e ragionevoli incrementi di carico.

Le cadute di tensione saranno contenute nel limite del 4%.

I risultati del dimensionamento dei cavi b.t. e della verifica delle protezioni sono indicati negli schemi elettrici unifilari dei quadro b.t.

Negli elaborati di progetto sono indicate le canalizzazione fornite e posate da altre specialistiche nelle quali sono previsti tubi a servizio degli impianti LFM e le canalizzazioni fornite e posate a cura della specialistica LFM.

Un'ulteriore armonizzazione delle canalizzazioni di piazzale tra le varie specialistiche sarà oggetto delle successive fasi di approfondimento progettuale.

8.7 IMPIANTI DI FORZA MOTRICE

Gli impianti di forza motrice di piazzale sono costituiti dalle prese, installate in pozzetto a scomparsa con chiusino ribaltabile, sui marciapiedi dei binari plateati.

8.7.1 POZZETTO A SCOMPARSA

La struttura di supporto dei pozzetti è composta da una cassa inferiore di contenimento, collare di accoppiamento del chiusino integrato con la cassa e chiusino incernierato alla struttura. Tutti i componenti sono realizzati in acciaio inox AISI304.

Il chiusino sarà carrabile con copertura in acciaio con scanalature antiscivolo.

La Cassa di contenimento sarà dotata di quattro piastre di ancoraggio alla cassaforma in c.a. e di bocchettone centrale di scolo per l'acqua piovana.

La chiusura è realizzata mediante sportellino a cerniera per il passaggio dei cavi di alimentazione utenze a filo pavimento.

Il bloccaggio del chiusino in posizione chiusa avviene mediante una serratura con chiave a profilo quadrato, alloggiata nella zona limitrofa allo sportellino cavi.

La movimentazione del chiusino è servoassistita da una molla a gas da 250N posizionata lateralmente nella zona interna alla cassa del pozzetto.

Le armature di contenimento delle apparecchiature elettriche devono rispettare le seguenti caratteristiche:

- Completamente realizzate con speciale miscela in gomma butilica dura a garanzia della

massima resistenza agli urti e della massima stabilità dimensionale anche con notevoli escursioni termiche.

- Costruzione estremamente robusta, totalmente isolata e resistente agli oli, agli acidi ed ai sali industriali più comunemente presenti in ambiente industriale.
- L'accoppiamento tra la base ed il coperchio avviene su di una guarnizione incassata del tipo a cellula chiusa con grado di protezione IP65.
- Le viti di chiusura sono in acciaio inox e fanno presa in inserti filettati d'ottone annegati durante lo stampaggio nella struttura in gomma.
- Classe di isolamento II
- Grado di protezione IP 65 (norme CEI 70-1 IEC 529).

La dotazione elettrica di ciascun pozzetto sarà costituita da:

- n°2 prese da incasso a norme IEC 309-1/2 230V 16A 2P+T 6h IP67
- n°1 presa da incasso a norme IEC 309-1/2 400V 16A 3P+N+T 6h IP67
- n°1 interruttore differenziale 4P 40A, sensibilità d'intervento $I_{dn}=0,03A$, (Generale di quadro, realizza la protezione complementare dai contatti indiretti sulle tutte le linee derivate in uscita).
- n°2 interruttori magnetotermici 1P+N 16A, curva d'intervento tipo "C", potere d'interruzione $I_{cu}=6kA$ (realizzano la protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti sulle linee derivate in uscita mediante le prese IEC 309-1/2 230V 16A 2P+T c.s. descritte).
- n°1 interruttore magnetotermico 3P+N 16A, curva d'intervento tipo "C", potere d'interruzione $I_{cu}=6kA$ (realizzano la protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti sulle linee derivate in uscita mediante le prese IEC 309-1/2 400V 16A 3P+N+T).

Il cablaggio fra la cassetta di derivazione e il quadro elettrico è realizzato mediante cavo di tipo FG7(O)R di sezione 5G6mmq.

All'interno del quadro elettrico il cablaggio è realizzato mediante cavetteria tipo N07V-K a Norme CEI 20-22/II di sezione adeguata alla portata richiesta dalle utenze di presa a spina. Le apparecchiature di comando/protezione/segnalazione modulari sono installate sotto lo sportellino in policarbonato infrangibile con molla di richiamo in acciaio inox, pomellino a vite in ottone e guarnizione perimetrale con grado di protezione IP54.

L'alimentazione delle prese dovrà essere realizzata mediante cavi del tipo FG7(O)R di sezione dipendente dal carico previsto per la presa e dalla distanza dal punto di alimentazione.

9 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO ELETTRICO DEVIATOI

Il sistema di riscaldamento elettrico deviatoli (RED) sarà realizzato in ottemperanza alla Specifica Tecnica RFIDPRDITSTCIFSFL628A Ed.2013 "Specifica Tecnica di Costruzione per Impianti di Riscaldamento Scambi di Tipo Elettrico con Cavi Autoregolanti".

L'impianto deve essere progettato e realizzato in maniera tale da consentire, in caso di precipitazioni nevose o formazione di ghiaccio, la manovra dei deviatoli e garantire la possibilità di formazione degli itinerari.

L'accensione dell'impianto di snevamento deve poter avvenire da postazione locale o da remoto. Tale accensione deve poter essere eseguita anche manualmente bypassando il comando automatico.

L'impianto sarà costituito da:

- Quadro di alimentazione.
- Linee di alimentazione BT.
- Armadio di piazzale.
- Cavi scaldanti autoregolanti e dispositivi di fissaggio.
- Sistema di telegestione ed efficientamento energetico.

L'alimentazione dell'impianto deve essere in bassa tensione a 400V 3F + N.

Ciascuna partenza verso l'armadio di piazzale dovrà essere opportunamente protetta mediante interruttori differenziali con soglie d'intervento coordinate con le protezioni.

Le linee d'alimentazione in bt 400V 3F senza neutro che collegano il quadro di alimentazione con l'armadio di piazzale, dovranno essere realizzate mediante cavi di tipo FG7(O)R di sezione adeguata ai carichi e alle cadute di tensione e rispondenti alla NT TE 652.

L'alimentazione dal secondario del trasformatore riduttore dei cavi scaldanti autoregolanti deve avvenire mediante cavi di tipo H07RN-F, sezione 6 mm², lunghezza 12 m, opportunamente protetti (cunicolo a raso/ polifora) fino all'arrivo sulla testata delle traverse dei deviatoli.

La giunzione dei cavi di alimentazione con i cavi autoregolanti deve avvenire secondo quanto disposto al punto III.1 della specifica RFI DPR DIT STF IFS LF 630A a cura del fornitore del cavo autoregolante.

9.1 ARMADIO DI PIAZZALE

L'armadio di piazzale dovrà essere installato in prossimità dei deviatoli da riscaldare ed essere costituito da un armadio di contenimento metallico completo di basamento in calcestruzzo, all'interno del quale dovranno essere alloggiati il trasformatore riduttore necessario per alimentare a 24 V i cavi autoregolanti, il modulo acquisizione dati (MAD-RED), il sistema di ingresso e sigillatura dei passaggi cavi, e la sonda di temperatura rotaia PTI00.

Al fine di minimizzare gli interventi nei piazzali ferroviari l'armadio di piazzale dovrà essere fornito completamente assemblato e compreso di basamento in calcestruzzo in modo tale da poter essere posato senza necessità di opere in muratura. Detto armadio dovrà essere del tutto conforme alla specifica RFI DPR DIT STF IFS LF 629A ed essere omologato da RFI.

9.2 CAVI SCALDANTI

Il sistema di riscaldamento deviatoi è costituito essenzialmente da:

- cavo scaldante autoregolante da applicare all'ago ed al contrago;
- organi di protezione meccanica e di fissaggio;
- cavo scaldante autoregolante da applicare alla tiranteria (opzionale).

I cavi autoregolanti e relativi accessori conformi alla RFI DPR DIT STF IFS LF 630A ed essere omologati da RFI.

9.3 SISTEMA DI TELEGESTIONE ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

L'impianto di riscaldamento elettrico deviatoi deve essere dotato di un sistema di telegestione ed efficientamento energetico per conseguire, tramite un'attività di diagnostica degli apparati, una gestione automatizzata e centralizzata degli stessi. Ciò deve essere finalizzato all'ottimizzazione dell'impiego delle risorse umane, al miglioramento della qualità del servizio reso, alla programmabilità delle attività di manutenzione e alla riduzione dei vari consumi, primi fra tutti quelli energetici.

A tal fine il telecontrollo e il telecomando degli impianti deve avvenire sia in modalità locale sia remota.

La telegestione deve consentire di verificare, senza recarsi sul posto, il reale e corretto funzionamento dei cavi autoregolanti limitando l'intervento degli operatori solo su condizione nonché di programmare ogni altro intervento manutentivo in caso di degrado/malfunzionamento dell'impianto. Inoltre l'utilizzo della centralina meteorologica deve garantire l'attivazione puntuale dei servizi solo quando necessario, con evidenti riduzioni dei consumi energetici. Al fine di effettuare interventi il meno possibile invasivi a livello di cablaggi da eseguirsi in campo e di evitare la necessità di posa di cavi aggiuntivi rispetto all'esistente, la realizzazione del sistema di telegestione, dovrà basarsi sulla tecnologia di trasmissione dati ad Onde Convogliate (power Line).

In particolare la tecnologia ad onde convogliate sarà utilizzata per la comunicazione tra il quadro di stazione (QdS) e le apparecchiature di campo (MAD) contenute nell'armadio di piazzale.

Nel suo insieme il sistema deve essere essenzialmente costituito da:

1. Quadro di stazione o di impianto QdS comprensivo di supervisione locale.
2. Apparecchiature di campo MAD contenute nell'armadio di piazzale.
3. Centralina meteorologica e sonda temperatura rotaia.
4. Sistema di supervisione remoto.

Il sistema di telegestione ed efficientamento energetico deve essere del tutto conforme a quanto riportato nella RFI DPR DIT STF IFS LF 627A.

10 IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE NEI FABBRICATI

10.1 ILLUMINAZIONE: CRITERI GENERALI

L'illuminazione interna dei fabbricati sarà realizzata impiegando apparecchi illuminanti di tipologia diversa in relazione all' altezza dei locali, al valore di illuminamento richiesto, al compito visivo, alla necessità di limitare i consumi energetici.

L'illuminazione interna ai locali dei fabbricati può essere suddivisa funzionalmente in "illuminazione normale" ed "illuminazione di emergenza" a seconda della fonte di alimentazione; in particolare l'illuminazione normale è alimentata dalla sezione normale dei quadri di distribuzione. Gli apparecchi dell'illuminazione di emergenza" sono alimentati dalle sezioni no break dei quadri di distribuzione mediante cavi, canalizzazioni e cassette di derivazione dedicate e indipendenti dalla sezione normale (circuiti di emergenza).

La distribuzione secondaria sarà realizzata mediante tubazioni in PVC. Quella principale mediante canale metalliche e/o blindosbarre.

Le dimensioni dei tubi e delle canalette dovranno essere adeguate al numero ed al tipo di conduttori presenti e sono riportate nella documentazione di progetto.

10.2 ILLUMINAZIONE CAPANNONE MCPTC

L'illuminazione del capannone MCPTC prevede l'impiego di tre tipologie di apparecchi illuminanti in relazione al compito visivo ed alla quota di installazione.

In particolare a quota soffitto (altezza+10,8 m) verranno impiegati apparecchi illuminanti a Led aventi le seguenti caratteristiche:

- Lampada a 4 Moduli LED lineari da 30W
- Temperatura di colore: 4000 K
- Flusso luminoso dell'apparecchio: 14.954 lm.
- Fotometrica: Distribuzione diretta concentrata simmetrica
- Durata utile: >50.000h.
- Sicurezza fotobiologica conforme al gruppo di rischio esente RG0, norma EN 62471.
- Corpo in acciaio, verniciato a polvere epossipoliestere stabilizzato agli UV.
- Coperchio in policarbonato con pressacavo per accedere alla morsettiera.
- Recuperatore di flusso concentrato, in alluminio a specchio con trattamento superficiale al titanio e magnesio, assenza di iridescenza.
- Vetro trasparente non combustibile, temprato, alloggiato e bloccato alla cornice perimetrale monoblocco in acciaio zincato, guarnizione di tenuta, apertura a cerniera tramite scrocchi in acciaio zincato. Sistema di sicurezza anti caduta schermo.
- Grado di protezione: >IP64.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.
- Cablaggio elettronico EEI=A2 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95,
- Classe di isolamento II
- Assorbimento complessivo dell'apparecchio 133 W.

Gli apparecchi illuminanti si dovranno interfacciare con il sistema DALI per la regolazione del flusso luminoso in funzione del contributo della luce esterna.

Gli apparecchi saranno alimentati da condotti sbarre a 4+4 conduttori con portata 40A+40A, predisposti per giunzione ad innesto rapido, involucro esterno in acciaio, conduttori in rame IP 55.

Alla quota di installazione delle passerelle di visita saranno posati apparecchi illuminanti a led con funzione di illuminazione di rinforzo con le seguenti caratteristiche:

- Lampada a 2 Moduli LED lineari da 30W
- Temperatura di colore: 4000 K
- Flusso luminoso dell'apparecchio: 6809 lm.
- Fotometrica: Distribuzione ampia simmetrica
- Durata utile: >50.000h.
- Sicurezza fotobiologica conforme al gruppo di rischio esente RG0, norma EN 62471.
- Corpo in acciaio stampato in un unico pezzo, trattamento di fosfosgrassaggio ai sali di ferro, verniciato a polvere epossipoliestere di colore bianco, stabilizzato agli UV.
- Vetro stampato anabbagliante, non combustibile, temprato, alloggiato e bloccato alla cornice perimetrale monoblocco in acciaio zincato, guarnizione di tenuta, apertura a cerniera tramite scrocci in acciaio zincato.
- Recuperatore di flusso ampio, sovradimensionato, in alluminio a specchio con trattamento superficiale al titanio e magnesio, assenza di iridescenza.
- Elemento portacablaggio in acciaio zincato a caldo, verniciato a base poliestere di colore bianco, fissato al corpo mediante dispositivi rapidi in acciaio zincato, apertura a cerniera.
- Grado di protezione: > IP65.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.
- Cablaggio elettronico EEI=A2 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95.
- Classe di isolamento: II
- Assorbimento complessivo dell'apparecchio 66,5 W.

Per l'illuminazione delle fosse di visita saranno utilizzati apparecchi con lampade fluorescenti compatte da 26 W. Detti apparecchi saranno fissati mediante apposita struttura metallica alle colonnine per il supporto delle rotaie. Gli apparecchi saranno disposti a quinconce sulle fosse di ispezione con interdistanza pari a 2 m.

- 1 lampada fluorescente compatta da 26 W
- Fotometria: Distribuzione luminosa controllata bilaterale
- Corpo realizzato in policarbonato autoestinguente V2, stampato ad iniezione in colore grigio RAL 7035.
- Recuperatore di flusso opportunamente sagomato per distribuzione bilaterale realizzato in alluminio purissimo titolo 99,99% a specchio ad altissima riflessione 95% (superiore del 10% rispetto ad allumini a trattamento tradizionale) con trattamento superficiale al titanio e magnesio, assenza di iridescenza.

- Guarnizione in EPDM non propagante la fiamma, ecologica antinvecchiamento, alloggiata in apposita sede sul corpo.
- Schermo realizzato in policarbonato autoestinguente V2, stabilizzato agli UV, stampato ad iniezione, con superficie esterna liscia ed interna con prismaticizzazione differenziata per distribuzione controllata bilaterale.
- Chiusura tramite 4 scrocci di fissaggio al corpo, in acciaio inox AISI 304.
- Staffa di fissaggio realizzata in acciaio zincato a caldo per fissaggio e protezione apparecchio su colonna Ø 115mm. Possibilità di fissaggio a destra (DX) o a sinistra (SX) della colonna.
- Cablaggio elettronico EEI=A2 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95.
- Grado di protezione: IP 65
- Classe di isolamento: II

10.3 ILLUMINAZIONE TETTOIA DI PULIZIA TRENI

L'illuminazione dell'area destinata alla pulizia dei rotabili, adiacente al capannone MCPTC e sottesa ad una tettoia metallica prevede l'impiego di apparecchi a tubi fluorescenti aventi le seguenti caratteristiche:

- 4 tubi fluorescenti lineari T5 da 80 W ciascuno.
- Temperatura di colore 4000 K
- Flusso luminoso dell'apparecchio: 6150 lm.
- Fotometrica: Distribuzione ampia simmetrica.
- Corpo in acciaio stampato in un unico pezzo, trattamento di fosfosgrassaggio ai sali di ferro, verniciato a polvere epossipoliestere, stabilizzato agli UV.
- Vetro trasparente non combustibile, temprato, alloggiato e bloccato alla cornice perimetrale monoblocco in acciaio zincato, guarnizione di tenuta, apertura a cerniera tramite scrocci in acciaio zincato.
- Recuperatore di flusso ampio, parabolico, sovradimensionato, in alluminio a specchio con trattamento superficiale al titanio e magnesio, assenza di iridescenza.
- Elemento portacablaggio in acciaio zincato a caldo, verniciato a base poliesteri di colore bianco, fissato al corpo mediante dispositivi rapidi in acciaio zincato, apertura a cerniera.
- Grado di protezione: >IP65.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.
- Cablaggio elettronico EEI A2, 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95.
- Classe di isolamento II

10.4 ILLUMINAZIONE LOCALI DI GRANDE ALTEZZA

L'illuminazione di locali di grande altezza prevede l'impiego di apparecchi a tubi fluorescenti aventi le seguenti caratteristiche:

- 4 lampade fluorescenti compatte da 55 W ciascuna.
- Fotometria: Distribuzione simmetrica ampia.
- Flusso luminoso dell'apparecchio: 19200 lm.

- Corpo a doppio guscio in alluminio stampato, verniciato a polvere epossipoliestere, apertura a cerniera. Scrocchi in acciaio inox.
- Recuperatore totale di flusso a distribuzione ampia concentrata. Dispositivo anti caduta lampada.
- Vetro trasparente VT, non combustibile, temprato.
- Schermo piano SP in metacrilato trasparente.
- Cablaggio elettronico con connessione rapida e blocco lampada EEI A2, 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.
- Grado di protezione: >IP64.
- Classe di isolamento II

10.5 ILLUMINAZIONE SPOGLIATOI

Gli impianti di illuminazione a servizio degli spogliatoi saranno realizzati impiegando apparecchi illuminanti fluorescenti aventi le seguenti caratteristiche:

- 1 lampade fluorescenti T8 da 36 W.
- Flusso luminoso: 3300 lm.
- Temperatura di colore: 4000 K
- Corpo in acciaio zincato a caldo verniciato in poliestere.
- Schermo piano in metacrilato trasparente, prismaticizzato, anabbagliante, in appoggio sulla struttura, la prismaticizzazione può essere esterna o interna.
- Cornice in alluminio verniciato, apertura a cerniera, guarnizione di tenuta.
- Grado di protezione: IP54.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.
- Cablaggio elettronico EEI A2, 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95.
- Classe di isolamento II.

10.6 ILLUMINAZIONE UFFICI E MENSA

Gli impianti di illuminazione a servizio dei locali uffici, del locale mensa, o dove comunque si ha esigenza di limitare i valori di luminanza per aumentare il confort visivo, saranno realizzati impiegando apparecchi illuminanti fluorescenti aventi le seguenti caratteristiche:

- 4 lampade fluorescenti T8 da 18 W
- Fotometria: tipo "dark lite"
- Flusso luminoso: 5400 lm
- Temperatura di colore: 4000 K
- Luminanza: <200 cd/m² per angoli >65° radiali.
- Corpo in acciaio zincato a caldo verniciato in poliestere
- Ottiche paraboliche ad alto rendimento con alette trasversali chiuse superiormente.
- Grado di protezione: IP44 parte in vista
- Cablaggio elettronico EEI A2, 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95.
- Classe di isolamento II.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.

Impianti LFM Relazione tecnica di progetto definitivo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT00	00	D 18 RO	LF 00 00 001	A	40 di 67

- Idoneità dell'ottica per ogni tipologia di videoterminale in conformità alla norma europea EN 12464-1 (illuminazione dei luoghi di lavoro).
- UGR <19 (indice unificato dell'abbagliamento UGR=19 relativo all'ambiente ufficio, stabilito dalla norma EN 12464-1).

10.7 ILLUMINAZIONE LOCALI WC

I locali WC verranno illuminati impiegando apparecchi a lampade fluorescenti con le seguenti caratteristiche:

- 1 lampade fluorescenti T8 da 18 W
- Flusso luminoso: 1500 lm
- Temperatura di colore: 4000 K
- Corpo in acciaio zincato a caldo verniciato in poliestere
- Schermo piano in metacrilato trasparente, prismaticizzato, anabbagliante, in appoggio sulla struttura, la prismaticizzazione può essere esterna o interna in base alla cornice in alluminio verniciato, apertura a cerniera, guarnizione di tenuta.
- Grado di protezione: IP54.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.
- Cablaggio elettronico EEI A2, 230V-50/60Hz, fattore di potenza >0,95.
- Classe di isolamento II.

10.8 ILLUMINAZIONE LOCALI TECNICI ORDINARI

Per l'illuminazione di locali tecnici ordinari, dove non vi sono particolari vincoli imposti dall'altezza del locale, si utilizzano apparecchi illuminanti con tubi fluorescenti aventi le seguenti caratteristiche:

- 2 lampade T8 da 36 W
- Flusso luminoso: 6700 lm
- Temperatura di colore: 4000 K
- Fotometria: distribuzione diffusa simmetrica.
- Corpo in policarbonato autoestinguento V2, stampato ad iniezione.
- Guarnizione di tenuta iniettata ecologica antinvecchiamento.
- Schermo in policarbonato fotoinciso internamente autoestinguento V2, stabilizzato agli UV, stampato ad iniezione, con superficie esterna liscia.
- Riflettore portacablaggio in acciaio zincato a caldo, verniciato a base poliestere bianco, fissato al corpo mediante dispositivi rapidi in acciaio, apertura a cerniera.
- Recuperatore di flusso concentrato, in alluminio a specchio con trattamento superficiale al titanio e magnesio, assenza di iridescenza, ad alto rendimento.
- Grado di protezione: IP65.
- Resistenza meccanica: > 6,5 joule.
- Classe di isolamento II.

10.9 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'illuminazione di emergenza permetterà, in caso di guasto all'illuminazione normale, l'uscita del pubblico dagli impianti in condizione di sufficiente sicurezza assicurando i minimi livelli di illuminazione richiesti dalle norme.

L'impianto sarà alimentato da due fonti diverse, normale e di emergenza, totalmente indipendenti tra di loro. La fonte di emergenza garantirà l'alimentazione del 10-20% delle lampade almeno per 1 h per tutti i fabbricati tecnologici ad esclusione del fabbricato MCPTC. Per il fabbricato MCPTC è prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno, per cui l'intervento della fonte di emergenza è limitato al tempo necessario all'avviamento e alla commutazione del gruppo elettrogeno.

Il passaggio dalla fonte di energia normale a quella di emergenza, nel caso ove questa fosse permanentemente inserita, avverrà a mezzo di commutazione automatica.

Le canalizzazioni dell'impianto luce di sicurezza saranno separate ed indipendenti dagli altri circuiti.

10.10 IMPIANTI DI FORZA MOTRICE

Gli impianti di forza motrice sono principalmente a servizio delle macchine utensili e degli apparati per la manutenzione rotabili.

Nel fabbricato tecnologico sede delle officine le linee di forza motrice sono costituite da:

- Blindosbarra 4 conduttori portata 160A, IP55, predisposta per giunzione ad innesto rapido, involucro esterno in acciaio, conduttori in rame. Le derivazioni alle macchine utensili saranno realizzate dalla dorsale principale a mezzo di cassetta di derivazione dotata di fusibili e discesa in blindosbarra a 4 conduttori con portata 50 A.

I gruppi prese a servizio delle fosse di visita saranno alimentate da conduttori FG7R posati nelle polifora dell'interbinario e saranno costituite dai seguenti elementi:

- Presa interbloccata stagna in resina termoindurente con magnetotermico 16A 2P+T 230V IP66.
- Presa stagna in resina termoindurente interbloccata con magnetotermico stagna 32A 3P+N+T 400V IP66.
- Contenitore stagno con sportello trasparente 12 moduli 250x175x128mm IP66.
- Piastra ad attacco rapido 250x500mm con 2 prese.
- Interruttore differenziale 400 V 3P+N $I_n=63$ A $I_{DN}=30$ mA.

Per i locali destinati ad uso ufficio verranno impiegate colonne in alluminio a 4 facce ciascuna equipaggiata con:

- -n°8 prese bipasso CEI 10/16A
- -n°8 prese bipasso CEI 10/16A (colore rosso da linea UPS)
- -n°4 prese schuko 10/16A + n°4 prese schuko 10/16A (colore rosso da linea UPS)
- -n° prese dati. 8 prese dati RJ45

Nei locali tecnologici saranno installate, con posa a vista, le seguenti apparecchiature:

- Gruppo prese interbloccate costituito da:
 - pannello di fondo con cassetta modulare con sportello trasparente (IP55)
 - n.1 presa tipo CEE 3P+N+T, $I_n=16$ A, $U_n=400$ V
 - n.1 presa tipo CEE 2P+T, $I_n=16$ A, $U_n=230$ V
- Scatola prese tipo civile in esecuzione $IP\geq 44$ costituito da:
 - presa 2x16A+T con interruttore automatico bipolare
 - presa 2x10A+T

10.11 CANALIZZAZIONI E CAVIDOTTI

All' interno dei fabbricati le canalizzazioni ed i cavidotti saranno costituite da:

- Canala porta cavi con coperchio di dimensioni interne 300x100 mm, ricavata da lamiera in acciaio, costituita da elementi prefabbricati, ribordati, traforati e zincati, dopo tutte le lavorazioni meccaniche, per immersione in bagno di zinco fuso, in modo da non presentare nessun punto scoperto, con deposito di zinco di almeno 70 micron, compresi tutti i pezzi speciali (curve, derivazioni, incroci riduzioni, ecc.) le relative staffe di sostegno poste alla distanza massima di 2 m l'una dall'altra, la bulloneria e gli accessori vari zincati, occorrenti per l'assiemeaggio e fissaggio, le opere murarie occorrenti, e quant'altro necessario per rendere la stessa in opera pronta all'uso.
- Tubi in acciaio zincato 1" completi di raccordi e scatole di derivazione per la distribuzione a servizio degli apparecchi di illuminazione delle fosse di visita.
- Tubi in PVC rigido per la posa a parete a vista.
- Tubi in PVC flessibile per la posa in controsoffitto o sottopavimento.
- All'interno del capannone sarà realizzata in ciascun interbinario una polifora costituita da tubi in PVC rigido la cui consistenza e sviluppo è rappresentata sulle tavole di progetto non oggetto della specialistica LFM.

Le dorsali di alimentazione saranno realizzate in cavo FG7(O) mentre le derivazioni alle utenze finali saranno realizzate in cavo NO7V-K.

11 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Sul tetto a shed del fabbricato MPTC è stata prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. L'impianto utilizzerà tutta la superficie del tetto disponibile al netto delle zone ombreggiate, così come previsto dall'Allegato Energetico-Ambientale al Regolamento Edilizio del comune di Torino.

Si riporta di seguito il calcolo dell'energia e della potenza effettivamente resa dall'impianto fotovoltaico progettato.

11.1 CARATTERISTICHE GEO-MORFOLOGICHE DEL SITO

I principali dati di carico dovuti alle azioni di neve e vento sono quelli della corrispondente località geografica di riferimento (Torino), le cui coordinate ed altitudine risultano:

- Latitudine: 7°42'0" E.
- Longitudine: 45°40'0" N.
- Altitudine 239: mslm.

L'area dell'impianto è rappresentata dalle coperture a shed del fabbricato polifunzionale MCPTC adiacente al Nuovo nodo di Torino. L'edificio presenta un orientamento longitudinale prevalente in direzione N-S con uno scostamento rispetto alla direzione principale Sud (azimut) di circa 20° verso Ovest.

11.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema di captazione della luce solare sarà realizzato mediante un complesso di 10032 moduli fotovoltaici in silicio policristallino di produzione europea installati sulle superfici inclinate delle strutture a shed.

I moduli saranno costituiti da uno strato frontale in vetro temprato antiriflesso ad alta trasparenza di spessore 4 mm.

Ciascun modulo sarà costituito da 60 celle e sarà dotato di cornice in alluminio 6060 anodizzato anticorrosione.

La scatola di giunzione a bordo di ciascun pannello dovrà avere grado di protezione IP 65 e classe di isolamento II. Le principali caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici sono nel seguito riportate:

- | | |
|---|-------------------|
| • Potenza nominale (massima) P_{MAX} : | 240 W |
| • Efficienza: | 14,57% |
| • Tensione a vuoto (U_{OC}): | 37,11 V |
| • Corrente di cortocircuito (I_{SC}): | 8,75 A |
| • Tensione MPP (U_{MPP}): | 29,54 V |
| • Corrente MPP (I_{MPP}): | 8,19 A |
| • Coefficiente termico della tensione: | 0,116V/°C |
| • Temperatura NOTC: | 43±2 °C |
| • Cavi di connessione | |
| • Sezione: | 4 mm ² |

Impianti LFM

Relazione tecnica di progetto definitivo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT00	00	D 18 RO	LF 00 00 001	A	45 di 67

- Lunghezza: 1 m
- Isolamento: CLASSE II
- Dimensioni indicative: 1600X1000 mm

I moduli saranno montati su una struttura di supporto in alluminio alla quale verranno bloccati con bulloni in acciaio inox e morsetti in alluminio. La struttura sarà fissata alla copertura degli shed mediante staffe di acciaio sagomato ed appositi tasselli ad espansione. Considerati la località ed il tipo di posa, si ipotizzano le temperature minima e massima dei moduli di -10°C e +70°C. Ne conseguono:

- ✓ Tensione a vuoto massima del modulo: $37,11 + 0,116(25 + 10) = 41,17$ V
- ✓ Tensione MPP minima del modulo: $29,54 + 0,116(25 - 70) = 24,32$ V
- ✓ Tensione MPP massima del modulo: $29,54 + 0,116(25 + 10) = 33,56$ V

Si prevede di disporre i 10032 moduli su 456 stringhe per una potenza complessiva di $10032 \times 240W = 2,4MW$.

Le caratteristiche elettriche delle stringhe sono le seguenti:

- ✓ Potenza massima: $22 \times 240W = 5280W$
- ✓ Tensione MPP $22 \times 29,58V = 650,76$ V
- ✓ Corrente MPP = 8,19 A
- ✓ Corrente di cortocircuito massima: $1,25 \times 8,75 = 10,93$ A
- ✓ Tensione a vuoto massima: $22 \times 41,17V = 905,7$ V
- ✓ Tensione MPP massima: $22 \times 33,56$ V = 738,32 V
- ✓ Tensione MPP minima: $22 \times 24,32$ V = 535 V

Entrambi i poli in c.c. saranno isolati da terra.

I quadri di stringa proteggono i moduli fotovoltaici da sovracorrenti e sovratensioni, sezionano le stringhe dall'inverter e misurano i parametri elettrici dell'impianto. Le tensioni e le correnti di stringa dovranno essere singolarmente controllate, i quadri dovranno comunicare con protocollo profibus con il sistema di supervisione e dovranno essere dotati di sezionatore motorizzato controllato da remoto.

I quadri di stringa devono essere progettati per essere installati in esterno e saranno costituiti da una struttura in poliestere.

Le principali caratteristiche dei quadri di stringa dovranno essere le seguenti:

- Numero di stringhe: 24
- Tensione max: 1000
- Corrente max in ingresso 25 A
- Corrente mx di uscita 375A (<40°C)
- Protezione sovracorrenti fusibili 10x38 g su entrambe le polarità

- Protezione sovratensioni DC scaricatori 1000V CC, tipo 2, I_{max} 40 kA

Le uscite dei 24 quadri di stringa sono collegate ai quadri di parallelo, le cui uscite sono collegate agli inverter.

Nell'impianto sono presenti 4 quadri di parallelo posati nel locale inverter ciascuno dei quali riceve in ingresso le uscite di 8 quadri di stringa e ne effettua il collegamento in parallelo. I quadri saranno realizzati in carpenteria metallica e avranno dimensioni indicative ($L \times P \times H$) pari a 800x600x2000 mm. Ciascun ingresso dovrà essere protetto con fusibile su entrambe le polarità.

11.3 PRODUCIBILITA'

Per calcolare la produzione di energia si è impiegato un programma di calcolo che consente, inserendo i dati sull'installazione dell'impianto, di effettuare un veloce calcolo della produzione media che l'impianto fotovoltaico potrà avere negli anni. Sono ovviamente delle stime. Sono però stime realistiche, perché si basano su dati e tabelle istituzionali contenenti i dati di irraggiamento e di produttività per tecnologia di modulo fotovoltaico.

Il simulatore per eccellenza è il PVGIS, un simulatore, con mappa interattiva, curato dall'ESTI, European Solar Test Installation, laboratorio e centro di ricerca della Commissione Europea sul fotovoltaico.

Il simulatore PVGIS restituisce, a detta degli installatori, cifre di produzione da fotovoltaico minori rispetto ai reali dati di produzione registrati empiricamente. Il simulatore PVGIS è quindi un buon indicatore dell'energia "minima" producibile dagli impianti fotovoltaici.

Nel seguito si riporta la tabella contenente i risultati forniti dal simulatore PVGIS:

Sistema fisso: inclinazione=12°, orientamento=20°				
Mese	E_d	E_m	H_d	H_m
Gen	3730.00	116000	1.97	61.0
Feb	5970.00	167000	3.17	88.7
Mar	8060.00	250000	4.43	137
Apr	9300.00	279000	5.26	158
Mag	10300.00	318000	5.98	185
Giu	11100.00	332000	6.58	197
Lug	11500.00	357000	6.95	215
Ago	10100.00	313000	6.06	188
Set	8360.00	251000	4.84	145
Ott	5570.00	173000	3.11	96.5
Nov	3740.00	112000	2.02	60.5
Dic	3690.00	114000	1.95	60.6
Media annuale	7620	232000	4.37	133
Totale per l'anno		2780000		1590

11.4 INVERTER

Si è scelto di impiegare quattro inverter trifase, ciascuno di potenza nominale di uscita di 630 kVA. Ogni inverter è alimentato da $6 \times 19 = 114$ stringhe, che costituiscono un sotto campo, attraverso un quadro di parallelo e 6 quadri di campo. La potenza complessiva di ciascun sotto campo è pari a $114 \times 5280 \text{ W} = 601920 \text{ W}$.

Il quadro di misura ed il dispositivo di interfaccia sono a valle dell' Inverter.

Le principali caratteristiche tecniche degli inverter sono di seguito riportate:

- Lato c.c.
 - Potenza massima: 725 kW
 - Range di tensione in ingresso MPPT: 510-800 V
 - Tensione di ingresso max: 1000V
 - Corrente in ingresso max: 1280 A
- Lato c.a.
 - Potenza nominale: 630 kVA
 - Tensione nominale: 350 V
 - Frequenza nominale: 50 Hz
 - Fattore di potenza: >0,8
 - Rendimento massimo: 98,7 %

L'inverter ed i moduli sono correttamente accoppiati in quanto:

- La massima tensione a vuoto di stringa non deve superare la massima tensione tollerata dall' inverter

$$905,7 \text{ V} < 1000 \text{ V}$$

- La tensione MPP minima di stringa non deve essere inferiore alla minima tensione dell' MPPT dell' inverter:

$$535 \text{ V} > 510 \text{ V}$$

- La massima tensione di stringa non deve superare la massima tensione dell' MPPT dell' inverter

$$738,32 \text{ V} < 800 \text{ V}$$

- La somma delle correnti MPP massime delle stringhe non deve superare la corrente massima dell' inverter

$$933 < 1280 \text{ A}$$

11.5 TRASFORMATORE MT-BT

Nell'impianto sono previsti due trasformatori BT/MT con due avvolgimenti primari a stella ed un avvolgimento secondario a triangolo. Le uscite degli inverter saranno collegate a ciascuno dei 4 avvolgimenti primari dei trasformatori. I trasformatori saranno in resina colata e avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- Potenza nominale: 1250 KVA
- Tensione nominale a vuoto: 22 kV
- Classe di isolamento: 24kV
- Regolazione di tensione: $\pm 2 \times 2,5\%$
- Collegamento: Dyn11yn11
- Tipo di raffreddamento: AN
- Classe amb./clim./comp. Al fuoco: E2-C2-F1
- Perdite a vuoto: 2800W
- Perdite a carico a 120°C: 13000W
- Tensione di corto circuito: 6%
- Valore delle scariche parziali: <10 pC

11.6 QUADRO MT

Il quadro sarà costituito dai seguenti n° 5 scomparti normalizzati isolati in aria per una lunghezza totale di 3168 mm:

- USCITA: doppio sezionatore rotativo e interruttore SF6;
- MISURE E PROTEZIONE DI INTERFACCIA: doppio sezionatore rotativo e interruttore SF6;
- DISPOSITIVO GENERALE
- PROTEZIONE TRASFORMATORE TR1.
- PROTEZIONE TRASFORMATORE TR2.

I principali dati elettrici del quadro M.T. saranno i seguenti:

Tensione nominale	24kV
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale	50 kV
Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico	125 kV
Tensione di esercizio	20 kV
Frequenza nominale	50 Hz
N° fasi	3
Corrente nominale delle sbarre principali	630 A
Corrente nominale max delle derivazioni	630 A
Corrente massima di tenuta all'arco interno (4 lati)	16 kA -1s
Corrente nominale di picco	40 kA

11.7 CAVI

I cavi installati sulla copertura per l'interconnessione dei vari elementi a servizio dell' impianto fotovoltaico saranno del tipo FG21M21 con isolamento in mescola elastomerica reticolata senza alogeni di tipo G21 (HEPR) applicata per estrusione e guaina costituita da mescola elastomerica reticolata senza alogenuri di tipo M21 applicata per estrusione. Il conduttore sarà costituito da rame stagnato classe 5 conforme alla Norma CEI EN 60228 (CEI 20-29).

In copertura i cavi saranno posati in canaletta metallica dotata di coperchio fissata alle strutture di copertura.

12 ALIMENTAZIONE NO BREAK

Il sistema di alimentazione prevede l'installazione di un impianto di alimentazione di riserva centralizzato per ciascuna cabina MT-BT, a cui sono sottese le utenze essenziali e l'illuminazione di emergenza.

Ad eccezione della cabina MT-BT "C", per ciascun impianto è prevista l'installazione di due UPS collegate in parallelo complete di batterie con autonomia pari a 1 h.

Per la cabina MT-BT "C" è prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno, per cui l'intervento della fonte di emergenza è limitato al tempo necessario all'avviamento e alla commutazione del gruppo elettrogeno, ragion per cui si è scelto di impiegare un solo UPS conforme alla norma CEI EN 50171 avente autonomia 15 minuti.

La configurazione prevista per ciascuna cabina è di seguito riportata:

CABINA MT-BT	POTENZA UPS [KVA]
CABINA MT-BT CONSEGNA NORD	2X10kVA
CABINA MT-BT "A"	2X10kVA
CABINA MT-BT "B"	2X30kVA
CABINA MT-BT "C"	1x250kVA
CABINA MT-BT "D"	2X30kVA
CABINA MT-BT CONSEGNA SUD	2X10kVA

12.1 CARATTERISTICHE TECNICHE UPS 10 kVA

- Potenza: 2 unità da 10 kVA ridondate in parallelo
- Autonomia: 60 minuti a 10 kVA
- On-line doppia conversione
- Tensione di ingresso raddrizzatore : 400 V Trifase + neutro
- Tensione di ingresso By-pass : 400 V Trifase + neutro
- Rispondenza alla Norma CEI EN 50171
- by-pass statico
- Ingressi: Ingresso by pass e raddrizzatore separati
- Schema di collegamento di terra: Neutro passante e isolato dalla carcassa
- Batterie: Piombo ermetico Montaggio in armadio - Vita attesa 10 anni
- Rendimento elevato
- ISO 9001 e 14001, prestazioni conformi EN50091-3 e certificazione TÜV
- Filtro antiarmoniche compensato integrato
- Scheda RS 232

- Gestione: Sinottico con display grafico+connessione rete LAN

12.2 CARATTERISTICHE TECNICHE UPS 30 kVA

- Potenza: 2 unità da 30 kVA ridondate in parallelo
- Autonomia 60 minuti a 30 kVA
- Rispondenza alla Norma CEI EN 50171
- On-line doppia conversione
- Tensione di ingresso raddrizzatore : 400 V Trifase + neutro
- Tensione di ingresso By-pass : 400 V Trifase + neutro
- by-pass statico
- Ingressi: Ingresso by pass e raddrizzatore separati
- Schema di collegamento di terra: Neutro passante e isolato dalla carcassa
- Batterie: Piombo ermetico Montaggio in armadio - Vita attesa 10 anni
- Rendimento elevato
- ISO 9001 e 14001, prestazioni conformi EN50091-3 e certificazione TÜV
- Filtro antiarmoniche compensato integrato
- Scheda RS 232
- Gestione: Sinottico con display grafico+connessione rete LAN

12.3 CARATTERISTICHE TECNICHE UPS 250 kVA

- Potenza: 1 unità da 250 kVA
- Autonomia 15 minuti a 250 kVA
- Rispondenza alla Norma CEI EN 50171
- on-line doppia conversione
- Tensione di ingresso raddrizzatore : 400 V Trifase + neutro
- Tensione di ingresso By-pass : 400 V Trifase + neutro
- by-pass statico
- Ingressi: Ingresso by pass e raddrizzatore separati
- Schema di collegamento di terra: Neutro passante e isolato dalla carcassa
- Batterie: Piombo ermetico Montaggio in armadio - Vita attesa 10 anni
- Rendimento elevato
- ISO 9001 e 14001, prestazioni conformi EN50091-3 e certificazione TÜV
- Filtro antiarmoniche compensato integrato
- Scheda RS 232
- Gestione: Sinottico con display grafico+connessione rete LAN

12.4 GRUPPO ELETTROGENO

E' prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno a servizio degli impianti di manutenzione installati nel capannone MCPTC.

La definizione delle utenze da alimentare dalla sezione privilegiata del quadro generale di bassa tensione QGBT sarà oggetto delle successive fasi di approfondimento progettuale e avverrà congiuntamente tra Trenitalia, Italferr e la Ditta Appaltatrice.

Il gruppo elettrogeno sarà in esecuzione cofanata per esterno e avrà le seguenti caratteristiche:

- Potenza PRP: 380 KVA.
- Potenza SB: 416 KVA (PRP) 400 V 50 Hz.
- Serbatoio giornaliero da 120 l.
- Cisterna da interrare doppia camera 3000 l.
- Cofanatura esterno 65db a 7 mt.
- Completo di:
 - Liquidi di primo riempimento
 - Batteria/e di avviamento

L'alternatore sarà costituito da un motore sincrono trifase brushless avente le seguenti caratteristiche:

- Potenza 410 kVA
- Collegamento: stella trifase con neutro accessibile;
- Numero di poli: 4;
- Isolamento / Sovratemperatura: classe H;
- Grado di protezione: IP 23;
- Distorsione armonica totale: Inf. 5%;
- Sovraccarico: 10%;
- Ventilazione / Raffreddamento: Assiale / ad Aria.
- Velocità di fuga: 2250 r pm.;
- Precisione tensione di uscita: + 1% (Statico)

Lo scambio rete/gruppo è gestito elettronicamente sulla sezione preferenziale del quadro generale di bassa tensione. Alla sezione preferenziale afferiscono due linee distinte provenienti rispettivamente dalla sezione normale del QGBT e dal gruppo elettrogeno. Il dispositivo di commutazione pilota gli interruttori motorizzati in funzione delle condizioni di presenza tensione della rete a monte.

Impianti LFM Relazione tecnica di progetto definitivo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NT00	00	D 18 RO	LF 00 00 001	A	53 di 67

12.4.1 QUADRO DI AVVIAMENTO AUTOMATICO

Tale apparecchiatura, assicurando il comando e il controllo automatico del gruppo elettrogeno, permette l'erogazione dell'energia elettrica attraverso un sistema elettronico a microprocessore che garantisce l'erogazione dell'energia elettrica in un tempo breve dalla mancanza alimentazione principale.

Le principali caratteristiche del dispositivo sono le seguenti:

- Il controllo della rete principale avviene per mezzo di relè di tensione trifase regolabile tra l'85 e 100% della tensione principale, il controllo è effettuato anche su una sola fase.
- Avviamento automatico del gruppo con tempo d'intervento regolabile e con 4 tentativi minimi configurabili tramite software.
- Abilitazione automatica del contattore di gruppo (o consensi per la commutazione) sulle utenze al raggiungimento dei parametri nominali della macchina.
- Sorveglianza automatica del motore e dell'alternatore per mezzo di apposite protezioni.
- Disinserzione automatica del gruppo sulle utenze al rientro della rete principale dopo un tempo impostabile direttamente sulla scheda.
- Arresto del gruppo elettrogeno immediato in caso di avaria o allarme, e ritardata impostabile trascorso il ritardo raffreddamento gruppo.
- Predisposizione per un nuovo intervento.
- Comando e protezione del dispositivo di preriscaldamento del motore per facilitare il rapido avviamento e quindi l'immediata erogazione della potenza.
- Comando e protezione del carica batterie automatico che permette il mantenimento della carica delle batterie durante il funzionamento in stand-by del gruppo elettrogeno.

13 RIFASAMENTO

A seguito dell'impiego sempre crescente di dispositivi di potenza che prevedono l'utilizzo della tecnica PWM (inverter, UPS, avviatori) per ottimizzare il valore del fattore di potenza verranno installati rifasatori automatici per ciascuna cabina MT-BT. Tali dispositivi avranno le caratteristiche di seguito riportate e la potenza rifasante è indicata negli schemi elettrici unifilari.

- Tensione nominale: 415Vac 50 Hz
- Tensione di isolamento: 690V
- Intervallo temperatura di lavoro: -5 / +40°C
- Carpenteria: In robusta lamiera d'acciaio, protetta contro la corrosione mediante trattamento di fosfatazione e successiva verniciatura a polveri epossidiche.
- Grado di protezione meccanica: esterno quadro: IP 31. interno quadro: IP 20
- Tenuta al corto circuito: adeguato al punto di installazione
- Ventilazione: Naturale e/o forzata
- Sezionatore: Tripolare tipo sotto carico con blocco porta
- Teleruttori: Ogni batteria capacitiva sarà controllata da un contattore tripolare dimensionato in modo ottimale per offrire un'elevata affidabilità. La limitazione dei picchi di corrente determinati dall'inserzione delle batterie capacitive, sarà garantita tramite resistenze di precarica.
- Fusibili: Le batterie capacitive saranno protette da terne di fusibili opportunamente dimensionate. Il sistema di protezione sia dei circuiti di potenza (fusibili NH00 curva gG) che di quelli ausiliari (portafusibili sezionabili e fusibili 10,3x38) dovrà prevedere l'impiego di fusibili ad alto potere d'interruzione (100kA).
- Condensatori: Condensatori monofasi in polipropilene metallizzato, dotati di dispositivo antiscoppio e resistenza di scarica Collegamento a triangolo. Tipo di servizio continuativo.
- Tipo di misura: varmetrica.

14 COMPENSAZIONE DI CORRENTI ARMONICHE

I carichi elettrici installati nel fabbricato MCPTC sono costituiti principalmente da motori asincroni dotati di avviatori e regolatori ad inverter. Per ridurre ad un valore accettabile il tasso di distorsione armonica conseguente all'impiego di queste apparecchiature è previsto l'impiego di un compensatore attivo di armoniche per il controllo completo delle correnti armoniche e del fattore di potenza dell'impianto.

Il compensatore attivo analizza le armoniche assorbite dal carico e le restituisce istantaneamente a quest'ultimo. Conseguentemente, nel punto considerato, le correnti armoniche sono interamente neutralizzate, non circolano più a monte e non sono più fornite dalla sorgente.

Le principali caratteristiche del compensatore sono le seguenti:

- Compensazione completa o per classe delle armoniche, dalla classe 2 alla classe 25 (parametrabile)
- Compensazione del fattore di sfasamento $\cos \varphi$, induttivo o capacitivo
- Parametrizzazione del tipo di carico: informatica, raddrizzatore, misto
- Tecnologia IGBT e controllo mediante circuito DSP
- Sistema diagnostico e di manutenzione
- Menù di configurazione e impostazione parametri
- Tasso d'attenuazione armonica (THDI carica /THDI rete superiore) a 10, con capacità nominale del compensatore
- Compensazione del $\cos \varphi$ fino a 1.0.
- Tempo di reazione < 40 ms.
- Corrente di picco < 2 volte la corrente nominale di cresta.

15 SISTEMA DI DIAGNOSTICA E SUPERVISIONE TORRI FARO E R.E.D. ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO

L'obiettivo primario del sistema di diagnostica e supervisione è quello di conseguire, tramite appropriate attività di diagnostica e/o comando puntuale degli apparati di giurisdizione ed una gestione automatizzata e centralizzata degli stessi e del loro esercizio, l'ottimizzazione dell'impiego delle risorse umane, il miglioramento della qualità del servizio reso, la programmabilità delle attività di manutenzione e la riduzione dei vari consumi, primi fra tutti quelli energetici.

A tal fine il telecontrollo e il telecomando di quanto asservito devono avvenire sia in modalità locale che remota (presso opportuni centri di controllo o postazioni SPVI) con possibilità di massima distribuzione delle informazioni su tutto il territorio nazionale.

Nel contempo si deve operare una forte standardizzazione del sistema onde pervenire ad un notevole livello di scalabilità e portabilità dello stesso cui si deve aggiungere un'altrettanto notevole facilità di installazione ed uso.

Il sistema di diagnostica supervisione ed efficientamento energetico verrà applicato ai seguenti sistemi presenti nell'impianto:

- Diagnostica, controllo e comando degli impianti di illuminazione (torri faro).
- Diagnostica, controllo e comando del riscaldamento elettrico dei deviatoid.

L'architettura completa del sistema di supervisione è definita nell'elaborato di progetto NT0000D18DXLF0000003A.

Al fine di effettuare interventi il meno possibile invasivi a livello di cablaggi da eseguirsi in campo e di evitare la necessità di posa di cavi aggiuntivi rispetto all'esistente, il Fornitore per la realizzazione dei sistemi di telegestione, dovrà impiegare la tecnologia ad Onde Convogliate (Power Line). Il sistema dovrà quindi essere pienamente compatibile con le linee di alimentazione esistenti al fine di poter utilizzare l'impianto elettrico esistente come LAN dedicata sulla quale veicolare comandi/controlli e informazioni senza necessità di ulteriori cablaggi. In particolare la tecnologia ad onde convogliate dovrà essere utilizzata per la comunicazione tra il quadro di stazione (QdS) e le apparecchiature di campo (MAD) di cui sotto. Nel suo insieme il sistema deve essere essenzialmente costituito da:

1. Quadro di stazione o di impianto (QdS)
2. Apparecchiature di campo costituite da moduli per Acquisizione Dati (MAD)
3. Centralina meteorologica e sonda temperatura rotaia (solo per RED)
4. Sistema di supervisione

Il sistema deve garantire la piena interoperabilità ed interscambiabilità dal punto di vista funzionale e manutentivo con prodotti di diversi fornitori. Deve inoltre prevedere l'adozione di protocolli di comunicazione in versione compatibile per l'interfacciamento a SPVI eventualmente già realizzati in RFI in accordo alla specifica del sistema RFI DMA IM OC SP IFS 002 A Specifica funzionale Supervisione Integrata.

15.1 QDS-QUADRO DI STAZIONE O DI IMPIANTO

Il QdS deve essere costituito da un armadio al cui interno devono essere alloggiati i seguenti moduli:

- Unità di Quadro (UdQ)
- Pulsante "Full Power"
- Analizzatore di rete
- Concentratore modulo acquisizione dati (C-MAD)
- Unità ad onde convogliate (UOC)
- Alimentatore
- Supervisione locale

15.1.1 UDQ

Compito dell'UdQ è quello di:

- Controllare e comandare l'accensione/spegnimento/parzializzazione degli enti e apparecchiature da telegestire sia in funzione dei parametri ambientali rilevati (es. condizioni atmosferiche, efemeridi di sole e luna) sia di quelli impostati in automatico o impostabili dall'operatore in funzione di specifiche esigenze.
- Controllare il corretto funzionamento degli impianti e segnalare eventuali guasti/anomalie
- Controllare uno o più analizzatori di rete per l'analisi dei carichi e dei consumi.
- Acquisire e rendere disponibili i dati di misura dei contatori.
- Gestire un display/monitor per verificare in locale lo stato di efficienza e funzionamento dei singoli componenti dell'impianto;
- Controllare e comandare il livello C-MAD
- Gestire una comunicazione USB e/o Ethernet per la configurazione-comunicazione in locale con un PC portatile.
- Gestire eventuali periferiche di input esterni (ad es. rilevatore condizioni ambientali in grado di rilevare fenomeni e precipitazioni nevose in corso, costituito essenzialmente dai seguenti elementi:
 - sensore di temperatura e umidità aria esterna
 - anemometro per velocità e direzione del vento
 - barometro
 - sonda temperatura rotaia
- Gestire la comunicazione di diverso supporto trasmissivo (modem GSM-R, LAN, FO, intranet) con piattaforme centralizzate di supervisione siano essi SPVI che server dedicati
- Ricevere ed eseguire comandi da piattaforme remote di supervisione
- Essere programmabile localmente e da remoto.
- Essere in grado di registrare gli eventi.
- Gestire interruttori crepuscolari e timer astronomici.

L'UdQ (Unità di quadro) deve essere costituita da:

- Unità CPU
- Pannello grafico operatore
- Dispositivo di comunicazione verso sistemi superiori

aventi le caratteristiche tecniche minime indicate nei paragrafi del capitolo 4.1.1 della specifica tecnica RFI DPRDIT STF IFS LF627 A

15.1.2 PULSANTE FULL POWER

Il modulo UdQ deve prevedere, in posizione ben visibile e facilmente azionabile, un pulsante "Full Power" che, attraverso l'Unità CPU, deve consentire di bypassare tutte le programmazioni ed impostazioni di funzionamento ed alimentare gli impianti in via diretta.

15.1.3 ANALIZZATORE DI RETE

Per proporre letture in locale ed in remoto dei parametri di rete nel punto di connessione del QdS, dovrà essere prevista l'installazione di un multimetro con le caratteristiche minime riportate nel capitolo 4.1.3 della specifica tecnica RFI DPRDIT STF IFS LF627 A

15.1.4 MODULO CONCENTRATORE ACQUISIZIONE DATI (C-MAD)

Compito del C-MAD è quello di:

- Gestire la comunicazione bidirezionale con i periferici MAD con protocollo ad onde convogliate sulla dorsale di alimentazione, mediante dispositivi UOC (Unità Onde Convogliate) consentendo una notevole semplificazione nei cablaggi.
- Comunicare in maniera bidirezionale, mediante protocolli ad evento, su seriale RS485 o su Ethernet/TP con il livello superiore UdQ trasferendo tutte le informazioni raccolte dal campo (MAD)
- Gestire una comunicazione USB e/o ethernet per operazioni in fase di configurazione e manutenzione

15.1.5 MODULO ONDE CONVOGLIATE E ALIMENTATORE

Compito delle UOC è quello di:

Comunicare in maniera bidirezionale, mediante protocollo ad onde convogliate, con le apparecchiature di campo MAD.

Il modulo UOC potrà essere integrato o esterno al C-MAD.

Per le funzionalità di alimentazione dei circuiti ausiliari devono essere installati all'interno del vano dedicato due alimentatori 230Vca/9-24Vcc.

15.2 APPARECCHIATURE DI CAMPO

A livello Apparecchiature di Campo (AdC), il sistema deve essere costituito da Moduli Acquisizione Dati (MAD) da installare presso ciascun ente che si vuole controllare. Tali MAD devono essere in grado di:

- Alimentarsi direttamente sulla linea di alimentazione degli enti/apparecchiature da comandare/controllare.
- Comunicare con tecnologia OC con il livello superiore C-MAD.
- Ricevere ed impartire comandi agli enti/apparecchiature.
- Essere impostabili e programmabili da remoto.
- Rilevare ed acquisire eventuali altri parametri necessari per il funzionamento degli enti e apparecchiature comandati/controllati.

- Monitorare lo stato di funzionamento degli enti e apparecchiature comandati/controllati e diagnosticare malfunzionamenti.
- Rilevante le principali grandezze elettriche e/o fisiche.
- Trasferire a livello quadro tutte le informazioni sullo stato degli enti e apparecchiature comandati/controllati.

15.2.1 MAD PER ILLUMINAZIONE TORRI FARO

Il sistema deve essere in grado di gestire sia a livello puntuale che a livello di campo tutte le lampade di potenza fino ad almeno 400 W abitualmente utilizzate negli impianti RFI ed in particolare:

- Lampade a vapori di sodio alta pressione
- Lampade a vapori di sodio bassa pressione
- Lampade a vapori di mercurio
- Lampade a ioduri metallici
- Lampade a fluorescenza
- Lampade a LED

I MAD-ILL sono dispositivi di controllo lampada da posizionare all' interno del corpo lampada, in asola palo, in pozzetto di derivazione o in apposita cassetta di contenimento (da utilizzare per torri faro) . Essi devono essere perfettamente compatibili con l'impianto esistente e qualsiasi loro avaria o malfunzionamento non deve alterare il funzionamento degli Enti/apparecchiature controllati. Tali dispositivi devono essere in grado di:

- Comandare l'accensione/spegnimento della lampada.
- Comandare la riduzione del flusso luminoso e quindi i livelli di potenza di funzionamento della lampada attraverso dispositivi di parzializzazione.
- Leggere le principali grandezze elettriche (corrente, tensione, sfasamento, potenza attiva e reattiva).
- Monitorare lo stato di efficienza della lampada.
- Diagnosticare la fine del ciclo di vita (lampada in esaurimento).
- Monitorare lo stato del circuito di alimentazione della lampada e diagnosticare malfunzionamenti (accenditore, condensatore di rifasamento, fusibile di protezione, alimentatore lampade LED).
- Disabilitare l'accenditore in caso di guasto lampada.
- Gestire una sonda di temperatura da applicare a qualsiasi punto della piastra led per ridurre la potenza del LED qualora venga superata una prefissata soglia di temperatura.
- Garantire l'allungamento della vita media delle lampade grazie al minore utilizzo delle (spegnimento e/o riduzioni di flusso).
- Comunicare con trasmissione ad O. C. al livello superiore C-MAD tutti i dati di cui sopra.
- Ricevere dal livello superiore C-MAD tutti i comandi ed impartirli agli enti/apparecchiature.

Il MAD-ILL deve comunicare in maniera bidirezionale comandi e stati con il C-MAD, concentratore di quadro, mediante comunicazione ad Onde Convogliate sulla stessa linea trifase/monofase 400/230 Vac di alimentazione.

15.2.2 MAD PER RED

Il sistema di telecomando e telecontrollo deve essere in grado di gestire tutti i deviatoidotati di attrezzature per il riscaldamento elettrico.

Il sistema deve consentire l'accensione e lo spegnimento automatico dell'impianto RED secondo parametri prefissati e quindi senza intervento dell'operatore. Pertanto dovrà essere in grado di gestire un dispositivo di analisi delle condizioni atmosferiche (centralina meteo dedicata) per l'elaborazione dei seguenti parametri:

- Temperatura esterna dell'aria
- Umidità aria esterna in grado di rilevare pioggia o neve
- Temperatura della rotaia riscaldata

Tale sistema automatico di accensione/spegnimento deve poter essere comandabile localmente e/o da remoto in caso di necessità mediante dispositivo by-pass.

Inoltre l'inserzione dei vari circuiti dei trasformatori di piazzale deve avvenire in maniera sequenziale per evitare picchi di carico sulle linee e sulle cabine MT/bt.

I Moduli di Acquisizione Dati per riscaldamento elettrico deviatoid sono dispositivi che devono essere installati all'interno dei trasformatori di piazzale dei RED.

Detti MAD-RED devono essere perfettamente compatibili con l'impianto esistente e qualsiasi loro avaria o malfunzionamento non deve alterare il funzionamento degli impianti controllati.

15.3 SISTEMA DI SUPERVISIONE

Il Sistema di Supervisione si differenzia in Locale e Remota.

Il livello di Supervisione Locale deve essere realizzato a livello di UdQ, tramite software realizzato a bordo del pannello grafico e/o dell'unità CPU e deve essere in grado di fornire ad un operatore locale, tutte le informazioni necessarie alla gestione dell'impianto.

Il livello di Supervisione Remota deve essere progettato in modo tale che, da una o più postazioni centralizzate, sia possibile l'accesso a tutti i QdS per consentire, attraverso essi, l'analisi, fino al singolo dettaglio, dei dati di diagnostica e degli eventi di ogni ente e apparecchiatura comandati/controllati.

In tutti i casi, la piattaforma di Supervisione (sia essa locale o remota) deve obbedire ai criteri realizzativi elencati al paragrafo 111.2. della specifica tecnica RFI DPRDIT STF IFS LF627 A

16 IMPIANTO LPS

La copertura del fabbricato MCPTC sarà dotato di impianto LPS composto dagli organi di captazione e dalle calate all' impianto di terra.

16.1 DATI INIZIALI

16.2 DENSITA' ANNUA DI FULMINI A TERRA

Come rilevabile dalla norma CEI 81-3, la densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nel comune di TORINO in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_t = 2,5 \text{ fulmini/km}^2 \text{ anno}$$

16.2.1 DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 483 B (m): 132 H (m): 15 Hmax (m): 17

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Per valutare la convenienza economica ad adottare le misure di protezione, è necessario calcolare il rischio R4.

L'edificio ha copertura metallica e struttura portante metallica o in cemento armato con ferri d'armatura continui.

16.2.2 DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Elettrica
- Linea di segnale: TLC

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle linee elettriche.

16.2.3 DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP

(impulso elettromagnetico);

- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;

- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti; sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle Zone.

16.3 CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

16.4 VALUTAZIONE DEI RISCHI

16.4.1 CALCOLO DEL RISCHIO R1

- I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.
- Z1: Struttura
- RA: 1,25E-08
- RB: 2,50E-07
- RU(Elettrico): 3,20E-12
- RV(Elettrico): 6,39E-11
- RU(TLC): 1,00E-09
- RV(TLC): 2,00E-08
- Totale: 2,84E-07
- Valore totale del rischio R1 per la struttura: 2,84E-07

16.4.2 ANALISI DEL RISCHIO R1

Il rischio complessivo $R1 = 2,84E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$

16.5 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 2,84E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Si è comunque ritenuto opportuno adottare le misure di protezione seguenti:

- dotare l'edificio di un LPS di classe IV ($P_b = 0,2$)

- nella zona Z1 - Struttura:

- Schermatura: maglia - lato: $w = 5$ m

Impianto interno: Elettrico

- Sistema di SPD - livello: III

Impianto interno: TLC

- Sistema di SPD - livello: III

- Sulla Linea L2 - TLC:

- SPD arrivo linea - livello: II

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.

I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: Struttura

$PA = 2,00E-01$

$PB = 0,2$

PC (Elettrico) = $5,00E-02$

PC (TLC) = $5,00E-02$

$PC = 9,75E-02$

PM (Elettrico) = $3,20E-04$

PM (TLC) = $3,20E-04$

$PM = 6,40E-04$

PU (Elettrico) = $1,60E-02$

PV (Elettrico) = $1,60E-02$

PW (Elettrico) = $4,00E-02$

PZ (Elettrico) = $0,00E+00$

PU (TLC) = $2,00E-02$

PV (TLC) = $2,00E-02$

PW (TLC) = $5,00E-02$

PZ (TLC) = $2,50E-02$

$rt = 0,00001$

$rp = 0,5$

$rf = 0,001$

$h = 2$

Rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

$RA = 2,50E-09$

$RB = 4,99E-08$

RU (Elettrico): $3,20E-12$

RV (Elettrico): $6,39E-11$

Impianti LFM
Relazione tecnica di progetto definitivo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT00	00	D 18 RO	LF 00 00 001	A	64 di 67

RU(TLC): 2,00E-11

RV(TLC): 4,00E-10

Totale: 5,29E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,29E-08

16.6 ANALISI DELLA CONVENIENZA ECONOMICA

L'analisi della convenienza economica della protezione è stata condotta come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 calcolando il risparmio annuo, in termini di perdite economiche, che ogni soluzione permette di ottenere, al fine di individuare la più conveniente.

I valori economici relativi alla struttura sono indicati nell'Appendice *Caratteristiche delle zone*.

Il costo delle misure di protezione è di seguito indicato.

Costo delle misure di protezione globali (LPS + SPD arrivo linea): € 100.000,00

Z1 - Struttura

Schermatura a maglia $w = 5$ m - costo: € 10.000,00

- Impianto interno: Elettrico

Sistema di SPD - livello: III - costo: € 10.000,00

- Impianto interno: TLC

Sistema di SPD - livello: III - costo: € 10.000,00

I valori assunti per il tasso di interesse, ammortamento e manutenzione delle misure di protezione è di seguito indicato:

- Interesse: 3 %

- Ammortamento: 40 anni

- Manutenzione: 1 %

Il valore delle componenti del rischio R4 per la struttura non protetta è di seguito indicato:

Z1: Struttura

RB: 7,81E-05

RC: 7,81E-04

RM: 1,80E-04

RV(Elettrico): 2,00E-08

RW(Elettrico): 1,00E-05

RZ(Elettrico): 0,00E+00

RV(TLC): 6,25E-06

RW(TLC): 6,25E-05

RZ(TLC): 3,13E-03

Il valore delle perdite residue CRL è stato calcolato in conformità all'appendice D della norma CEI EN 62305-2 sulla base dei nuovi valori che le componenti del rischio R4 assumono una volta adottate le misure di protezione previste nelle soluzioni individuate.

Il valore delle perdite CL per la struttura non protetta e quello delle perdite residue CRL per la struttura protetta secondo le varie soluzioni individuate è di seguito indicato.

Zona Z1 - Struttura

Perdite senza protezioni: € 84.957,40

Perdite con protezioni: € 5.096,70

Costo delle misure di protezione: € 1.950,00
 Risparmio: € 77.910,70
 Costo LPS e SPD ad arrivo linea: € 6.500,00
 Totale perdite senza protezioni: € 84.957,40
 Totale perdite con protezioni: € 5.096,70
 Totale costo delle misure di protezione: € 8.450,00
 Totale risparmio: € 71.410,70

16.7 CONCLUSIONI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue:

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA STRUTTURA E' PROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI.

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

16.8 APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 483 B (m): 132 H (m): 15 Hmax (m): 17

Coefficiente di posizione: isolata (CD = 1)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/km² anno) Nt = 2,5

16.9 APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Elettrica

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 1000

Resistività (ohm x m) $\square\square = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: $1 < R \leq 5$ ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

Caratteristiche della linea: TLC

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) L = 1000

Resistività (ohm x m) $\square\square = 400$

Coefficiente ambientale (CE): suburbano



**NODO DI TORINO
TORINO SMISTAMENTO
NUOVO IMPIANTO DI MANUTENZIONE CORRENTE (IMC)
PROGETTO DEFINITIVO**

Impianti LFM
Relazione tecnica di progetto definitivo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NT00	00	D 18 RO	LF 00.00.001	A	66 di 67

16.10 APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: asfalto ($rt = 0,00001$)

Rischio di incendio: ridotto ($rf = 0,001$)

Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ($h = 2$)

Protezioni antincendio: manuali ($rp = 0,5$)

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Elettrico

Alimentato dalla linea Elettrica

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($Ks3 = 0,2$)

Tensione di tenuta: $1,5 \text{ kV}$

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Impianto interno: TLC

Alimentato dalla linea TLC

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($Ks3 = 0,2$)

Tensione di tenuta: $1,5 \text{ kV}$

Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 3500

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 4,00E-08$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 7,99E-07$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 5000000

Valore del contenuto (€): 10000000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 5000000

Valore totale della struttura (€): 20000000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 2,50E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Re

16.11 APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 1,25E-01 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura $AM = 8,15E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 3,13E-01$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura $NM = 2,04E+00$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

Elettrica

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

TLC

AL = 0,040000 km²

AI = 4,000000 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

Elettrica

NL = 0,005000

NI = 0,500000

TLC

NL = 0,025000

NI = 2,500000

16.12 APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Elettrico) = 1,00E+00

PC (TLC) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Elettrico) = 1,78E-02

PM (TLC) = 1,78E-02

PM = 3,52E-02

PU (Elettrico) = 1,60E-02

PV (Elettrico) = 1,60E-02

PW (Elettrico) = 8,00E-01

PZ (Elettrico) = 0,00E+00

PU (TLC) = 1,00E+00

PV (TLC) = 1,00E+00

PW (TLC) = 1,00E+00

PZ (TLC) = 5,00E-01