

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



LINEA FERROVIARIA CATANIA C.LE - GELA

TRATTA FERROVIARIA CALTAGIRONE - GELA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

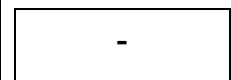
**INGEGNERIA DELLE TECNOLOGIE
S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA**

**RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE - GELA
LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA**

IMPIANTI LFM

RELAZIONE TECNICA

SCALA:



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

RS6K 00 R 18 RO LF0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Sferro 	Agosto 2022	L. Surace 	Agosto 2022	P. Mosca 	Agosto 2022	Guidi Buffarini Agosto 2022

ITAFERR S.p.A.
O. Tecnologie Centro
Ing. Guido Buffarini
Ufficio Ingegneria Provincia di Roma
n. 17812

File: RS6K00R18ROLF0100001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO.....	4
2	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	7
3	CRITERI BASE DI PROGETTO	13
4	IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE PER I POSTI DI MOVIMENTO	14
4.1	PREMESSA	14
4.2	ANALISI DEI CARICHI ELETTRICI	14
4.2.1	<i>PM Piano Carbone</i>	15
4.2.2	<i>PM Priolo Soprano</i>	16
4.3	SIAP (SISTEMA INTEGRATO DI ALIMENTAZIONE E PROTEZIONE).....	17
4.4	QUADRI ELETTRICI IN BT ED ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE.....	20
4.4.1	<i>Generalità</i>	20
4.4.2	<i>Quadro vano contatori</i>	21
4.4.3	<i>Quadri di distribuzione</i>	21
4.5	IMPIANTI LFM NEI FABBRICATI TECNOLOGICI	23
4.5.1	<i>Impianti di illuminazione nei fabbricati tecnologici</i>	24
4.5.2	<i>Impianti FM nei fabbricati tecnologici</i>	25
4.6	ILLUMINAZIONE PUNTE SCAMBI	25
4.7	IMPIANTO DI RISCALDAMENTO ELETTRICO DEVIATOI	26
4.8	ALIMENTAZIONE DELLE APPARECCHIATURE MECCANICHE VARIE	26
5	IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE GALLERIA DELL'ARCE.....	28
5.1	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE A 1000V	28
5.1.1	<i>Sistema di protezione, selettività e riconfigurazione della dorsale a 1 kV</i>	30
5.2	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA IN GALLERIA.....	30
5.3	CAVI E CANALIZZAZIONI IN GALLERIA.....	32
5.4	SISTEMA DI GESTIONE E DIAGNOSTICA DEGLI IMPIANTI LFM IN GALLERIA	33
5.5	IMPIANTI LFM NELLE AREE ESTERNE ALLA GALLERIA	34

5.5.1	<i>Impianti LFM nei fabbricati tecnologici</i>	34
5.5.2	<i>Impianti di illuminazione nei piazzali di emergenza</i>	35
6	IMPIANTI LFM PER GALLERIE TRA 500 E 100 M	36
6.1	SISTEMA DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA DELLE VIE DI ESODO	36
6.1.1	<i>Quadro di Piazzale</i>	38
6.1.2	<i>Dorsale di alimentazione</i>	41
6.1.3	<i>Cassette di derivazione</i>	41
6.1.4	<i>Lampade di emergenza e di riferimento</i>	41
6.1.5	<i>Pulsanti di emergenza</i>	42
6.1.6	<i>Gestione e telecontrollo</i>	43
7	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE E COORDINAMENTO CON I CAVI	45
7.1	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE	46
7.1.1	<i>Protezioni dai sovraccarichi</i>	46
7.1.2	<i>Protezione dai cortocircuiti</i>	46
7.2	PROTEZIONE DELLE PERSONE	47
7.2.1	<i>Protezione dai contatti diretti</i>	47
7.2.2	<i>Protezione dai contatti indiretti</i>	48
8	IMPIANTI DI TERRA	50

1 PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

La linea da Caltagirone si sviluppa per poco più di 45 km, presenta un andamento quasi sempre in discesa da Caltagirone verso Gela, ed è caratterizzata da una successione di gallerie e di opere sotto binario (tombini, ponti, viadotti), intervallate da tratti in rilevato e trincea.

Subito a valle della radice Sud del fascio binari della Stazione di Caltagirone (502 m.s.l.m.) la linea incontra la galleria San Giacomo, al cui portale originario è affiancata la predisposizione per la linea verso Canicattì, prevista, ma mai realizzata. A questa prima galleria segue la seconda opera in sotterraneo, la galleria Madonna della Via che sottoattraversa anch'essa l'abitato calatino, a cui segue la galleria Croce del Vicario. Dopo il primo viadotto si incontra la breve galleria Rangasile che è separata dalle due successive opere, le gallerie Romana I e II da un altro viadotto. Successivamente si incontra la prima galleria di lunghezza maggiore di 500 metri, la galleria Passo Cristofaro (850 m circa), dopodiché un ponte a 5 luci immette nella breve galleria di Piano Carbone, a cui segue l'omonima Stazione (382 m.s.l.m.), che è posta in piano a 8,6 chilometri dalla stazione di Caltagirone e rompe il susseguirsi di livellette dell'ordine del 17‰.

In prossimità della punta scambi della stazione di Piano Carbone è posto il portale Nord dell'opera in sotterraneo più lunga di tutta la linea, la galleria San Nicola Noce, lunga 1.763 metri circa. Segue a distanza ravvicinata la galleria San Nicola (435 metri circa) e, proseguendo si incontra un viadotto a 13 luci, seguito da due gallerie separate da un ponte, la Pilieri 2[^] di 230 metri circa e la Pilieri 1[^] di 798 metri circa, terza opera in sotterraneo con lunghezza maggiore di 500 metri. Dopo un viadotto a 16 luci si arriva alla stazione di Vituso (302 m.s.l.m.) posta a 5.920 metri dalla precedente.

Da qui la linea ha una breve tratta con cambio di pendenza, con ascesa verso Gela intorno al 10‰, che comprende le due gallerie Stizza 2[^] e 1[^], rispettivamente di 116 e 780 metri circa; quest'ultima è la quarta opera in sotterraneo che supera i 500 metri di lunghezza. Subito dopo la linea riprende la pendenza verso Gela con livellette più blande e poco prima della Stazione di Niscemi (302 m.s.l.m.), posta a 6.380 metri circa dal precedente impianto, incontriamo le gallerie di Buscemi e di Samperi 1[^]/Niscemi, rispettivamente della lunghezza di 238 e 186 metri circa, per arrivare alla stazione di Niscemi.

Sulla base dell'incarico di progettazione, i contenuti del presente progetto riguardano i seguenti interventi:

- Adeguamento strutturale delle gallerie;

- Verifica strutturale, eventuale ripristino e consolidamento delle opere d'arte minori sotto binario (compresi i tombini);
- ARMAMENTO:
 - Piano del ferro del binario di corsa unico;
 - Adeguamento a PRG delle stazioni di Piano Carbone, Niscemi e Priolo Sottano;
- TECNOLOGIE (sono esclusi gli impianti SCMT/SSC e CTC):
 - Impianti IS;
 - Impianti GSMR;
 - Impianti TLC;
 - Impianti LFM.
- Adeguamento a STI SRT 2019 delle gallerie comprese viabilità e aree di sicurezza imbocchi.
- Impianti LFM per la sicurezza in galleria.

Fanno parte del PFTE anche i seguenti studi:

- Rilievi, indagini, misure ed eventuali studi volti a verificare la possibilità di effettuare le Verifiche di sicurezza ai sensi delle NTC 2018, e conseguentemente, la definizione degli interventi progettuali di consolidamento dei rilevati.

Il progetto si pone, quindi, l'obiettivo di studiare la fattibilità tecnico economica degli interventi sopra elencati, che prevede, secondo quanto previsto dal piano di committenza, la suddivisione della tratta Caltagirone-Gela in due lotti funzionali:

- Lotto 1: Caltagirone – Niscemi. Tratto a semplice binario da Caltagirone a Niscemi, con binario di corsa tronco (1° binario) e 2° binario tronco, e con esclusione del PM di Piano Carbone, quest'ultimo incluso nel Lotto 2.
- Lotto 2: Niscemi – Gela. Tratto a semplice binario da Niscemi a Gela, compreso il PM di Piano Carbone.

Il presente PFTE si riferisce al 2° lotto funzionale Niscemi-Gela.

Scopo del presente documento è quello di descrivere i criteri tecnici di base da seguire per la progettazione degli impianti LFM da realizzare in relazione alle opere previste nella tratta in oggetto, in particolare all'adeguamento degli impianti a servizio delle gallerie di lunghezza superiore a 500 metri e alla realizzazione dei posti di movimento PM Piano Carbone e PM Priolo Sottano.

Gli interventi a carico della specialistica LFM riguardano essenzialmente la realizzazione delle seguenti opere:

- Nuovi allacci in Bassa Tensione;
- Quadri di Bassa Tensione e sistema di distribuzione elettrica;
- Impianti di messa a terra;
- Impianti di illuminazione e forza motrice a servizio dei fabbricati tecnologici;
- Impianti di illuminazione dei piazzali ferroviari;
- Impianti per la sicurezza in galleria e attrezzaggio dei piazzali per la gestione dell'emergenza in galleria;
- Impianti di illuminazione delle punte scambi;
- Impianti di riscaldamento elettrico dei deviatori;
- Impianti di alimentazione delle utenze tecnologiche (IS, TLC, IM, eccetera);

2 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato cogenti;
- Normative CEI, UNI;
- Prescrizioni dell'Ente distributore.

Nel caso di cui trattasi, si è fatto particolare riferimento alle seguenti Leggi, Circolari e Norme:

Leggi, Decreti e Circolari:

- Legge n.186/68 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- D.M. 22 gennaio 2008 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- D.Lgs.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;
- D.Lgs.3 agosto 2009, n. 106, - Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Decreto 28 ottobre 2005 - Sicurezza nelle gallerie ferroviarie;
- 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;
- Direttiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 dicembre 2004: "Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE";
- Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 - Fornitura di cavi tipo CPR (Construction Products Regulation).
- STI PRN 2014 - Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativa ad una specifica tecnica di interoperabilità concernente le «persone a mobilità ridotta» nel sistema ferroviario trans-europeo convenzionale e ad alta velocità.

- Regolamento di Esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16/05/2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n.1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabili nella decisione delegata (UE) 2017/1471 della Commissione
- D.lgs 16 giugno 2017, n. 106 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

Norme CEI

- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 0-21 - Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale 1000Vca e a 1500Vcc;
- CEI EN 50122-1 (CEI 9-6) - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico;
- CEI EN 50122-2 (CEI 9-6/2) - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua;
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo;
- CEI 11-20 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60909 (CEI 11-25) - Calcolo di correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI EN 60865-1 (CEI 11-26) - Correnti di corto circuito - Calcolo degli effetti; parte 1a: Definizioni e metodi di calcolo;
- CEI EN 50575: requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione, metodi di prova e valutazione dei cavi elettrici e in fibra ottica;
- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV;
- CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale fino a 450/750V;

- CEI 20-38 - Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 kV;
- CEI 20-45 - Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U0/U di 0,6/1 kV;
- CEI 20-45:V2 - Cavi per energia isolati in gomma elastomerica ad alto modulo di qualità G18, sotto guaina termoplastica o elastomerica, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Cavi con caratteristiche aggiuntive di resistenza al fuoco. Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV;
- CEI 20-91 - Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici;
- CEI 20-35 - Prove sui cavi elettrici e ottici in condizioni di incendio;
- CEI 20-36 - Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio;
- CEI EN 60947-1 (CEI 26-13) - Apparecchiature a bassa tensione - Regole generali;
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) - Apparecchiature a bassa tensione - Interruttori automatici;
- CEI EN 60947-3 (CEI 17-11) - Apparecchiatura a bassa tensione - Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili;
- CEI EN 60947-5 - Apparecchiature a bassa tensione - Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra;
- CEI EN 61439-1 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Regole generali;
- CEI EN 61439-2 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Quadri di Potenza;
- CEI EN 61386-1 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali;
- CEI EN 61386-21 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI EN 61386-22 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- CEI EN 61386-23 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;

- CEI EN 61386-24 - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- CEI EN 62208-1 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali;
- CEI EN 50171 - Sistemi di alimentazione centralizzata;
- CEI EN 62040-1 - Sistemi statici di continuità (UPS) - Prescrizioni generali e di sicurezza;
- CEI EN 62040-2 - Sistemi statici di continuità (UPS) - Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC);
- CEI EN 62040-3 - Sistemi statici di continuità (UPS) - Metodi di specifica delle prestazioni e prescrizioni di prova;
- CEI EN 60598-2-1 - Apparecchi di illuminazione - Prescrizioni Particolari - Apparecchi fissi per uso generale;
- CEI EN 60598-2-3 - Apparecchi di illuminazione - Prescrizioni Particolari - Apparecchi per illuminazione stradale;
- CEI EN 60598-2-22 - Apparecchi di illuminazione - Prescrizioni Particolari - Apparecchi di emergenza.

Norme UNI

- UNI EN 1838 - Applicazioni dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza;
- UNI EN 12464-1 - Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Posti di lavoro in interni;
- UNI EN 12464-2 - Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Posti di lavoro in esterno;
- UNI EN 11165 - Illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione la revisione e il collaudo;
- UNI 11248 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI 10819: Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- UNI EN 40 - Pali per illuminazione pubblica;
- UNI EN 124 - Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.

Specifiche tecniche RFI

- RFI DTC ST E SP IFS ES 728 B - Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione;
- RFI DPRDIT STF IFS LF627 A - Sistemi di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze;
- RFI DTCDNSSSTB SF IS 06 365 A - Specifica tecnica di fornitura: trasformatori d'isolamento monofasi e trifasi a raffreddamento naturale in aria destinati agli impianti di sicurezza e segnalamento;
- RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A - Istruzione tecnica per la fornitura e l'impiego dei cavi negli impianti ferroviari del settore energia;
- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 163 A - Apparecchio illuminante a LED per marciapiedi, pensiline e sottopassi;
- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 165 A - Apparecchio illuminante a LED per installazione incasso/plafone.
- RFI DPR STC IFS LF 610 C - Specifica tecnica di costruzione impianto illuminazione di emergenza gallerie ferroviarie di lunghezza oltre 1000 m;
- RFI DPRIM STC IFS LF611 B - Miglioramento della sicurezza in galleria, impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie lunghe tra 500 e 1000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF612 B - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Tratta per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF613 B - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Piazzale per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPR STC IFS LF 614 B - Specifica tecnica di fornitura di Cassette di derivazione e Pulsanti;
- RFI DPRIM STF IFS LF616 A - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Front-End e SCADA LFM;
- RFI DPRIM STC IFS LF 618 B - Specifica tecnica di fornitura trasformatore di alimentazione;
- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A - "Specifica Tecnica di fornitura apparecchio illuminante a led in galleria;
- RFI DPRDIT STC IFS LF628 A – Impianto di riscaldamento elettrico deviatoi con cavi scaldanti autoregolanti 24 V ca;

- RFI DTC ST E SP IFS LF 629 A – Armadio di piazzale per alimentazione resistenze autoregolanti, per impianti di riscaldamento elettrico deviatoi;
- RFI DPRDIT STF IFS LF 630 A – Cavo autoregolante per riscaldamento elettrico deviatoi e dispositivo di fissaggio;
- TE 680 – Specifica tecnica di fornitura per la fornitura di Paline in Vetroresina;
- RFI DPRIM STF ENE TE 673 A: Resina bicomponente per ancoraggio chimico.

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

3 CRITERI BASE DI PROGETTO

Considerata la specifica funzione di pubblica utilità degli impianti elettrici del progetto in questione, gli stessi verranno progettati con le seguenti principali caratteristiche:

- elevato livello di affidabilità: sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni ottenuto tramite l'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca;
- manutenibilità: dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza, continuando ad alimentare le diverse utenze. I tempi di individuazione dei guasti o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle parti di scorta, debbono essere ridotti al minimo. A tale scopo saranno adottati i seguenti provvedimenti: collocazione, per quanto possibile, delle apparecchiature in locali protetti (tipicamente i manufatti BT); facile accesso per ispezione e manutenzione alle varie apparecchiature, garantendo adeguate distanze di rispetto tra di esse e tra queste ed altri elementi;
- flessibilità degli impianti: intesa nel senso di:
 - consentire l'ampliamento dei quadri elettrici prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza;
 - predisporre gli impianti previsti nel presente intervento per una loro gestione tramite un sistema di controllo e comando remoto.
- selettività di impianto: l'architettura delle reti adottata dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio, in caso di guasto, venga ridotta al minimo. Nel caso specifico, il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione, per quanto possibile, tra loro coordinati (selettività), sia tramite un adeguato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche;
- sicurezza degli impianti: sia contro i pericoli derivanti a persone o cose dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica.

4 IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE PER I POSTI DI MOVIMENTO

4.1 Premessa

Nell'ambito dell'intervento in oggetto è prevista la realizzazione di due Posti di Movimento:

- PM Piano Carbone al km 323+521;
- PM Priolo Sottano al km 349+216.

Come già introdotto, gli impianti elettrici a servizio di tali impianti riguarderanno principalmente i seguenti aspetti:

- fornitura elettrica in Bassa Tensione;
- Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione (SIAP) a servizio degli impianti nei nuovi Fabbricati tecnologici;
- quadri elettrici BT e architettura del sistema elettrico;
- rete di distribuzione elettrica in BT e distribuzione di forza motrice all'interno dei fabbricati;
- impianti di illuminazione di fabbricati, piazzali e delle punte scambi;
- impianto di terra;
- impianti di riscaldamento elettrico dei deviatori (RED).

Nel seguito saranno descritti criteri seguiti per la progettazione degli impianti sopra specificati, a cominciare dalla analisi dei carichi elettrici da alimentare.

4.2 Analisi dei carichi elettrici

Nel presente paragrafo sono indicate le ipotesi di dimensionamento delle forniture di energia elettrica per l'alimentazione degli impianti di cui al paragrafo precedente. Per i dettagli relativi agli schemi di alimentazione previsti è possibile fare riferimento all'elaborato RS6K00R18DXLF0000001.

4.2.1 PM Piano Carbone

Nella tabella sotto riportata sono indicate le potenze ricadenti nell'impianto del PM di Piano Carbone:

DESCRIZIONE UTENZA	N° APPARECCHIATURE	POTENZA UNITARIA [kW]	POTENZA PARZIALE [kW]	Kc (coefficiente di contemporaneità)	POTENZA TOTALE [kW]
Alimentazione QRED	4	8	32		
Alimentazione SIAP	1	80	80		
Alimentazione QGUT-N	1	10	10		
TOTALE			≈ 122	0.8	98

Tabella 1 – Analisi dei carichi PM Piano Carbone

L'alimentazione di tali impianti sarà derivata dal quadro Generale di Bassa tensione della cabina MT/bt di Piano Carbone, la cui realizzazione ricade all'interno del lotto 1 del progetto.

In relazione alla taglia del SIAP, di seguito sono illustrate le ipotesi di dimensionamento di Centraline e Gruppo elettrogeno.

TIPO UTENZA	DESCRIZIONE UTENZA	POTENZA PARZIALE [kW]	Kc (coefficiente di contemporaneità)	POTENZA TOTALE [kW]
NO-BREAK	Alimentazioni IS	5		
	Alimentazione QTLC	10		
	Alimentazione quadri elevatori (per futuro ERTMS)	12		
	Alimentazione QGUT-NB	10		
	Margine del 25%	9,25		
	Totale	≈ 46,25		
	TAGLIA CENTRALINE			100
PREFERENZIALE	Alimentazione Centraline (compresa ricarica batterie)	44,4		
	Alimentazioni IS	10		
	Alimentazione locale GE	3		
	Alimentazione QGUT-P	30		
	Margine 10 %	8,8		
	Totale	≈ 96,14		
	TAGLIA GE			100 kVA (80 kW)

Tabella 2 – Dimensionamento SIAP PM Piano Carbone

4.2.2 PM Priolo Soprano

Nella tabella sotto riportata sono indicate le potenze ricadenti nell'impianto del PM di Piano Carbone:

DESCRIZIONE UTENZA	N° APPARECCHIATURE	POTENZA UNITARIA [kW]	POTENZA PARZIALE [kW]	Kc (coefficiente di contemporaneità)	POTENZA TOTALE [kW]
Alimentazione QRED	4	8	32		
Alimentazione SIAP	1	80	80		
Alimentazione QGUT-N	1	10	10		
TOTALE			≈ 122	0.8	98

Tabella 3 – Analisi dei carichi PM Priolo Soprano

L'alimentazione di tali impianti sarà derivata dal quadro Generale di Bassa tensione della cabina MT/bt di Piano Carbone, la cui relazione ricade all'interno del lotto 1 del progetto.

In relazione alla taglia del SIAP, di seguito sono illustrate le ipotesi di dimensionamento di Centraline e Gruppo elettrogeno.

TIPO UTENZA	DESCRIZIONE UTENZA	POTENZA PARZIALE [kW]	Kc (coefficiente di contemporaneità)	POTENZA TOTALE [kW]
NO-BREAK	Alimentazioni IS	5		
	Alimentazione QTLC	10		
	Alimentazione quadri elevatori (per futuro ERTMS)	12		
	Alimentazione QGUT-NB	10		
	Margine del 25%	9,25		
	Totale	≈ 46,25		
	TAGLIA CENTRALINE			100
PREFERENZIALE	Alimentazione Centraline (compresa ricarica batterie)	44,4		
	Alimentazioni IS	10		
	Alimentazione locale GE	3		
	Alimentazione QGUT-P	30		
	Margine 10 %	8,8		
	Totale	≈ 96,14		
	TAGLIA GE			100 kVA (80 kW)

Tabella 4 – Dimensionamento SIAP PM Priolo Soprano

Le configurazioni e le taglie del SIAP sono riportate nella Specifica Tecnica RFI DTC DNSSTB SF IS 06 732 D (IS 732 Rev D) e sarà descritto al cap.4.3.

4.3 SIAP (sistema integrato di alimentazione e protezione)

Per garantire la continuità di alimentazione alle apparecchiature dedicate al segnalamento e telecomunicazioni, nonché agli impianti di condizionamento a servizio dei locali tecnologici e agli impianti di illuminazione, verrà previsto all'interno dei Fabbricati tecnologici, un Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione (SIAP) rispondente alla Norme Tecniche IS 732 Rev D, di taglia adeguata ai carichi da alimentare.

Si dovrà pertanto provvedere alla fornitura e posa in opera di:

- una sezione ENEL/GE composta da:
 - N. 1 gruppo elettrogeno con serbatoio d'accumulo integrato;
 - N. 1 quadro di commutazione rete/G.E;
- una sezione di continuità composta da:
 - N. 1 quadro gestore;
 - N. 2 centraline di continuità;
 - N. 1 stabilizzatore di tensione (sezione c.a.);
 - N. 1 batteria di accumulatori al piombo della capacità idonea ad assicurare una autonomia di 30 minuti a piano carico;
 - N. 1 quadro di rifasamento automatico;
 - N. 1 centralina di rilevamento perdita gasolio.

Il Quadro Gestore del SIAP deve essere dotato di porte seriali RS232 e RS485 compatibili con protocollo standard per il comando e controllo dei vari organi di sezionamento e protezione. Nella specifica IS 732 D sono elencate dettagliatamente tutti comandi – controlli – misure che il quadro mette a disposizione e che devono essere gestite dal sistema di diagnostica.

Le attività di posa in opera del SIAP comprendono:

- il trasporto, lo scarico ed il posizionamento all'interno dei locali;
- le interconnessioni tra le apparecchiature compresa la fornitura e posa in opera dei cavi del tipo FG16OM16 della sezione e formazione adeguata, compresi i connettori;
- la posa in opera del gruppo elettrogeno, completo di tutti gli accessori e sicurezze elettriche e meccaniche;
- le prove di esercizio, collaudo e la messa in servizio.

Se l'impianto di Sicurezza e Segnalamento ferroviario lo richiede, sarà prevista una sezione in corrente continua con ingresso 3x400 V ed uscita a 48 V, di potenza adeguata, avente le caratteristiche descritte al punto 2.02.7 della specifica tecnica IS 732 Rev. D.

4.3.1.1 Prescrizioni particolari per il Gruppo Elettrogeno

Per l'installazione del Gruppo Elettrogeno dovranno essere ottemperate le disposizioni contenute nel DM 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".

4.3.1.2 Prescrizioni particolari per il Locale Batteria

Durante il funzionamento la batteria, soprattutto durante la fase di carica rapida e di sovraccarico, emette una miscela di gas costituita da idrogeno e ossigeno che può costituire una miscela esplosiva nell'atmosfera circostante se la concentrazione di idrogeno nell'aria supera il 4%vol (Norma CEI EN 62485-2). Pertanto, è necessario che nel locale batterie sia presente una ventilazione preferibilmente naturale (ma anche forzata) che mantiene la concentrazione di idrogeno al di sotto del limite di cui sopra.

Come riportato nella Norma, la portata minima d'aria da assicurare per la ventilazione del locale batterie è data dalla formula:

$$Q = 0,05 \times n \times I_{gas} \times Crt / 1.000 \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Dove:

- Q = flusso d'aria di ventilazione in m³/h;
- n = numero di elementi della batteria;
- I_{gas} = corrente che produce gas espressa in mA per Ah. La norma indica il valore di 8 nel caso di batterie stazionarie tipo VRLA, nel caso di carica rapida;
- Crt = Capacità della batteria espressa in Ah.

I valori di "n" – numero di elementi della batteria e della capacità delle batterie in funzione della potenza dell'impianto è riportata nella Specifica Tecnica IS-732 Rev. D e riportati nella tabella seguente.

POTENZE NOMINALI DEI MODULI BASE				DATI DI PROGETTO			
SISTEMA INTEGRATO (Uscita trifase 400 V + N)	RAMI CORRENTE ALTERNATA	SEZIONE RIFASAMENTO	GRUPPO ELETTROGENO	CAPACITA' BATTERIA	Elementi batteria	Corrente massima raddrizzatore	Rendimento singolo ramo raddr./inv.
(kVA)	(kVA)	(kVAR)	(kVA)	(Ah)	N.	(A)	(η)
10	10	15	15	50	120	55	≥ 80
15	15	22	25	75	120	80	≥ 80
20	20	30	30	100	120	110	≥ 80
30	30	44	50	150	120	160	≥ 80
40	40	57	60	200	120	200	≥ 80
50	50	69	75	250	120	250	≥ 85
60	60	84	100	300	120	290	≥ 85
75	75	106	120	400	120	380	≥ 85
100	100	137	150	500	120	500	≥ 85
140	140	193	200	580	156	540	≥ 85
180	180	252	270	800	156	700	≥ 85
225	225	308	340	1000	156	850	≥ 88
300	300	395	450	1160	156	1100	≥ 88
360	360	492	550	1600	156	1360	≥ 88

4.3.1.3 Quadro utenze preferenziali (QUP)

Tale quadro, alimentato direttamente dal quadro di commutazione Rete/GE, provvederà a distribuire l'alimentazione di tipo preferenziale sotto SIAP.

4.3.1.4 Quadri utenze essenziali (QUE-1 e QUE-2)

Tali quadri, alimentati sotto sezione di continuità assoluta, provvedono a distribuire l'alimentazione di tipo no Break dal SIAP.

La separazione galvanica tra la barra no-break e le utenze derivate è ottenuta mediante trasformatori di isolamento rispondenti alle specifiche IS 365 dotati di circuito di limitazione delle correnti di spunto.

I trasformatori saranno installati entro armadi metallici standard idonei al montaggio fino a 3 trasformatori di potenza massima 30 kVA.

4.3.1.5 QSP ACC

Questo quadro elettrico sarà del tipo ad armadio metallico con appoggio a terra e con fissaggio a parete.

Il quadro è costituito dalle seguenti sezioni:

- sezione energia **preferenziale** contenente tra l'altro il trasformatore trifase 400/260-150 V per l'alimentazione delle resistenze anticondensa delle Unità Bloccabili, dispositivo contatto funghi, casse di manovra da deviatore, sistemi oleodinamici;
- n. 2 sezioni energia **no-break**. Tale quadro dovrà essere progettato e fornito dal soggetto aggiudicatario dell'appalto sulla base delle caratteristiche tecnologiche del proprio apparato.

Le sezioni no-break potranno essere alimentati in due modi:

- Nel caso di apparato funzionante a 48 Vcc, sarà alimentata da una sezione in corrente continua alimentata a sua volta dalle tre linee derivate da UPS1, UPS2 e sezione C.A.;
- Nel caso di apparato funzionante alla tensione 3x400 V+N sarà alimentato dalla linea derivata dai trasformatori di isolamento.

Il sistema integrato di alimentazione e protezione dovrà essere dimensionato per l'alimentazione dei futuri enti lungo linea del futuro progetto ERTMS.

4.4 Quadri elettrici in BT ed architettura del sistema di distribuzione

4.4.1 Generalità

Il sistema di distribuzione dovrà generalmente fornire energia elettrica ai seguenti sottosistemi:

- Utenze relative al segnalamento ferroviario: SIAP (Sistema Integrato Alimentazione e Protezione);
- Utenze relative ai sistemi TLC;
- Impianti LFM fabbricati;
- Impianti LFM piazzali esterni;
- Impianti illuminazione P.S.;
- Impianti di riscaldamento elettrico deviatori;
- Impianti meccanici (condizionamento, ventilazione, ascensori, pompaggio, etc...).

Per l'alimentazione delle utenze i quadri saranno formati generalmente da n°2 o 3 sezioni separate e segregate tra loro, ed in particolare:

- Sezione Normale: alimentata direttamente da Rete deputata all'alimentazione della centralina SIAP, dei circuiti relativi alla distribuzione di Forza Motrice e dei circuiti di illuminazione "normale";

- Sezione Preferenziale: alimentata da Gruppo Elettrogeno, facente capo alla centralina SIAP, e deputata all'alimentazione di tutti i circuiti relativi al condizionamento ed estrazione aria;

Sezione No-Break: alimentata in continuità assoluta dal sistema di batterie tampone facente capo alla centralina SIAP, deputata all'alimentazione dei carichi "essenziali", e cioè quelli relativi agli impianti speciali e quelli relativi all'illuminazione di sicurezza /emergenza ed all'alimentazione dei circuiti di illuminazione punte scambi, eccetera.

4.4.2 Quadro vano contatori

Il quadro elettrico in oggetto (QVC) sarà installato in esterno nel punto di consegna dell'energia (P.d.C.), che dovrà essere concordata preventivamente con l'ente fornitore dell'energia elettrica.

Esso è strutturato in due armadi:

- L'armadio Misure, che contiene il contatore dell'energia elettrica, la cui installazione sarà a cura dell'Ente Distributore;
- L'armadio Interruttori, che conterrà invece il quadro di comando, sezionamento e protezione delle linee di alimentazione.

Ciascun armadio dovrà appoggiare su un apposito basamento in CLS, gettato in opera, che consenta l'accesso dei cavi in ingresso ed in uscita.

Per quanto concerne il quadro di comando e protezione, posto all'interno dell'armadio interruttori, esso dovrà contenere gli interruttori di tipo modulare e/o scatolato atti a proteggere le linee elettriche in partenza contro il sovraccarico, il cortocircuito ed i contatti indiretti.

Tale quadro sarà realizzato in carpenteria metallica avente le seguenti caratteristiche:

- grado di protezione minimo IP31;
- segregazione tra i cubicoli contenenti gli interruttori, le connessioni, e le terminazioni di tipo 2B.

4.4.3 Quadri di distribuzione

I quadri ad asservimento degli impianti di illuminazione e forza motrice dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61439-1 e CEI EN 61439-2 ultima edizione; gli schemi elettrici unifilari sono disponibili nei relativi elaborati grafici.

I quadri elettrici di bassa tensione da realizzare e fornire all'interno del presente appalto sono:

- QGUT;

- QRED;
- QTLC.

Il quadro QGUT, sarà costituito da 3 sezioni e sarà dedicato all'alimentazione degli impianti al servizio dei locali tecnologici e delle punte scambi.

Di seguito le utenze alimentate sotto le tre sezioni:

- Sezione Normale (alimentata da Rete):
 - Impianto Forza motrice locali tecnologici;
- Sezione Preferenziale (alimentata dal GE del SIAP):
 - Illuminazione normale nei locali tecnologici;
 - Apparecchiature HVAC dei locali Tecnologici;
- Sezione No Break (alimentata dall'UPS del SIAP):
 - Illuminazione di sicurezza nei locali tecnologici;
 - Illuminazione punte scambi Nord e Sud;
 - Centraline antincendio, antintrusione, TVCC.

Il quadro QRED sarà ubicato anch'esso nel locale quadri, sarà costituito da un'unica sezione e sarà al servizio degli impianti dedicati al riscaldamento elettrico dei deviatoi.

Dalla sezione No break del SIAP sarà inoltre alimentato un nuovo quadro QTLC, il quale sarà posato nel locale IS/TLC di fermata. Tale quadro, posato all'interno di questo appalto come predisposizione, sarà costituito dunque da una unica sezione sotto continuità assoluta e sarà dedicato alle utenze degli impianti TLC, IaP, SCC.

Il QTLC sarà dotato di un trasformatore di isolamento, conforme alla specifica tecnica di fornitura IS-365, in modo da alimentare le utenze ad esso afferenti in IT o separazione elettrica, ossia con il centro stella del trasformatore isolato da terra.

I quadri saranno realizzati con struttura composta da telaio e pannelli in acciaio, adatta per la posa a pavimento o a parete secondo quanto indicato negli elaborati di progetto, in ogni caso con grado di protezione almeno pari a IP31. I pannelli, di spessore 20/10 mm, saranno del tipo accessibile dal fronte tramite porta in vetro trasparente e dotata di maniglia di chiusura e serratura a chiave; dal retro per l'accesso alle terminazioni di sbarre e connessioni.

Dovrà essere assicurata una opportuna segregazione di forma 2 tra i cubicoli contenenti gli interruttori scatolati ed il vano contenente le sbarre, le connessioni e le terminazioni.

Le sbarre dovranno presentare inoltre, le seguenti caratteristiche:

- connessioni secondo la portata degli interruttori collegati; le connessioni di ingresso saranno riportate verso il retro per agevolare il collegamento dei cavi;
- reggisbarre in poliestere e fibre di vetro;
- sbarre, connessioni e reggisbarre dimensionate e amarrate per sopportare le sollecitazioni dovute alle correnti di corto-circuito di possibile insorgenza nel quadro.

Dovranno essere predisposti tutti gli interblocchi meccanici atti ad impedire l'accessibilità e il sezionamento degli interruttori quando questi sono in posizione di chiuso.

Tutti gli interruttori dovranno essere dotati di contatti ausiliari (relè di aperto-chiuso-scattato) al fine di determinare da remoto il loro stato.

Tutti gli interruttori dei circuiti per i quali è previsto l'intervento automatico (tramite dispositivo crepuscolare e/o orologio programmatore) dovranno essere corredati di apposito contattore per l'attivazione dell'automatismo e di un selettore automatico/manuale (necessario per selezionare il tipo di comando desiderato).

Ciascun quadro disporrà di un collettore equipotenziale per il collegamento delle masse a valle degli stessi. In relazione allo stato del neutro, tale collettore sarà collegato all'impianto di terra.

Come si desume dagli schemi elettrici unifilari, la protezione di ogni linea è realizzata utilizzando interruttori magnetotermici semplici e/o differenziali aventi caratteristica di intervento di tipo "C" o "D". Tutti gli interruttori dovranno essere del tipo a scatto rapido, simultaneo su tutti i poli, con manovra indipendente dalla posizione della leva di comando, e dovranno sezionare tutti i conduttori attivi, compreso il neutro; ogni protezione sarà adeguata a interrompere la corrente di c.to c.to nei tempi previsti dalla Normativa vigente ed in modo selettivo.

Le protezioni contro i sovraccarichi saranno ottenute con relè termici in grado di aprire il circuito entro i tempi previsti e di sopportare senza danni le correnti di corto circuito; le protezioni contro i corto circuiti saranno affidate a relè magnetici.

4.5 Impianti LFM nei fabbricati tecnologici

Per la distribuzione principale dell'energia agli impianti interni al fabbricati Tecnologici è previsto l'impiego di cavi multipolari ed unipolari del tipo, secondo quanto descritto nell'istruzione operativa RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A:

- FG16(O)M16 - 0,6/1 KV, classe di reazione al fuoco Cca - s1b, d1, a1, per l'alimentazione dei circuiti elettrici provenienti dalle sezioni Normale e Preferenziale nei fabbricati tecnologici;

- FTG18(O)M16 - 0,6/1 KV, classe di reazione al fuoco B2ca - s1a, d1, a1, per i circuiti di alimentazione delle utenze necessarie alla sicurezza delle persone.

La distribuzione principale tra il quadro QGBT e le utenze principali o i sotto-quadri sarà realizzata mediante canalette in acciaio zincato a caldo di idonee dimensioni o canalizzazioni interrate protette in tubo in PVC serie pesante, a seconda dei casi. Le canalizzazioni saranno sempre separate fra la sezione normale e preferenziale e la sezione No-Break.

La distribuzione secondaria avverrà tramite cavi FG16OM16 - 0,6/1 KV, o FTG18(O)M16 - 0,6/1 KV, tubi in PVC e scatole di derivazione installate in vista a parete/soffitto oppure sottotraccia.

I cavi di media tensione saranno tutti del tipo RG26H(O)M16, euroclasse Cca - s1b, d1, a1, a ridottissima emissione di fumi opachi e gas tossici e con assenza di gas corrosivi secondo le norme CEI 20-13 e CEI EN 50575, tensione nominale $U_o/U = 12/20$ kV, isolamento in gomma HEPR ad alto modulo qualità G26 e guaina LSOH di qualità M16.

4.5.1 Impianti di illuminazione nei fabbricati tecnologici

L'illuminazione interna dei locali tecnologici sarà generalmente realizzata impiegando apparecchi illuminanti per installazione a plafone, dotati di lampade a LED, con isolamento in classe II e grado di protezione IP 65.

Ove è prevista la presenza di videoterminali, saranno adoperati apparecchi illuminanti a LED, per installazione a plafone o in controsoffitto, con ottica lamellare a doppia parabolicità di tipo darklight ($UGR < 16$) e classe di isolamento II.

Per quanto concerne i parametri illuminotecnici minimi da garantire per i singoli ambienti, si farà riferimento alle prescrizioni della Norma UNI EN 12464-1.

Impianti di illuminazione	Rif.	Compito o Attività	Illuminamento (Ix)	Uniformità
Locali tecnici	UNI 12464-1 5.3.1	Locali adibiti ad impianti, sale di controllo	200	0,40
Locale DM	UNI 12464-1 5.26.2	Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	0.60

Tabella 5 – Riferimenti per requisiti illuminotecnici PM

L'illuminazione interna ai locali dei fabbricati può essere suddivisa funzionalmente in "illuminazione normale" ed "illuminazione di sicurezza" secondo la fonte di alimentazione. Gli apparecchi dell'illuminazione di sicurezza saranno alimentati dalle sezioni NO-BREAK dei quadri di distribuzione mediante cavi, canalizzazioni e cassette di derivazione dedicate. Nel solo locale gruppo elettrogeno saranno previsti apparecchi illuminanti autoalimentati con batteria tampone,

secondo le prescrizioni del DM 13 luglio 2011, riportante le regole tecniche per l'installazione di gruppi elettrogeni.

Il livello di illuminazione che sarà garantito durante l'interruzione della rete elettrica normale sarà conforme alla norma UNI EN 1838.

4.5.2 Impianti FM nei fabbricati tecnologici

L'impianto di forza motrice sarà realizzato mediante l'installazione di gruppi prese in cassette di PVC autoestinguente di tipo sporgente, ciascuno costituito da una presa UNEL 2P+T 16A ed una presa bivalente 2P+T 10/16A.

All'interno dei locali dedicati al SIAP verranno installati anche gruppi di prese interbloccate con interruttore di blocco e fusibili, costituiti ciascuno da una presa CEE 2P+T - 16A ed una presa CEE 3P+T -16A.

L'alimentazione delle prese succitate è realizzata mediante cavi del tipo FG16OM16 - 0,6/1 KV di sezione dipendente dal carico previsto per la presa e dalla distanza dal punto di alimentazione.

Per l'alimentazione di tutti i gruppi prese, si prevede l'impiego di tubazioni rigide di PVC Ø32mm autoestinguente posate a parete. Le tubazioni e le cassette di derivazione dovranno avere grado di protezione almeno pari a IP55.

4.6 Illuminazione Punte Scambi

Nell'ambito del presente progetto, come già accennato in precedenza, è prevista anche la realizzazione di un impianto di illuminazione delle punte scambi, costituito da paline in vetroresina infisse in blocchi di fondazione in calcestruzzo posizionati in prossimità delle casse di manovra degli scambi, ad una distanza minima dalla rotaia più vicina (bordo palo-interno fungo) non inferiore a 2,00m.

Tali paline recheranno in cima delle armature con ottica di tipo stradale, similmente a quanto più avanti riportato per l'illuminazione dei piazzali. Tali apparecchi dovranno essere realizzati in classe II si isolamento e testati con valori di prova di rigidità dielettrica a 2,8kVc.a. e di prova di tenuta ad impulso a 6Kv.

I circuiti di alimentazione saranno suddivisi in "isole", e le varie sezioni di impianto così formate saranno attivabili singolarmente tramite appositi pulsanti racchiusi in cassette stagne in doppio isolamento ed installati su ciascuna palina; la disattivazione sarà automatica, comandata da dispositivo temporizzato.

4.7 Impianto di riscaldamento elettrico deviatoi

Per garantire la manovra dei deviatoi e la possibilità di formazione degli itinerari/instradamenti, anche in caso di precipitazioni nevose o possibile deposito di ghiaccio, i deviatoi che ricadono all'aperto saranno dotati di impianto di riscaldamento (RED), essendo improbabile il deposito di neve o ghiaccio sui deviatoi in galleria.

Dal quadro QGBT sarà predisposta l'alimentazione verso il quadro denominato QRED, quadro per la protezione ed alimentazione delle linee elettriche dedicate al riscaldamento elettrico deviatoi. Le principali caratteristiche del quadro QRED possono essere come di seguito riassunte:

- Grado di protezione IP44 con porta trasparente;
- Forma di segregazione: forma 2B;
- Spazio a disposizione minimo per eventuali ampliamenti: 20 %;
- Riserva minima prevista = 20 %.

La gestione degli impianti di riscaldamento deviatoi è demandata al Quadro di Stazione, QdS, già previsto per la telegestione delle utenze di stazione, le principali caratteristiche sono riportate nella specifica tecnica RFI DPRDIT STF IFS LF627 A: Sistemi di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze.

Dal quadro QRED, saranno predisposte le partenze verso gli armadi di piazzale previsti per l'alimentazione delle resistenze autoregolanti per l'impianto RED (cfr. STC IFS LF628A - LF629A - LF630A). Tali linee di alimentazione saranno realizzate in cavo tensione nominale $U_0/U = 0,6/1$ kV (regolamento UE del Parlamento Europeo e del Consiglio 305/2011, decisione della commissione europea 2011/284/UE, Norma 50575) e saranno distribuite dal fabbricato con tubazioni in PVC serie pesante ϕ 100 mm, intercettando il cunicolo dedicato alle utenze del segnalamento ferroviario lungo linea (in sede ferroviaria parallelo ai binari), con pozzetti in calcestruzzo delle dimensioni interne di 60x60 cm e, in prossimità dell'attraversamento binari, con pozzetti in calcestruzzo delle dimensioni 80x80cm con chiusino in ghisa sferoidale classe D400. I cavi verranno attestati all'armadio di piazzale (AdP) contenente un trasformatore abbassatore 400V/24V per l'alimentazione delle resistenze dei cavi scaldanti autoregolanti.

4.8 Alimentazione delle apparecchiature meccaniche varie

Con gli impianti LFM saranno previste tutte le dorsali di alimentazione delle apparecchiature meccaniche di condizionamento, ventilazione, eccetera. Ogni singola apparecchiatura sarà

alimentata e protetta da linea di alimentazione dedicata e realizzata a mezzo cavo multipolare di tipo FG16OM16 - 0,6/1 KV di sezione adeguata al tipo di posa ed alle condizioni ambientali e sufficientemente sovradimensionato al fine di avere una caduta di tensione massima all'utilizzo del 4% e i collegamenti alle utenze. Le canalizzazioni necessarie all'installazione di detti impianti saranno realizzate con apposite tubazioni in PVC sottotraccia o esposte a seconda delle esigenze. Inoltre, dalla sezione no-break saranno alimentate le centraline antintrusione e rilevazione incendi. Nel caso di utenze necessarie alla sicurezza, come detto, il cavo utilizzato sarà di tipo resistente al fuoco FTG18(O)M16.

5 IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE GALLERIA DELL'ARCE

La galleria Dell'Arce presenta una lunghezza complessiva di 1.226 metri. Considerata la lunghezza della galleria, superiore a 1000 metri, per il dimensionamento di tali impianti sono stati presi a riferimento le seguenti norme primarie:

- Decreto 28 ottobre 2005 – Sicurezza nelle gallerie ferroviarie – del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea, così come rettificato dal Regolamento UE n. 912/2016 del 9 giugno 2016 e modificato dal Regolamento UE 776/2019.

Il DM 28/10/2005 e il regolamento Europeo STI, per gli impianti LFM, prevedono i seguenti punti da ottemperare:

- Affidabilità delle installazioni elettriche (resistenza ed autonomia);
- Illuminazione delle vie di esodo in galleria;
- Illuminazione dei percorsi di esodo esterni alla galleria.

Per i suddetti punti le specifiche tecniche emesse da RFI descrivono nel dettaglio le caratteristiche degli impianti e delle apparecchiature da prevedere, in particolare gli impianti LFM da realizzare in galleria faranno riferimento alla “Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie” (RFIDPRIMSTCIFSFL610C del 24/04/2012) per Gallerie di lunghezza superiore a 1.000 metri

Ai fini della normativa elettrica la galleria è da classificare come luogo a maggior rischio di incendio secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8 parte 7 relativa agli “Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose” (art.751.03.1), pertanto gli impianti devono essere rispondenti alle prescrizioni previste agli artt. 751.04.01 e 751.04.2.

5.1 Sistema di alimentazione a 1000V

La distribuzione dell'alimentazione elettrica in galleria avverrà in bassa tensione a 1000 V. La tensione di 1000 V per l'alimentazione della dorsale in galleria sarà ottenuta con l'impiego di

trasformatori 0,4/1 kV realizzati secondo i requisiti previsti dalla specifica RFI DPRIM STF IFS LF618 A. Data l'entità dei carichi sottesi è sufficiente l'utilizzo di trasformatori della taglia di 50 kVA, minima prevista dalla specifica.

Tali trasformatori si attesteranno agli ingressi dei rispettivi quadri di piazzale (QdP), conformi alla specifica RFI DPRIM STF IFS LF613 B, i quali conterranno le apparecchiature di protezione della linea dorsale a 1000V.

La dorsale a 1000V sarà protetta mediante un sistema costituito da relè di massima corrente installati in tutti i quadri di tratta e nei quadri di piazzale. I suddetti relè di protezione saranno collegati tra loro tramite fibre ottiche e configurati in selettività logica. Ciò consentirà un rapido sezionamento del tronco guasto e la riconfigurazione delle alimentazioni a 1000 V.

La suddetta dorsale andrà ad alimentare, in configurazione entra-esci, i quadri di tratta ubicati in galleria a distanza non superiore a 500 m, ove avverrà la trasformazione e distribuzione 1000/230 Volt.

La dorsale potrà essere alimentata indifferentemente da uno dei quadri di piazzale posti all'esterno della galleria in modo da consentire l'alimentazione a tutti i quadri della tratta anche in caso di mancanza di una delle due alimentazioni, o di interruzione del cavo in qualsiasi punto della galleria. In caso di guasti o mancanza di alimentazione, la massima lunghezza di galleria priva di illuminazione dovrà essere limitata a 500 metri. A tal proposito, la conformazione delle nicchie esistenti consente una interdistanza massima di circa 480 metri.

La linea costituente la dorsale 1kV sarà costituita da cavi del tipo FG18M16 - 0,6/1 kV, in formazione 3x1x35 mmq, i quali saranno posati su passerella a filo in acciaio zincato a caldo ancorata alla parete della galleria per mezzo di apposite mensole.

La sezione scelta consentirà di contenere la caduta di tensione massima all'estremo della galleria all'8%, come indicato dalle Specifica Tecnica RFI DPRIM STC IFS LF610 C.

Nei quadri di tratta QdT saranno predisposti gli interruttori a 1000 V per il sezionamento dei tratti di linea afferenti e l'interruttore di protezione del trasformatore 1000/230V. Dal lato 230 V saranno installati gli interruttori per la protezione delle linee di alimentazione dei vari impianti presenti in galleria:

- Illuminazione di emergenza delle vie di esodo;
- Illuminazione di riferimento;
- Presa FM per le squadre di soccorso, tipo CEE 2P+T 16A - 230V, grado di protezione IP67;
- Nodi di Rete (a cura TLC), alimentati da uscita a 24Vcc.

5.1.1 Sistema di protezione, selettività e riconfigurazione della dorsale a 1 kV

La dorsale in cavo, alimentata alla tensione di 1 kV, sarà protetta a monte da interruttori automatici magnetotermici con relè di tipo elettronico installati nei rispettivi QdP nei fabbricati tecnologici.

Le protezioni dei suddetti QdP sono collegate (tramite la rete in fibra ottica di galleria) alle protezioni dei quadri di tratta in maniera tale da realizzare un sistema di protezione a selettività logica.

In caso di guasto sulla dorsale a 1000V tutte le protezioni (lato quadro di piazzale che alimenta) rilevano il guasto, ma grazie alla comunicazione tra le stesse, si determina solamente l'apertura degli interruttori più vicini al guasto, a monte e a valle dello stesso.

Il sistema di protezione degli impianti LFM sarà così in grado di discriminare il punto di guasto sulla dorsale fra due punti di sezionamento contigui, aprendo i rispettivi interruttori nei quadri di tratta interessati. Quindi entrerà in funzione il sistema di automazione, che provvederà, tramite le semidorsali, alla rialimentazione dell'impianto da ambedue i lati, per mezzo di entrambi i quadri di piazzale dei fabbricati tecnologici.

La protezione intrinseca degli interruttori scatolati ad 1 kV sarà tale da non far scattare gli interruttori stessi prima della conclusione del transitorio che porta all'apertura dei soli due interruttori a monte ed a valle del guasto.

Tutti gli apparati saranno realizzati e predisposti e collaudati secondo quanto indicato nella Specifica Tecnica RFI DPRIM STC IFS LF610 C.

5.2 Impianto di illuminazione di emergenza in galleria

L'impianto di illuminazione sarà progettato in maniera tale da consentire l'illuminazione delle vie di esodo interne ed esterne alla galleria garantendo un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi ad una altezza di 1 m dal piano di calpestio (marciapiede) e comunque assicurando 1,5 lux minimi sul piano orizzontale a livello del marciapiede (RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A).

L'impianto di illuminazione di emergenza dei percorsi di esodo è progettato prevedendo l'installazione di corpi illuminanti con lampade a LED da 4W ad un'altezza dal piano di calpestio non inferiore a 2,35 metri con un interasse di circa 15 m e mai superiore.

L'impianto di illuminazione delle vie di esodo sarà sempre spento e potrà accendersi:

- con comando manuale differito dalla specifica postazione del Posto Centrale, attraverso il sistema di comando e controllo degli impianti LF;

- con comando manuale locale in galleria a seguito pressione del pulsante posizionato ogni 80 m circa.

In aggiunta, in corrispondenza delle nicchie sarà prevista un'illuminazione di riferimento con lampade della stessa tipologia vista sopra, sempre accese.

L'apparecchio illuminante da utilizzare in galleria dovrà essere omologato e conforme alla Specifica Tecnica di fornitura RFI DTC STS ENE SP IFS LF162 A.

Le dorsali di distribuzione degli impianti di illuminazione di emergenza sono progettate prevedendo cavi di sezione 3x2,5mmq, a doppio isolamento tipo FG18(O)M16 0,6/1 kV.

La determinazione delle sezioni dei cavi BT di alimentazione è stata eseguita tenendo conto di una caduta di tensione massima ammissibile mai superiore al 4% a fine tratto e di una uniforme distribuzione del carico sulla linea.

La dorsale a 230V esce dal basamento del rispettivo QdT e risale la parete della nicchia fissati ad apposite gaffette singole, ancorate alla muratura per mezzo di ancoraggio chimico in resina bicomponente a specifica RFI DPRIM STF ENE TE 673 A. Lungo la galleria, invece, è prevista la posa su passerella, condivisa con la dorsale a 1000V.

Per realizzare la distribuzione delle luci in galleria le scatole di derivazione, piastre di fissaggio e i relativi elementi di fissaggio sanno conformi alla specifica tecnica RFI DPRIM STC IFS LF614 B.

Le scatole di derivazione saranno delle seguenti tipologie:

- di tipo A (disposte ogni circa 80 m), per l'installazione del pulsante di emergenza e la derivazione alla lampada di emergenza;
- di tipo B (disposte ogni circa 15m), per la semplice derivazione alla lampada di emergenza;
- di tipo C (ad ogni nicchia con QdT), per lo smistamento delle semidorsali a 230 V, l'installazione del pulsante di emergenza e della lampada di riferimento.

I pulsanti di emergenza saranno sempre attivi e muniti di LED blu laterali ad alta visibilità sempre accesi e controllati in real-time nel loro corretto funzionamento.

Sulle cassette di tipo B saranno fissati 2 connettori multipolari, posti sui lati corti, per l'entra/esce della dorsale di alimentazione e di 1 connettore multipolare, posto sul lato inferiore, per la derivazione dell'alimentazione delle lampade.

Sulle cassette poste in corrispondenza del pulsante di emergenza sarà fissato un ulteriore connettore multipolare, posto sempre sul lato inferiore, per l'alimentazione del pulsante stesso.

Il controllo e la gestione del pulsante, delle lampade LED del pulsante stesso e delle lampade di riferimento, sarà effettuata in maniera puntuale da dispositivi periferici che comunicheranno, con

tecnologia a onde convogliate, lo stato di detti enti ad apposito/i dispositivo/i alloggiato/i nella centrale di Comando e Controllo.

Il controllo dell'efficienza delle lampade di illuminazione delle vie di esodo sarà invece effettuato con controllo cumulativo (di gruppo) di tipo wattmetrico. Tale controllo dovrà avvenire periodicamente (max ogni 15 gg.) mediante cicli di accensione programmata gestiti dalla centralina di comando e controllo.

Il controllo dell'efficienza delle lampade di riferimento, delle lampade di illuminazione delle vie di esodo e dei pulsanti di emergenza dovrà essere effettuato tenendo conto del degrado dell'impianto e dell'invecchiamento delle lampade senza necessità di tarature successive.

L'illuminazione di emergenza delle vie di esodo sarà estesa in esterno in corrispondenza camminamenti verso le zone sicure poste agli imbocchi della galleria. Per tale scopo saranno adoperati apparecchi con ottica stradale a LED 22,5 W, 3200 lm, IP66 e classe II, montati su paline in vetroresina hft pari a 5 metri. L'alimentazione sarà tratta direttamente dai quadri di tratta estremi, prolungando le dorsali a 230V.

5.3 Cavi e canalizzazioni in galleria

Come indicato al punto 4.2.1.3 del regolamento UE n. 776/2019, in galleria sono consentiti con posa a vista esclusivamente cavi con classe di reazione al fuoco almeno B2ca, s1a, a1.

Di seguito vengono riepilogate le tipologie di cavo da utilizzare all'interno della galleria, in conformità con l'istruzione tecnica per la fornitura e l'impiego dei cavi negli impianti ferroviari del settore energia (RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A):

- FG18M16 - 0,6/1KV 3x1x35 mmq per la dorsale a 1000V;
- FG18M16 - 0,6/1KV 1x50 mmq per il conduttore di protezione (PE) in galleria;
- FG18OM16 - 0,6/1KV 3x2,5 mmq per la dorsale a 230 V;
- FG18OM16 - 0,6/1KV 4x2,5 mmq per il collegamento dei QdT alle cassette tipo C;
- FG18OM16 - 0,6/1KV 3x1,5 mmq per le derivazioni verso i pulsanti;
- FG18OM16 - 0,6/1KV 2x1,5 mmq per le derivazioni verso la singola lampada (la fornitura di tale cavo è compresa con l'apparecchio illuminante).
- FG18OM16 - 0,6/1KV 3G4 mmq per l'alimentazione della presa FM di nicchia e del NdR.

Come già accennato, la posa dei cavi avverrà:

- a vista a parete, fissati ad apposite gaffette singole, ancorate alla muratura per mezzo di ancoraggio chimico in resina bicomponente a specifica RFI DPRIM STF ENE TE 673 A, in corrispondenza delle nicchie e delle calate verso i pulsanti di emergenza;
- su passerella a filo in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione, ancorata alla parete della galleria per mezzo di apposite mensole.

Si precisa che la passerella per posa cavo in galleria dovrà essere costituita da elementi di lunghezza pari a 3 metri, elettricamente sezionati l'uno dall'altro.

5.4 Sistema di gestione e diagnostica degli impianti LFM in galleria

Per il comando, controllo e diagnostica di tutti gli impianti inerenti alla sicurezza delle gallerie è previsto un sistema di supervisione che avrà tra l'altro il compito della gestione e diagnostica dei suddetti impianti LFM. In particolare, dovrà essere rispondente al Cap. VI "Supervisione, comando, controllo e diagnostica (scada) sistema" della Specifica RFIDPRIMSTCIFS610C del 24/04/2012, e controllare i parametri significativi degli impianti e consentire il telecomando, il telecontrollo e la diagnostica dei quadri BT e dei quadri elettrici di piazzale e di tratta in galleria e delle plafoniere in galleria.

Il sistema di "Comando e Controllo" LFM, deve essere costituito da unità intelligenti per l'acquisizione locale dei segnali provenienti dalle apparecchiature del Sistema di Protezione/Selezione del tronco guasto dell'impianto e, in seconda battuta, di quelli inerenti alle automazioni di quadro (Tratta/Piazzale).

I principali componenti del sistema sono:

- Unità di campo locali (PLC): Unità di Tratta, Unità di Piazzale, Unità di Finestra;
- Dispositivi di controllo e front-end: Centrali Master;
- Postazione di Supervisione (Client);
- Software di base e applicativo.

Le unità, per ciò che riguarda i segnali e comandi digitali, devono interfacciarsi con il campo (all'interno dei QdT/QdP) a mezzo di contatti puliti, cioè liberi da tensione, N.C. Tali contatti, disponibili su opportune schede a relè esterne alle unità, dovranno avere caratteristiche elettriche minimali non inferiori a 24Vcc e 2A. Dette unità devono interfacciarsi con le due Centrali Master poste agli imbocchi della galleria attraverso la dorsale in fibra ottica.

Per la trasmissione dei dati necessari, saranno utilizzati, come supporto di trasmissione, le fibre ottiche e le apparecchiature di Rete previste con la “Rete Dati per Impianti di Emergenza” (Specifiche Tecnica TT598/2017 - Impianti di telecomunicazione per la Sicurezza nelle Gallerie ferroviarie).

5.5 Impianti LFM nelle aree esterne alla galleria

5.5.1 Impianti LFM nei fabbricati tecnologici

Per quanto concerne l’illuminazione interna dei locali tecnologici sarà generalmente realizzata impiegando apparecchi illuminanti per installazione a plafone, dotati di lampade a LED, con isolamento in classe II e grado di protezione IP 65.

Ove è prevista la presenza di videoterminali, saranno adoperati apparecchi illuminanti a LED, per installazione a plafone o in controsoffitto, con ottica lamellare a doppia parabolicità di tipo darklight. I parametri illuminotecnici minimi da garantire per i singoli ambienti, si farà riferimento alle prescrizioni della Norma UNI EN 12464-1.

Impianti di illuminazione	Rif.	Compito o Attività	Illuminamento (lx)	Uniformità
Locali tecnici	UNI 12464-1 5.3.1	Locali adibiti ad impianti, sale di controllo	200	0,40
Sala Gestione emergenza	UNI 12464-1 5.26.2	Scrittura, dattilografia, lettura, elaborazione dati	500	0.60

Tabella 6 – Riferimenti per requisiti illuminotecnici in stazione

L’illuminazione interna ai locali dei fabbricati può essere suddivisa funzionalmente in “illuminazione normale” ed “illuminazione di sicurezza” secondo la fonte di alimentazione. Gli apparecchi dell’illuminazione di sicurezza saranno alimentati dalle sezioni NO-BREAK dei quadri di distribuzione mediante cavi, canalizzazioni e cassette di derivazione dedicate. Nel solo locale gruppo elettrogeno saranno previsti apparecchi illuminanti autoalimentati con batteria tampone, secondo le prescrizioni del DM 13 luglio 2011, riportante le regole tecniche per l’installazione di gruppi elettrogeni.

L’impianto di forza motrice sarà realizzato mediante l’installazione di gruppi prese in cassette di PVC autoestinguente di tipo sporgente, ciascuno costituito da una presa UNEL 2P+T 16A ed una presa bivalente 2P+T 10/16A. All’interno dei locali quadri verranno installati anche gruppi di prese interbloccate con interruttore di blocco e fusibili, costituiti ciascuno da una presa CEE 2P+T - 16A ed una presa CEE 3P+T -16A.

La distribuzione interna sarà prevalentemente realizzata con canalizzazioni in tubo pvc sottotraccia o a vista all'interno dei quali saranno posati i cavi multipolari ed unipolari del tipo FG16(O)M16 – 0,6/1 kV per l'alimentazione dei circuiti da rete e preferenziale, mentre per l'alimentazione dei circuiti elettrici provenienti dalle sezioni No-Break, il cui funzionamento deve essere mantenuto anche il caso di incendio, saranno del tipo FTG18(O)M16.

5.5.2 Impianti di illuminazione nei piazzali di emergenza

Gli impianti di illuminazione delle aree tecniche di emergenza in corrispondenza degli imbocchi della galleria saranno realizzati installando pali conici in acciaio con apparecchi illuminanti tipo stradale con lampade LED 70÷110 W, poste a interdistanza media di 15 metri.

Gli impianti in oggetto sono predisposti per l'accensione manuale e automatica con crepuscolare. Sul quadro sarà predisposto un selettore a 3 posizioni per dare la possibilità di accensione automatica e manuale.

La disposizione di tali apparecchi dovrà garantire il rispetto dei valori previsti dalla normativa vigente:

Ambiente	E_{med} (LF680) [lux]	U_i (LF680)
Piazzale	12÷14	$\geq 0,15$ $\leq 0,25$

6 IMPIANTI LFM PER GALLERIE TRA 500 E 100 M

Nella linea in oggetto ricadono le seguenti gallerie di lunghezza compresa tra 500 e 1.000 metri:

- Perniccaro di lunghezza pari a 859 m;
- Priolo Soprano di lunghezza pari a 763 m;
- Buonfratello di lunghezza pari a 779 m;

In riferimento all'art. 1.3.4 del Decreto 28 ottobre 2005 e al regolamento Europeo STI concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea, risulta necessario garantire in caso di emergenza, l'illuminazione delle vie di esodo della galleria con un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi ad 1 m dal piano di calpestio e comunque assicurando 1 lux minimo sul piano di calpestio, in modo tale da consentire, in caso di emergenza, l'illuminazione della via di esodo della galleria.

Per la realizzazione del suddetto impianto di illuminazione si è preso a riferimento la “Specifica Tecnica di Costruzione - Miglioramento della Sicurezza in Galleria - Impianti Luce e Forza Motrice di Emergenza per Gallerie lunghe tra 500 m e 1000 m” - RFI DPRIM STF IFS LF 611 B del 24.12.2012.

Mentre ai fini della normativa elettrica le gallerie sono da classificare come luoghi a maggior rischio di incendio secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8 e successiva variante V4, parte 7 relativa agli “Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali o cose” (art.751.03.1), pertanto gli impianti devono essere rispondenti alle prescrizioni previste agli artt. 751.04.01 e 751.04.2.

6.1 Sistema di illuminazione di emergenza delle vie di esodo

L'illuminazione delle vie di esodo si sviluppa lungo il marciapiede del binario unico.

L'alimentazione dell'illuminazione di sicurezza nella galleria Perniccaro è prevista mediante Quadri nuova fornitura dedicata in bassa tensione. In questo caso, gli impianti saranno essenzialmente costituiti da:

- Un quadro consegna QVC, posto in luogo accessibile al fornitore di energia;
- Un quadro QBT;
- Un UPS per garantire l'alimentazione anche in mancanza della rete;
- Un quadro di piazzale QdP, posto all'imbocco della galleria;

- Una dorsale di alimentazione per le vie di esodo;
- Dispositivi periferici (Cassette, lampade di riferimento, lampade di illuminazione, pulsanti).

Le alimentazioni dell'illuminazione di sicurezza nelle gallerie Priolo Soprano e Buofratello saranno derivate sotto circuito Break, rispettivamente dal PGEP lato Gela della Galleria dell'Arcia e dal PM do Priolo Sottano. In talicasi, invece si prevederà la posa di:

- Un quadro di piazzale QdP, posto all'imbocco della galleria;
- Una dorsale di alimentazione per le vie di esodo;
- Dispositivi periferici (Cassette, lampade di riferimento, lampade di illuminazione, pulsanti).

Per l'alloggiamento degli impianti è prevista la posa di nuovi shelter tecnologici delle dimensioni interne minime di 2500x2100x2500 mm, completi di impianto elettrico e di condizionamento.

Le lampade di illuminazione delle vie di esodo, normalmente spente, dovranno essere accese solo a seguito della pressione di uno dei pulsanti di emergenza dislocati lungo la galleria, da pulsante di accensione su QdP e/o comando di accensione remoto. Lo spegnimento sarà gestito con un relè temporizzato regolabile.

I pulsanti di emergenza dovranno essere sempre attivi e muniti di LED blu laterali ad alta visibilità sempre accesi e controllati in real-time nel loro corretto funzionamento.

Le lampade di riferimento dovranno essere sempre accese e controllate in real-time nel loro corretto funzionamento.

Il controllo e la gestione del pulsante, delle lampade LED del pulsante stesso e delle lampade di riferimento saranno effettuati in maniera puntuale da dispositivi periferici che comunicheranno, preferibilmente con tecnologia ad onde convogliate, lo stato di detti enti ad apposito/i dispositivo/i alloggiato/i nella centralina di comando e controllo.

Il controllo dell'efficienza delle lampade di illuminazione delle vie di esodo (normalmente spente) sarà invece effettuato con controllo cumulativo (di gruppo) di tipo wattmetrico. Tale controllo dovrà avvenire periodicamente (max ogni 15 gg.) mediante cicli di accensione programmata gestiti dalla centralina di comando e controllo o su comando operatore da remoto.

Il controllo dell'efficienza delle lampade di riferimento, delle lampade di illuminazione delle vie di esodo e dei pulsanti di emergenza dovrà essere effettuato tenendo conto del degrado dell'impianto e dell'invecchiamento delle lampade senza necessità di tarature successive.

Le operazioni di comando e controllo del sistema saranno remotizzate presso la Postazione Centrale per la Gestione delle Emergenze delle Gallerie della tratta.

6.1.1 Quadro di Piazzale

Il Quadro di Piazzale QdP, realizzato in conformità alla RFI DPRIM STF IFS LF617 V, posto all'imbocco della galleria dovrà alimentare e controllare le seguenti apparecchiature poste all'interno della galleria:

- Pulsanti di emergenza con doppio LED laterale ad alta visibilità posti ogni 80 m circa
- Lampade di riferimento LED da 4 W poste ogni 250 m circa (sempre accese)
- Lampade di illuminazione delle vie di esodo LED da 4 W poste ogni 15 m circa (normalmente spente)

Con tali apparecchiature per gallerie di lunghezza da 500 m fino a 1000 m la potenza massima installata risulta essere pari a circa 3 kW per Gallerie doppio binario.

Il QdP dovrà essere essenzialmente costituito da:

- Trasformatore di isolamento adeguato ad alimentare gallerie a semplice e doppio binario;
- Dispositivo sezionatore;
- Interruttori di comando per le utenze del quadro;
- Multimetro per rilevazione parametri di alimentazione del quadro;
- Apparati di ventilazione e riscaldamento del quadro;
- Controllore a logica programmabile (secondo lo standard IEC61131-3) per la telegestione degli enti appartenenti al QdP;
- Sistema MAE (Modulo Analogiche Esterne) per gestione dispositivi periferici PMAE per ciascun binario;
- Dispositivo di comunicazione verso i sistemi di livello superiore;
- Pannello grafico operatore per gestione locale del sistema.

Per tutto ciò che non è esplicitamente descritto all'interno di questa relazione tecnica si dovrà fare riferimento alla Specifica Tecnica di Fornitura del Quadro di Piazzale RFI DPRIM STF IFS LF617 per gallerie di lunghezza compresa tra 500 e 1000 metri.

La struttura dovrà essere monoblocco di tipo a telaio auto-portante realizzata completamente in acciaio inox AISI 304 spessore 15/10, con un grado di resistenza agli urti non inferiore ad IK10 secondo CEI EN 60068, e con grado di protezione certificato contro polveri e getti d'acqua non inferiore a IP65 secondo CEI EN 60529.

6.1.1.1 Trasformatore di isolamento

Al fine di mantenere la separazione galvanica con gli impianti a monte, a valle dell'interruttore generale di protezione del quadro dovrà essere posto un trasformatore di isolamento trifase di potenza nominale 3,5 kVA isolato in classe II e temperatura di isolamento in classe H avente le caratteristiche conformi alla Specifica Tecnica di Fornitura di RFI IS 365.

6.1.1.2 Controllore a logica programmabile

Il controllore a logica programmabile (UdP), all'interno del QdP, deve essere in grado di:

- Telecomandare e telecontrollare lo stato degli interruttori del QdP;
- Programmare cicli di accensione periodici ed automatici delle lampade di illuminazione delle vie di esodo per verificarne il corretto funzionamento;
- Consentire un collegamento remoto del sistema mediante opportuno dispositivo di comunicazione (GSM, GSM-R, doppino, fibra ottica) ad un sistema/server dedicato di supervisione;
- Consentire un collegamento locale ad un PC dotato di software di supervisione.

L'unità PLC deve avere delle caratteristiche modulari, tali che, l'estrazione, il degrado o il malfunzionamento di un singolo modulo di I/O, non pregiudichino il funzionamento globale dell'unità stessa.

Quindi, se anche uno dei moduli di I/O fosse interessato dalle condizioni precedenti, l'unità PLC deve permettere il controllo e comando degli enti connessi ai rimanenti moduli di I/O, oltre che riportare le informazioni diagnostiche verso i sistemi di livello superiore.

6.1.1.3 Modulo analogiche esterne (MAE)

Il sistema MAE, modulo analogiche esterne, è composto da più dispositivi alloggiati all'interno dell'armadio del QdP, destinati alla gestione analogica delle grandezze delle apparecchiature esterne al Quadro di Piazzale (QdP) (lampade, pulsanti d'emergenza e relative lampade a LED).

Tale sistema è composto da due distinte unità/sezioni:

- La prima unità/sezione del MAE (UM1) comunica con il sistema che realizza la Funzione di Supervisione tramite il dispositivo a logica programmabile.
- La seconda unità/sezione del MAE (UM2) controlla l'efficienza delle lampade di illuminazione vie di esodo, attraverso i PMAE.

Le due unità/sezioni sono collegate esclusivamente da una fibra ottica in grado di garantire un isolamento di almeno 100 kV.

Il sistema MAE deve essere in grado di:

- Gestire i pulsanti di emergenza e comandare attraverso essi l'accensione delle lampade di illuminazione delle vie di esodo;
- Controllare in real-time lo stato di efficienza dei pulsanti e dei LED ad alta visibilità in maniera indirizzata e puntuale;
- Controllare in real-time lo stato di funzionamento delle lampade di riferimento in maniera indirizzata e puntuale;
- Controllare lo stato di funzionamento (in stato di ON) delle lampade di illuminazione delle vie di esodo con sensibilità di guasto di almeno 1 su 30 per ogni fase;
- Controllare in real-time lo stato di funzionamento dei contattori di potenza delle singole linee di alimentazione lampade illuminazione vie di esodo.

Il dispositivo per il monitoraggio dell'efficienza delle lampade di illuminazione delle vie di esodo effettuerà periodicamente il controllo cumulativo di tipo wattmetrico.

Ciascuno dei suddetti dispositivi sarà raddoppiato in quanto la galleria è a doppio binario e quindi si avranno due dorsali distinte.

6.1.1.4 Modulo di comunicazione

Tale modulo è necessario ai fini della comunicazione tra il QdP ed i sistemi di livello superiore.

La soluzione deve tener conto delle caratteristiche della rete di comunicazione eventualmente esistente nelle vicinanze del QdP.

Dovranno essere possibili tre differenti tipologie di connessione:

- Fibra ottica
- Rete Ethernet
- GSM-R

In tutti i casi, devono essere mantenute le caratteristiche minime richieste.

6.1.1.5 Pannello grafico operatore

Il pannello operatore deve indicare lo stato diagnostico dell'impianto. In particolare, deve memorizzare gli ultimi 16 allarmi ricevuti permettendo all'operatore di avere un quadro chiaro della situazione dell'impianto stesso.

Attraverso lo stesso pannello deve essere possibile effettuare i comandi/controlli messi a disposizione dall'unità a logica programmabile.

L'interfaccia grafica deve presentare il seguente sottoinsieme minimo di pagine grafiche:

- Pagina di Login;
- Sinottico dell'impianto;

- Pagina di dettaglio delle unità costituenti l'impianto completa dei parametri caratteristici;
- Pagina allarmi.

6.1.2 Dorsale di alimentazione

La dorsale di alimentazione in galleria dovrà essere costituita da cavi multipolari, del tipo CPR, FG18OM16 - 0,6/1KV, in formazione 5x2,5 mmq a bassissima emissione di fumi e gas tossici (Euroclasse: B2ca - s1a, d1, a1), rispondente al Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 - Fornitura di cavi tipo CPR (Construction Products Regulation). Detti cavi, in modalità entra/esci dalle cassette di derivazione, dovranno alimentare i dispositivi periferici.

La dorsale dovrà avere una portata coerente e coordinata con il carico e le protezioni poste nel quadro elettrico di alimentazione e dimensionata per garantire una caduta di tensione a fondo linea non superiore all' 8%.

Al fine di agevolare le operazioni di installazione in galleria, l'entrata/uscita dei cavi dalle cassette di derivazione dovrà essere realizzata impiegando connettori multipolari ad innesto rapido in resina termoplastica autoestinguente UL94V0.

6.1.3 Cassette di derivazione

I dispositivi periferici costituiti da piastre di fissaggio a parete, cassette di derivazione e cassette contenimento pulsanti di emergenza devono essere conformi alla Specifica tecnica di fornitura RFI.DPRIM.STF.IFS.LF614. Nei paragrafi successivi saranno illustrate le loro principali caratteristiche.

Le cassette di derivazione dovranno essere utilizzate per alimentare le lampade di riferimento, le lampade di illuminazione delle vie di esodo, i pulsanti di emergenza e per il contenimento di morsettiere ed eventuali dispositivi necessari per il comando/controllo.

Tutte le cassette dovranno avere classe di isolamento II e grado di protezione IP65.

Al fine di minimizzare gli interventi in galleria le cassette dovranno essere fornite completamente equipaggiate e cablate.

6.1.4 Lampade di emergenza e di riferimento

Le lampade di riferimento e di illuminazione delle vie di esodo dovranno essere costituite da lampade led da 4 W, alloggiare in corpi illuminanti completi di cavo di alimentazione, connettore multipolare, piastra di ancoraggio.

Le lampade di riferimento per funzionalità intrinseca devono rimanere sempre accese e devono essere posizionate ogni 250 m.

Le lampade di illuminazione delle vie di esodo devono essere normalmente spente e devono accendersi tutte contemporaneamente a seguito di comando locale (pulsante di emergenza), comando da QdP o remoto. Esse devono essere ubicate sul piedritto, lato marciapiede via di esodo, ad una altezza di circa 2,35 m dal piano di calpestio con un interasse normalmente di circa 15 m, in modo tale da garantire uniformità di illuminazione sullo stradello e l'ottenimento dei valori di illuminamento prescritti dalla normativa italiana e dalle STI.

6.1.5 Pulsanti di emergenza

I pulsanti d'emergenza devono costituire i dispositivi locali deputati ad attivare l'accensione delle lampade di illuminazione delle vie di esodo.

I pulsanti di emergenza saranno ubicati sul piedritto della galleria, ad una altezza di circa 1 m dal piano di calpestio ed una distanza di circa 80 m uno dall'altro.

Il pulsante di emergenza a fungo è costituito essenzialmente da una cassetta di contenimento sulla quale deve essere installato un pulsante a fungo. Sulle pareti laterali della stessa cassetta devono essere montate due lampade a LED di colore blu ad alta visibilità, le quali devono permettere nel buio della galleria una rapida individuazione del pulsante di emergenza, con visibilità non inferiore a 30 metri lineari, sulla parete inferiore della cassetta dovrà essere alloggiato connettore multipolare in materiale termoplastico atto ad accogliere il cavo di alimentazione del pulsante.

Il pulsante di emergenza a fungo dovrà essere in materiale termoplastico autoestinguente di classe UL94 V0, grado di protezione IP 65, diametro minimo 40 mm dotato di n° 3 elementi di contatto NC, uno per apertura positiva secondo le norme IEC/EN 60947-5-1, alimentazione 24 Vdc. E due per alimentazione continua delle lampade a LED.

Sul fronte della cassetta sarà apposta una etichetta identificativa con la seguente dicitura: "LUCI DI EMERGENZA"

Il fissaggio sarà effettuato tramite barre filettate, utilizzando un ancorante chimico omologato (conforme a specifica RFI TE 673 A).

6.1.6 Gestione e telecontrollo

Tutte le apparecchiature utilizzate devono essere già state positivamente impiegate in impianti di automazione analoghi o comunque in ambito industriale per il controllo dell'energia. Le loro caratteristiche di affidabilità e manutenibilità devono essere state ampiamente verificate in situazioni di esercizio simili a quelle richieste dall'impianto in oggetto. Inoltre, le tecnologie utilizzate devono essere attuali, flessibili, pronte ad evoluzioni e necessità future.

Deve poter essere utilizzato un unico strumento di configurazione, programmazione, diagnostica per ciascuna tipologia di apparecchiatura. Tale prerogativa deve consentire di raggiungere l'obiettivo di una maggiore e più facile conoscenza dell'impianto da parte dei tecnici manutentori, di una diminuzione dei tempi di riparazione (MTTR) e di una riduzione dei costi di acquisizione delle parti e di mantenimento dell'impianto.

Il sistema deve possedere un'elevata capacità di tollerare guasti singoli senza degrado significativo delle proprie funzionalità.

Sia l'hardware che il software devono essere progettati con criteri di modularità. Tutte le apparecchiature devono essere composte da moduli facilmente inseribili e disinseribili in modo che la configurazione hardware proposta possa essere facilmente modificata e/o potenziata. Tale architettura deve consentire inoltre la diagnosticabilità dei guasti a livello di singolo modulo o sottomodulo.

Anche il software deve essere progettato secondo criteri di strutturazione in modo che funzioni indipendenti siano svolte da sottoprogrammi indipendenti.

Le apparecchiature a logica programmata (UdP) devono essere dotate di software che consenta un'efficace diagnostica di tutti gli elementi del sistema sia on-line che off-line.

L'interfacciamento con l'impianto controllato deve avvenire attraverso I/O di tipo digitale. Tale interfacciamento è parte integrante dei dispositivi che realizzano le unità locali (UdP). Il collegamento con il MAE sarà realizzato tramite interfaccia seriale RS 485.

Ogni QdP deve disporre di un dispositivo PLC con capacità di elaborazione locale e di comunicazione indipendente. Tale dispositivo deve essere in grado di rispondere ad interrogazioni esterne, ed attivarsi in maniera autonoma su evento.

Le unità a logica programmabile (UdP) devono poter essere programmate sia in locale, tramite porta seriale o ethernet dedicata, che da remoto (postazioni di supervisione). Tali dispositivi devono essere compatibili con lo standard IEC 61131-3.

Dovranno essere previste n°2 connessioni distinte Ethernet, di cui una dedicata alla configurazione delle unità PLC di QdP e la restante per la trasmissione dati delle logiche di riconfigurazione e controllo secondo i protocolli indicati.

Il sistema deve essere progettato per garantire la propria espandibilità.

In locale, sul dispositivo pannello grafico operatore, dovranno essere rese disponibili in modalità testuale o grafica, le seguenti segnalazioni provenienti dall'interno della galleria:

- avvenuta pressione del pulsante a fungo;
- impianto acceso/spento;
- anomalia generica in essere.
- Il medesimo dispositivo dovrà inoltre fornire le seguenti informazioni:
- comunicazione con sistema MAE funzionante/non funzionate;
- comunicazione tra UM1e UM2 funzionante/non funzionate;
- relè di accensione impianto n.1 attivato/disattivato;
- relè di accensione impianto n.2 attivato/disattivato;
- relè di accensione impianto n.3 attivato/disattivato;
- numero di PMAE gestiti;

Il medesimo dispositivo dovrà inoltre fornire per ogni PMAE le seguenti informazioni:

- codice identificativo PMAE;
- PMAE alimentato/disalimentato;
- stato lampada (se gestita) Funzionate/Non funzionate;
- stato pulsante (se gestito) Normale/Bloccato;
- stato LED pulsante (se gestito) Entrambe Funzionati/Uno non funzionate/Entrambe non funzionanti;

Tutte le segnalazioni/informazioni suddette dovranno poter essere remotizzate via GSM-R, via SDH o tramite fibra ottica ad un posto remoto di supervisione dal quale dovrà essere possibile visualizzare tutte le informazioni sopradescritte e comandare, in caso di emergenza, l'accensione delle lampade di illuminazione delle vie di esodo.

7 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE E COORDINAMENTO CON I CAVI

Le apparecchiature di comando e protezione posti nei singoli quadri verranno scelte in modo da avere caratteristiche tecniche adeguate a quelle delle utenze da alimentare ed ai livelli di corto circuito previsti.

Tali apparecchiature dovranno essere costituite in linea generale da:

- Interruttori magnetotermici del tipo scatolato o modulare, bipolare o quadripolare, secondo il tipo d'utilizzazione previsto e della corrente nominale delle utenze da proteggere. Tali interruttori garantiranno la protezione e l'interruzione anche del conduttore di neutro. Inoltre, tali dispositivi dovranno essere scelti in modo da rendere selettivo l'intervento tra gli interruttori posti a monte e quelli a valle; il potere d'interruzione sarà almeno pari alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione prevista dalle norme.
- Interruttori differenziali costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra, accoppiato ad un interruttore automatico cui è demandata la protezione magnetotermica dell'utenza. Tali protezioni dovranno essere adatte per il funzionamento con correnti alternate e laddove necessario anche con correnti pulsanti e unidirezionali. Anche in questo caso sarà garantita la selettività tra gli interruttori a monte e a valle, a tale scopo la protezione a monte avrà una corrente d'intervento almeno doppia di quella a valle e/o tempo d'intervento superiore al tempo d'apertura del dispositivo a valle. Sarà possibile adottare dispositivi differenziali puri od accoppiati ad interruttori magnetotermici laddove sarà assicurata la protezione a valle per sovraccarico e cortocircuito ed ovunque le portate richieste lo permettano. Su ogni quadro sarà inoltre prevista la presenza di dispositivi di riserva per eventuali futuri ampliamenti.

Tutte le apparecchiature e gli organi di sezionamento generale dovranno essere manovrabili dall'esterno dei contenitori; inoltre, poiché è prevista l'installazione in luoghi accessibili a personale non qualificato, dovranno essere previste portelle frontali in materiale trasparente ad elevata resistenza meccanica e con serratura a chiave, per consentire la visualizzazione dello stato di aperto e chiuso ed impedire la manovra degli interruttori a chi non ne sia autorizzato.

I risultati dei calcoli sono rappresentati nelle apposite griglie degli schemi dei quadri elettrici. Sarà a cura del progettista della successiva fase progettuale la redazione di uno specifico elaborato con i calcoli di dimensionamento elettrico aggiornati secondo le effettive apparecchiature utilizzate, integrandoli con la verifica termica del quadro.

7.1 Protezione delle condutture

7.1.1 Protezioni dai sovraccarichi

Il coordinamento tra conduttura e organo di protezione per le condizioni di sovraccarico che si dovessero stabilire su circuiti dell'impianto è stato progettato (si vedano l'elaborato specifico) assicurando la verifica delle seguenti disequazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_f \leq 1,45I_z \quad (2)$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego (corrente nominale del carico);
- I_n è la corrente nominale dell'organo di protezione;
- I_f è la corrente convenzionale di intervento dell'organo di protezione (per int. aut. =1.3 I_n);
- I_z è la portata termica del cavo (corrente massima che la conduttura può sopportare per periodi prolungati senza surriscaldarsi).

Le relazioni di cui sopra si traducono, in pratica, nello scegliere la corrente nominale dell'interruttore in funzione della sezione e del tipo di cavo da proteggere, il quale, è stato scelto a sua volta sulla base della corrente di impiego dell'utilizzatore.

La sezione dei conduttori è stata scelta, quindi, in maniera tale da garantire la portata necessaria e in ogni caso non inferiore a 1,5mmq che è il limite imposto dalle normative.

7.1.2 Protezione dai cortocircuiti

I dispositivi posti a protezione contro i cortocircuiti devono essere scelti in modo da:

- avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione;
- intervenire in tempi compatibili con le sovratemperature ammissibili dai cavi da proteggere;
- non intervenire intempestivamente per sovraccarichi funzionali.

Tali condizioni, per la protezione delle linee elettriche in cavo, si traducono nella relazione:

$$I^2 t \leq K^2 S^2 \quad (3)$$

dove:

- $I^2 t$ rappresenta l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il tempo totale t di interruzione del cortocircuito (integrale di Joule)

- S è la sezione dei cavi (espressa in mmq)
- K è un fattore dipendente dal calore specifico del cavo, dalla resistività del materiale, dal gradiente fra temperatura iniziale del cavo e quella finale massima ammessa (per conduttori in rame vale 115 per isolamento in PVC e 143 per isolamento in gomma EPR)

Determinate le sezioni dei cavi, secondo le relazioni di cui sopra, si dovrà verificare il coordinamento con il corrispondente dispositivo di protezione scelto che assolve contemporaneamente la funzione di protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, utilizzando interruttori automatici magnetotermici.

Infatti, le relazioni (1) e (2) delle pagine precedenti sono rispettate sulla base della scelta della taglia del dispositivo; la relazione (3) corrisponde a scegliere un interruttore magnetotermico che abbia un potere di interruzione almeno uguale al valore della corrente di corto circuito presunta nel punto in cui è installato e che abbia una caratteristica di intervento tempo/corrente tale da impedire che la temperatura del cavo, in condizioni di guasto, non raggiunga la massima consentita, e questo sia nel punto più lontano della condotta (cui corrisponde la minima corrente di corto circuito) che nel punto iniziale della condotta (al quale corrisponde la massima corrente di corto circuito).

Sulla base di tali condizioni, avendo scelto quale dispositivo di protezione interruttori magnetotermici, che verificano le condizioni (1) e (2) sarà assicurata la protezione dai cortocircuiti a fondo linea e si limiterà la verifica “post opera” solo alla situazione ad inizio linea.

7.2 Protezione delle persone

7.2.1 Protezione dai contatti diretti

La Norma CEI 64-8 definisce contatto diretto il contatto di persone con parti attive dell'impianto, cioè con una parte conduttrice che si trova in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro. La protezione contro tali contatti può essere effettuata con i seguenti provvedimenti:

- isolamento delle parti attive;
- interposizione di involucri e barriere;
- interposizione di ostacoli;
- distanziamento delle parti attive.

Nel caso in oggetto le misure di protezione adottate sono: l'isolamento delle parti attive (linee elettriche), che risultano completamente ricoperte con un isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione; l'interposizione di barriere ed involucri (quadri elettrici tubazioni per condutture elettriche, canaline metalliche di distribuzione etc.) rimovibili solo con l'uso di chiavi e/o attrezzi. I due provvedimenti adottati sono tali da garantire una protezione totale contro i contatti diretti, a differenza degli altri due che forniscono solo una protezione parziale.

7.2.2 Protezione dai contatti indiretti

La protezione dai contatti indiretti sarà garantita, attraverso la progettazione di impianti che prevedono l'utilizzo di apparecchiature e circuiti in classe II oppure l'interruzione automatica dell'alimentazione in caso del cedimento dell'isolamento principale.

Nei sistemi TT la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione dovrà soddisfare la condizione:

$$Ra \leq \frac{50}{Idn}$$

Dove:

- Ra è la resistenza totale in ohm dell'impianto di terra;
- Idn la corrente regolata di intervento del dispositivo differenziale con un tempo di ritardo garante della selettività con le protezioni differenziali successive.

Nei sistemi TN-S la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione dovrà soddisfare la condizione:

$$Za \leq \frac{U_0}{Ia}$$

Dove:

- Za è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, per guasto franco a massa;
- U₀ la tensione nominale dell'impianto in volt;
- Ia la corrente regolata in ampere di intervento del dispositivo di protezione magnetotermico e/o differenziale.

Le apparecchiature alimentate con sistema di tipo IT, le relative masse saranno collegate all'impianto di terra del fabbricato e sarà monitorata in maniera continua la permanenza dell'isolamento verso terra dei conduttori attivi a mezzo di dispositivi controllori di isolamento.

Nel caso di apparecchi alimentati in separazione elettrica, le masse insistenti sui circuiti alimentati dallo stesso trasformatore saranno isolate da terra e collegate tra loro per mezzo di conduttori equipotenziali non collegati terra di sezione idonea a garantire l'intervento delle protezioni a seguito di due guasti su conduttori di diversa polarità interessanti due diverse masse.

8 IMPIANTI DI TERRA

Gli impianti di terra dovranno essere conformi a quanto previsto dalle norme CEI, con particolare riferimento alle norme CEI 64-8, IEC EN 50122, IEC EN 50522. In linea generale si prevede la realizzazione un anello, intorno ai fabbricati tecnologici, costituito da corda di rame da 95-120 mmq nuda direttamente interrata, integrato da dispersori verticali in acciaio ramato, ubicati in appositi pozzetti ispezionabili.

L'impianto sarà completato con collegamenti equipotenziali delle tubazioni metalliche e delle masse estranee. Inoltre, al suddetto impianto di terra, sarà collegato il centro stella dei trasformatori.

In galleria tutti i nodi equipotenziali di nicchia saranno collegati, con corda isolata con conduttore in rame del tipo FG18OM16 - 0,6/1 KV posato su passerella, collegato agli impianti di terra dei PGEP.

Le apparecchiature all'interno della galleria realizzate in doppio isolamento (plafoniere, pulsanti e cassette) e non andranno collegate a terra.