

LIATISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

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

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

EQUIPMENTS – IMPIANTI

EQUIPMENTS DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE – IMPIANTI DI SPEGNIMENTO INCENDI
GENERALITES – GENERALE
GENERALITES – ELABORATI GENERALI

EQUIPMENTS DE PULVERISATION D'EAU – SPECIFICATIONS TECHNIQUES INSTALLATIONS ELECTRIQUES
IMPIANTO AD ACQUA NEBULIZZATA – SPECIFICHE TECNICHE INSTALLAZIONI ELETTRICHE

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

CODE DOC	P	D	2	C	2	B	T	S	3	1	6	9	2	A
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero			Indice	

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C2B	//	//	60	00	00	10	13
------------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA
-


Dott. Ing. Aldo Marcarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R




LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas – 1091 Avenue de la Boisse – BP 80631 – F-73006 CHAMBERY Cedex (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés – Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

Ce projet est cofinancé par l'Union européenne (DG-TREN)



Questo progetto è cofinanziato dall'Unione europea (TEN-T)

1. INDICE

1. INDICE.....	2
2. RIASSUNTO/RESUME	4
3. DOCUMENTAZIONE APPLICABILE	5
3.1 Normative di riferimento	5
3.2 Altri documenti di riferimento	5
4. PRESCRIZIONI GENERALI	7
4.1 Distribuzione.....	7
4.2 Caratteristiche dei conduttori.....	8
4.3 Accessibilità agli organi di manovra	9
4.4 Protezioni contro i contatti diretti	9
4.5 Protezione contro i contatti indiretti	10
4.6 Protezione delle condutture elettriche	10
4.7 Compatibilità elettromagnetica.....	11
4.8 Quadri elettrici	11
5. CRITERI PROGETTUALI	13
5.1 Criteri generali di progettazione	13
5.2 Qualità della fornitura.....	13
5.3 Cadute di tensione.....	13
5.4 Riempimento delle canalizzazioni	13
6. SPECIFICHE TECNICHE	14
6.1 Quadri elettrici	14
6.1.1 Generalità	14
6.1.2 Struttura del quadro.....	14
6.1.3 Accessori	14
6.2 Interruttori ed apparecchiature di comando	15
6.2.1 Interruttori automatici aperti o in scatola isolante	15
6.2.2 Interruttori automatici modulari.....	15
6.2.3 Contattori di potenza.....	15
6.2.4 Contattori ausiliari	15
6.2.5 Trasformatori di sicurezza	15
6.3 Cavi e conduttori.....	16
6.3.1 Generalità	16
6.3.2 Cavi b.t. isolati in gomma	16
6.3.3 Cavo b.t. isolato in PVC	16
6.3.4 Conduttori b.t. isolati in pvc.....	16
6.4 Tubazioni	17
6.4.1 Generalità	17
6.4.2 Tubo isolante rigido	17
6.4.3 Tubo isolante flessibile	17
6.4.4 Tubo protettivo in acciaio zincato.....	17
6.5 Guaine.....	17
6.5.1 Guaina flessibile in PVC.....	17
6.5.2 Guaina flessibile in acciaio	17
6.6 Canalizzazioni.....	18

6.6.1	Generalità.....	18
6.6.2	Canaletta metallica.....	18
6.7	Scatole e cassette di derivazione.....	18
6.7.1	Generalità.....	18
6.7.2	Scatole di derivazione da esterno.....	18
6.7.3	Scatole di derivazione da esterno in lega leggera	18
6.8	Morsettiera di giunzione	19
7.	VERIFICHE E DOCUMENTAZIONI TECNICHE.....	20
7.1	Generalità verifiche tecniche impianti.....	20
7.2	Verifiche sugli impianti elettrici.....	20
7.3	Verifiche quadri di distribuzione energia elettrica	21
7.3.1	Controlli	21
7.3.2	Prove e collaudi.....	21
7.4	Verifiche rete di messa a terra	22
7.4.1	Controlli	22
7.4.2	Prove e collaudi.....	22
7.5	Verifiche cavi elettrici b.t.	22
7.5.1	Prove di sfilabilità.....	22
7.5.2	Verifica della resistenza di isolamento	22
7.6	Documentazione finale degli impianti.....	22

2. RIASSUNTO/RESUME

Ce document fournit une liste de matériaux et d'équipements qui composent le panneau pour les équipements de pulvérisation d'eau prévus dans la nouvelle ligne transfrontalière chemin de fer Turin-Lyon.

Tous les matériaux et l'équipement seront choisis de telle sorte qu'ils sont adaptés à l'environnement, aux caractéristiques électriques (tension, courant, etc.) Et pour les conditions de fonctionnement prévues. Ils doivent aussi résister à la mécanique, la corrosion, thermiques et dues à l'humidité, ce qui peut être soumis pendant le transport, le stockage, l'installation et le fonctionnement.

Tous les matériaux et les équipements seront fabriqués conformément aux normes et la documentation de référence actuellement en vigueur (CEI et le CEI-UNEL tableaux), en particulier les matériaux et équipements pour lesquels il est proposé d'accorder à la marque de qualité italienne seront en gardant l'IMQ

Toutes les machines, les composants de sécurité et les équipements électriques constituant les systèmes doivent également avoir des exigences essentielles du décret-loi 17/2010 - (nouvelle directive Machines) et ont le marquage CE apposé si nécessaire.

Consommables et accessoires de montage font partie intégrante de l'offre.

Il presente documento costituisce un elenco delle specifiche dei materiali e delle apparecchiature che compongono gli impianti antincendio di spegnimento ad acqua nebulizzata previsti nella nuova linea ferroviaria Transfrontaliera Torino-Lione.

Tutti i materiali e le apparecchiature saranno scelti in modo tale che risultino adatti all'ambiente, alle caratteristiche elettriche (tensione, corrente, ecc.) ed alle condizioni di funzionamento previste. Essi dovranno inoltre resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e quelle dovute all'umidità, alle quali possono essere soggetti durante il trasporto, il magazzinaggio, l'installazione e l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi saranno costruiti in conformità con le norme e la documentazione di riferimento attualmente in vigore (norme CEI e tabelle CEI-UNEL); in particolare i materiali e gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del Marchio Italiano di Qualità saranno muniti del contrassegno I.M.Q.

Tutte le macchine, componenti di sicurezza ed il materiale elettrico costituenti gli impianti dovranno possedere inoltre i requisiti essenziali stabiliti dal Dlgs 17/2010 – (Nuova Direttiva Macchine) ed avere apposta la marcatura CE ove richiesto.

I materiali di consumo e gli accessori di montaggio sono parte integrante della fornitura.

3. DOCUMENTAZIONE APPLICABILE

3.1 Normative di riferimento

In generale tutti gli impianti elettrici saranno realizzati, montati, posati in opera e collegati a perfetta regola d'arte e completamente funzionanti.

La scelta dei materiali e la loro installazione sarà tale che:

- tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici saranno adattati all'ambiente di installazione e tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio;
- tutti i materiali avranno caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle relative Norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL attualmente in vigore inerenti la loro costruzione, le prove di qualità e le loro prestazioni intrinseche;
- in particolare, i materiali e gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del Marchio Italiano di Qualità saranno muniti del contrassegno M.I.Q;
- tutti i circuiti principali e derivati saranno protetti contro le sovracorrenti, contatti indiretti e dispersioni verso terra con adeguate protezioni magnetotermiche e differenziali, garantendo un corretto coordinamento delle protezioni in cascata in modo da individuare l'intervento sul singolo guasto senza pregiudicare l'affidabilità totale di tutto il sistema di distribuzione e degli altri circuiti sani;
- saranno previsti adeguati dispositivi di comando emergenza per lo sgancio generale delle varie alimentazioni normale-preferenziale-sicurezza del complesso ove necessario.

L'impianto elettrico nel suo complesso e nei singoli componenti sarà realizzato in conformità a tutte le Norme di Legge vigenti; saranno rispettate le norme tecniche CEI vigenti alla data odierna, in particolare:

- CEI 11.1: *Impianti elettrici con tensione superiore a 1 KV in corrente alternata.*
- CEI 11.17: *Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.*
- CEI EN 60439-1: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione.*
- CEI 64.8: *Impianti elettrici utilizzatori; norme generali.*
- CEI 70.1: *Gradi di protezione degli involucri. Classificazione.*

3.2 Altri documenti di riferimento

Nell'installazione degli impianti si terrà conto anche delle seguenti leggi:

- Legge n. 186 del 1 marzo 1968: *"Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici"*.
- Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008: *"Regolamento e disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"*.
- Decreto Legislativo n. 81 del 09 aprile 2008: *"Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"*.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

- Legge 791 del 18 Ottobre 1977, *Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europea (n° 73/72 CEE), garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.*
- D.P.R. 12 Gennaio 1998, n° 37: *“Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’Art. 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59”.*
- D.M. 4 Maggio 1998: *“Disposizione relative alla modalità di presentazione d al contenuto delle domande per l’avvio dei provvedimenti di prevenzione incendi, nonché all’uniformità dei connessi servizi resi dai comandi provinciali dei vigili del fuoco”.*
- D.M. 10 Marzo 1998: *“Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro”.*
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (V.V.F., USL, ISPESL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l’installazione delle apparecchiature impiegate.
- Prescrizioni della Società distributrice dell’energia elettrica della zona.
- Prescrizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco.
- Prescrizioni della Società telefonica locale.
- Prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali.

4. PRESCRIZIONI GENERALI

4.1 Distribuzione

Ogni qualvolta le canalizzazioni e/o altra tubazione degli impianti elettrici o speciali attraversano una zona compartimentata, saranno applicati appositi collari tagliafuoco, cuscini o mattoni di materiale intumescente o prodotti equivalenti a seconda del tipo di conduttura e posa, allo scopo di evitare l'attraversamento del fuoco da una zona compartimentata all'altra. Sia la distribuzione principale che secondaria sarà realizzata nel rispetto dei gradi di protezione richiesti secondo la tipologia degli impianti in funzione delle classificazioni dei locali.

Nella posa dei cavi si terrà conto dei coefficienti di riempimento dei canali (CEI 23-31) e dei tubi il cui diametro interno sarà pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi contenuti; il diametro interno delle tubazioni non sarà inferiore a 16mm.

Nella posa dei cavi in canalizzazioni, il rapporto tra l'area del canale o passerella a sezione diversa dalla circolare e l'area della sezione retta occupata dai cavi sarà pari ad almeno 1,5 volte.

Il tracciato dei tubi protettivi consentirà un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale.

Le curve saranno effettuate con raccordi con piegature e/o con pezzi speciali che non danneggino il tubo e non pregiudichino la natura dell'isolamento dei conduttori.

Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e secondaria e in ogni locale servito, la tubazione sarà interrotta con cassette di derivazione.

Le giunzioni, derivazioni e smistamenti dei conduttori saranno eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere.

Saranno impiegate cassette di tipo da esterno IP55 in lega leggera con bocchettoni serra-tubo metallici ove espressamente richiesto dalla normativa. (cassetta e coperchio muniti di viti per connessione di terra come da norme CEI).

Tutte le cassette di derivazione dove il conduttore da derivare avrà una sezione uguale o maggiore di 6mm² avranno una opportuna morsettiera con morsetti fissi, fissata all'interno della medesima, ed avente una sezione coordinata con i conduttori.

Dette cassette saranno costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei; dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta.

Il coperchio delle cassette offrirà buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi saranno protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a sistemi diversi.

Gli attraversamenti di pareti con caratteristiche di resistenza al fuoco EI predeterminata e gli attraversamenti di tutti i solai saranno isolati con materiali atti ad impedire la propagazione della fiamma da un lato all'altro secondo una delle seguenti soluzioni:

- attraversamenti con tubazioni: ai due lati della parete la conduttura sarà interrotta con scatole IP55 che dopo la posa dei conduttori, andranno riempite con materiale intumescente adeguatamente compattato;

- attraversamenti in canali: nel punto di attraversamento la canale, dopo la posa dei conduttori sarà riempita con materiale come sopra adeguatamente compattato, o sacchetti autoespandenti come sopra ed eventualmente trattenuti in piccola cassaforma;
- attraversamento con cavo: il foro di passaggio sarà richiuso a perfetta tenuta con materiale omologato o sacchetti autoespandenti come sopra adeguatamente compattati ed eventualmente trattenuti in piccola cassaforma.

4.2 Caratteristiche dei conduttori

Conformemente e/o in aggiunta a quanto imposto dalle norme di riferimento, dal Costruttore, dalla buona tecnica impiantistica, i cavi e conduttori saranno scelti e/o dimensionati sulla base di:

- tensione di esercizio;
- corrente continuativa massima prevista;
- eventuale corrente di sovraccarico momentaneo;
- corrente di guasto a terra;
- temperatura dell'aria e/o del terreno;
- resistività termica del terreno;
- condizioni di posa ed esercizio;
- vicinanza con altri cavi attivi.

Per tensioni fino a 500V i cavi e conduttori avranno una tensione nominale U_0/U non inferiore a 450/750V.

I cavi posati in vista, aerei, volanti, in cunicoli o condotti su passerella, saranno provvisti di guaina esterna di protezione.

Il margine di sicurezza sulla portata dei cavi sarà del 20%.

Le distribuzioni elettriche saranno realizzate con cavi senza alogeni (LSOH) a bassissima emissione di fumi e gas tossici per ridurre il rischio di probabili danni nei confronti di persone e/o cose.

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare i conduttori di neutro e protezione saranno contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Per quanto riguarda i conduttori di fase, saranno contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

Le sezioni dei conduttori calcolati in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) saranno scelte tra quelle unificate.

In ogni caso non saranno superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

La sezione dei conduttori neutri non sarà inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16mm² (per conduttori in rame).

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non sarà inferiore a quella del conduttore di fase per sezioni fino a 16mm²; per sezioni del conduttore di fase comprese tra 16 e 35 mm² il corrispondente conduttore di protezione avrà una sezione di 16mm²; per

sezioni superiori a 35mm² la sezione del conduttore di protezione non sarà inferiore alla metà del conduttore di fase.

4.3 Accessibilità agli organi di manovra

Le manovre d'inserimento e disinserimento dei circuiti saranno possibili agendo direttamente sugli interruttori dei quadri.

Con l'approvazione del D.M. del 18/09/2002 della regola tecnica di prevenzione incendi, si installeranno all'esterno dei locali compartimentati appositi organi di intercettazione di emergenza e monitoraggio degli impianti nei locali attigui.

I pulsanti andranno ad agire direttamente sulle bobine di sgancio degli interruttori nei quadri elettrici.

Sarà posta un'apposita ed esauriente dicitura per ogni pulsante ed ogni spia di segnalazione, tramite cartellini serigrafati indelebili ed inasportabili, che indichi il tipo di manovra che l'utente sta per eseguire e su quale impianto si ripercuota.

4.4 Protezioni contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti consiste nelle misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti attive.

In linea generale le parti attive saranno poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione richiesto dalla tipologia degli impianti in funzione della classificazione dei locali, inteso nel senso che il "dito di prova" non possa toccare parti in tensione; gli involucri e le barriere saranno saldamente fissati, avere sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione e una conveniente separazione delle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

La protezione contro i contatti diretti sarà di tipo totale, in modo da impedire sia il contatto accidentale che quello volontario, adatta per luoghi accessibili a persone non addestrate.

La protezione contro i contatti diretti viene assicurata attraverso:

- isolamento delle parti attive;
- impiego di involucri e barriere.

Saranno prese tutte le cautele necessarie a proteggere le persone contro i pericoli di un contatto con le parti attive dell'impianto elettrico.

Le morsettiere, gli organi di interruzione, protezione e manovra saranno racchiusi in cassette o scatole resistenti alle sollecitazioni di qualsiasi natura alle quali possono essere sottoposti.

I quadri elettrici saranno predisposti con tutti gli interruttori corredati di coprimorsetti isolanti e così anche le morsettiere di ingresso ed uscite cavi.

Il grado di protezione minimo adottato per la componentistica in generale è IP4X o IPXXD per tutte le parti che possono essere toccate come richiesto dagli articoli 412.1 e 412.2 della norma CEI 64-8.

La presenza sui circuiti terminali degli interruttori differenziali con corrente di intervento non superiore a 30 mA, contribuisce alla sicurezza contro i contatti diretti come misura addizionale.

4.5 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti consiste nel prendere le misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare, in caso di cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, sotto tensione.

Nel caso specifico l'impianto di terra sarà collegato all'impianto di dispersione esterno alla cabina, al quale saranno collegati tutti i sistemi di masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

Questo sarà rispondente alle norme CEI 64-8, nonché realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza.

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante il coordinamento tra l'impianto di terra medesimo e i vari interruttori con relè differenziale montati sui quadri; questi ultimi dovranno assicurare l'apertura del relativo circuito da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché il coordinamento sia efficiente sarà osservata la seguente relazione: $R_t \leq 50/I_d$, dove R_t sarà il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli ed I_d il più elevato fra i valori in Ampère delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni poste a monte dei singoli impianti utilizzatori.

La tensione di contatto massima sarà contenuta entro il valore di 50V, prescritto dalle norme CEI 64-8, in quanto su tutti i circuiti, saranno installati dispositivi differenziali.

All'impianto di terra saranno connesse tutte le apparecchiature elettriche e le masse metalliche estranee definite nelle norme CEI 64-8.

Non saranno impiegati conduttori di protezione di sezione inferiore a 4mm² se non protetti meccanicamente; se si fosse, inoltre, in presenza di un sistema TT (un sistema in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non sarà utilizzato come conduttore di protezione.

Si definiscono conduttori equipotenziali quei conduttori che devono assicurare l'equipotenzialità tra le masse e/o masse estranee (parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico e suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

4.6 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori costituenti gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da cortocircuiti.

La protezione contro i sovraccarichi sarà effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori saranno scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione avranno una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi saranno soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopraindicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3.

Gli interruttori automatici magnetotermici interromperanno le correnti di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Essi avranno un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi saranno coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Gli interruttori scatolati con rivelazione della corrente di dispersione mediante toroide o con relè differenziale incorporati potranno essere regolati sia sul tempo che sulla sensibilità; quelli non scatolati con relè differenziale incorporati, quando non diversamente indicato, avranno una sensibilità di 0,03A, tutti gli interruttori differenziali saranno del tipo antimpulso, gli interruttori differenziali alimentanti utenze di natura elettronica saranno in classe A.

Gli eventuali contattori montati sui quadri saranno tutti in categoria AC3; per quanto riguarda condensatori e/o ventilatori saranno previsti contattori di categoria AC4.

In ogni caso il potere di interruzione nel punto iniziale degli impianti non deve essere inferiore a 6 kA.

4.7 Compatibilità elettromagnetica

Si intende per compatibilità elettromagnetica EMC la disciplina che studia la generazione, trasmissione e ricezione non intenzionale di energia elettromagnetica con l'obiettivo di garantire il corretto funzionamento dei diversi apparati che coinvolgono fenomeni elettromagnetici.

Nel caso specifico si prendono in considerazione le problematiche riferite alla generazione non intenzionale di energia elettromagnetica e alle contromisure adottate per evitare la sua trasmissione soprattutto in strutture metalliche guidanti (susceptibilità ed emissioni condotte).

In attuazione della Legge 36/2001, del DPCM 8 luglio 2003 saranno rispettati i seguenti limiti di esposizione:

- 100 microT come limite di esposizione
- 10 microT come valore di attenzione
- 3 microT come obiettivo di qualità

Per raggiungere tali obiettivi saranno limitati i valori di induzione magnetica massima nelle seguenti parti d'impianto:

- in prossimità dei trasformatori
- lungo le linee elettriche in condotto sbarre
- lungo le linee elettriche in cavo

4.8 Quadri elettrici

I quadri elettrici saranno conformi alle norme CEI 17-13 I. Essi saranno alloggiati nei vari locali come risulta dalle planimetrie allegate.

I conduttori di cablaggio saranno di tipo non propagante la fiamma N07V-K in opportune sezioni e colorazioni.

I conduttori di cablaggio saranno contrassegnati alfanumericamente secondo una logica da riportare in apposito schema elettrico onde agevolare qualsiasi intervento di manutenzione e modifica.

All'interno dei quadri saranno montate le varie apparecchiature di comando, protezione e segnalazione risultanti dalle schematiche allegate.

Tutte le derivazioni per i cavi in ingresso ed in uscita faranno capo alla morsettiera opportunamente numerata secondo la logica di progetto.

Il grado di protezione sarà quello specificatamente richiesto per ogni singolo quadro a seconda del luogo di installazione.

L'accesso alle parti interne dei quadri risulterà possibile solo dopo aver smontando i pannelli di chiusura tramite appositi attrezzi.

Sui poli di ingresso dell'interruttore generale saranno apposte delle segregazioni isolanti onde evitare il contatto diretto accidentale con parti attive in tensione anche dopo la disinserzione dell'interruttore generale stesso.

Qualora sullo stesso quadro esistano tensioni differenti o comunque appartenenti a sistemi diversi (linea da rete e/o linea da UPS), queste risulteranno fisicamente separate con apposite segregazioni interne e le linee alloggiare in canaline dedicate.

Sul fronte quadro sarà segnalata per mezzo di apposito cartello monitore, la coesistenza delle differenti fonti di energia.

Il tipo di installazione sarà in genere appoggiato a pavimento o direttamente fissato a parete, con arrivo e partenza dei cavi dall'alto, salvo diverse necessità specifiche per collegare apparecchiature dal pavimento.

Gli strumenti di misura a bordo dei quadri saranno tutti in classe 0.5.

In ogni quadro di distribuzione, immediatamente sotto l'interruttore generale del quadro stesso, sarà installato uno scaricatore di sovratensioni del tipo a cartuccia, con apposito contatto per segnalazione di necessità di sostituzione della cartuccia.

All'interno del quadro sarà prevista una tasca apposita per il contenimento delle copie degli schemi elettrici.

All'esterno sarà fissata una targa riportante il nome del costruttore, la data di costruzione, il numero di identificazione, il grado di protezione, la tensione di impiego, la corrente di corto circuito presunta indicata sugli schemi con un minimo di 6kA.

Sarà presa in considerazione la conformità con gli standard CE per la compatibilità elettromagnetica, a tale scopo sarà fornita in allegato la Dichiarazione di conformità, le prove di compatibilità EMC rilasciate da organismo notificato.

5. CRITERI PROGETTUALI

5.1 Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità, dalla economicità di gestione e dal contenimento dei consumi energetici.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture dell'edificio, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

5.2 Qualità della fornitura

La fornitura elettrica delle centrali verrà effettuata mediante allacciamento alla rete privata di bassa tensione già presente nell'area ferroviaria, derivandosi dai quadri elettrici generali di distribuzione con le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 380V trifase
- frequenza di rete: 50 Hz
- tipo di distribuzione TN-S in bassa tensione secondo le norme CEI 64-8.

5.3 Cadute di tensione

Le linee di distribuzione saranno dimensionate per contenere entro i limiti sotto esposti le cadute di tensione percentuale DV%:

- linee luce-F.M.: DV% max= 3,5% fra quadro elettrico ed utilizzatore periferico;
- linee impianti tecnologici: DV% max= 4%.

5.4 Riempimento delle canalizzazioni

Il coefficiente di riempimento delle canalizzazioni, inteso come rapporto fra la sezione totale teorica esterna dei conduttori e la sezione interna netta della canalizzazione, avrà i valori massimi di seguito specificati:

Canaletta:	0,3
Tubazione con scatola rompitratta almeno ogni 3 m di sviluppo della linea:	0,4
Tubazione con percorso non lineare e/o senza interposizione di scatole rompitratta:	0,3

6. SPECIFICHE TECNICHE

6.1 Quadri elettrici

6.1.1 Generalità

In generale i quadri elettrici saranno costituiti in conformità con le normative vigenti (CEI 17-13/1) e corredati ciascuno di certificato di collaudo in officina indicante i risultati delle singole prove richieste dalla normativa. L'ingombro interno netto di ciascun armadio sarà atto a contenere tutte le apparecchiature specificate, rendendo inoltre agevole e sicuro l'accesso a tutte le operazioni di normale manutenzione.

6.1.2 Struttura del quadro

Le apparecchiature elettriche saranno contenute in quadri elettrici di distribuzione costituiti da carpenteria di tipo prefabbricata Forma 1/2, realizzati in lamiera di acciaio, verniciata a fuoco con resine epossidiche previo procedimento di fosfatizzazione, in un colore a scelta della Committente; gli armadi saranno chiusi da portelle esterne trasparenti incernierate, apribili con serrature a chiave e da eventuali portelle laterali, in modo tale da consentire facilità di accesso per manutenzione; tali portelle dovranno consentire la normale circolazione dell'aria, mediante finestrate adeguate complete di grigliatura.

Saranno anche forniti i supporti necessari per il montaggio e il fissaggio di tutte le apparecchiature elettriche completi di bulloneria ed accessori metallici trattati galvanicamente.

L'esecuzione sarà tale da assicurare le protezioni interne al quadro contro contatti con oggetti metallici e piccoli oggetti estranei (gradi di protezione almeno IP30 secondo le norme IEC).

Per i quadri ubicati nei locali tecnici e/o umidi, l'esecuzione sarà tale da assicurare il grado di protezione IP55 secondo le norme CEI.

Per tutto quanto non descritto nella presente specifica, dovrà essere integralmente rispettata la normativa specifica (CEI UNI 60439-1).

6.1.3 Accessori

Saranno forniti insieme i seguenti materiali accessori del quadro:

- terminali dei cavi in ingresso ed uscita corredati di capicorda preisolati o rivestiti di isolante autorestringente, numerazione del cavo o della linea, bulloneria zincocadmata e quanto altro necessario;
- sistema di distribuzione in barre di rame di adeguata sezione rivestiti in materiale isolante stagnato nei punti di collegamento e corredate di ammaraggio e protezioni isolanti in plexiglass sulle parti in tensione;
- barratura di distribuzione come sopra, in rame di adeguata sezione, corredate di supporti isolanti e attacchi per il collegamento degli interruttori e sezionatori generali a quelli di distribuzione;
- cavo di sezione adeguata per lo stesso tipo di collegamento di cui al precedente punto, isolati in materiale termoplastico tipo N07V-K;
- barra di terra in rame di adeguata sezione, completa di sezionatori e di bulloni di collegamento con l'anello generale di terra, opportunamente contraddistinta da verniciatura gialla;
- cavi di sezione adeguata per cablaggio interno del quadro, isolati in materiale termoplastico, tipo N07V-K;

- morsetteria in materiale plastico termoindurente ad alta rigidità dielettrica e resistenza meccanica;
- capicorda preisolati;
- cartellini segnafili numerati;
- targhette pantografate per l'indicazione delle singole sezioni e dei vari circuiti in partenza;
- cartelli monitori da applicare sulle portelle del quadro;
- schema elettrico di potenza e funzionale aggiornato con le eventuali varianti concordate in corso d'opera.

6.2 Interruttori ed apparecchiature di comando

6.2.1 Interruttori automatici aperti o in scatola isolante

Gli interruttori automatici di sezionamento e protezione in scatola isolante avranno di norma le seguenti caratteristiche:

- attacchi anteriori/posteriori ed in esecuzione estraibile/sezionabile a seconda delle esigenze costruttive rilevabili dai disegni e dagli schemi dei quadri;
- taratura dello sganciatore magnetico regolabile con continuità su tutte le fasi;
- interruzione su tutte le fasi, neutro compreso;
- potere di interruzione simmetrico sufficiente a garantire il corretto coordinamento delle protezioni e comunque non inferiore a 25kA a 380V;
- prestazioni elettromagnetiche tali da consentire protezione contro i corto circuiti e la sollecitazione termica dei conduttori protetti;
- sganciatori di tipo magnetotermico per le taglie 100-250A e di tipo elettronico per le taglie 400-2500A.

6.2.2 Interruttori automatici modulari

Gli interruttori automatici modulari saranno del tipo adatto per montaggio a scatto su profilato DIN 46.277/3 e conformi alle norme CEI 23-3- con le seguenti caratteristiche:

- dimensioni normalizzate (modulo 17,5);
- potere di interruzione sufficiente a garantire il corretto coordinamento delle protezioni e comunque non inferiore a 4,5 KA secondo le CEI 23-34;
- nel caso che gli interruttori siano corredati di relè differenziale esso sarà pure modulare per montaggio su profilato DIN e solidale al corpo dell'interruttore.

6.2.3 Contattori di potenza

Contattori tri-tetrapolari per corrente alternata di tipo compatto con fissaggio a scatto su profilato DIN; tensione bobina 220 V c.a. corredati di contatti ausiliari 1Na+1Nc; conforme alle IEC 158-1 e 17-3.

6.2.4 Contattori ausiliari

Contattore/relè ausiliario del tipo estraibile con basetta fissa oppure con fissaggio su profilato DIN; tensione bobina 220 V c.a.; conforme alle norme IEC 337 e CE (tipo normale, passo-passo, temporizzatore, etc.).

6.2.5 Trasformatori di sicurezza

Trasformatori monofasi 220/12-24 V per alimentazione di circuiti ausiliari, del tipo di sicurezza a norme CEI 14-6; esecuzione a giorno con lamierini a basse perdite, impregnazione totale con vernice isolante essiccata a forno, morsettiere protette, isolamento classe F.

6.3 Cavi e conduttori

6.3.1 Generalità

Per tutti gli impianti alimentati direttamente dalla rete a bassa tensione, la tensione nominale di riferimento minima, ove non diversamente specificato, è $U_o/U.s. = 450/750$ V (ex grado di isolamento 3) conformemente alle norme CEI 20-27.

La sezione dei conduttori di cablaggio all'interno del quadro sarà tale da portare la corrente massima dell'interruttore rispettivo. Le sezioni dei conduttori di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro le tensioni di contatto, sarà uguale a quelle dei rispettivi conduttori di fase. Quando i conduttori di fase hanno sezione superiore a 16mm^2 , la sezione del conduttore di protezione sarà ridotta sino alla metà di quello dei conduttori di fase, con un minimo di 16mm^2 .

Se il conduttore di protezione non fa parte dello stesso cavo e non contenuto nello stesso tubo o canaletta protettivi dei conduttori di fase, vale quanto detto al punto precedente, ma in ogni caso la sezione del conduttore di protezione non avrà sezione inferiore a:

- $2,5\text{mm}^2$ se il conduttore stesso installato in tubi protettivi o comunque meccanicamente protetto;
- 6mm^2 se il conduttore stesso non meccanicamente protetta.

L'identificazione dei conduttori sarà effettuata secondo le prescrizioni contenute nelle tabelle di unificazione CEI-UNEL. In particolare i conduttori di neutro e di protezione verranno identificati rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu e con il bicolore giallo verde.

Nelle cassette ove convergono i conduttori saranno usati tutti gli accorgimenti per l'identificazione dei medesimi; ove pervengono diversi circuiti, ogni circuito sarà riunito ed identificabile mediante fascette con numerazioni convenzionali.

6.3.2 Cavi b.t. isolati in gomma

Cavi uni-multipolari costituiti da conduttori flessibili in rame rosso ricotto, isolato con gomma etilenpropilenica di qualità G7 e protetto da guaina esterna termoplastica speciale di qualità M1; tensione nominale di riferimento $V_o/V = 0,6/1\text{KV}$ conforme a IMQ ed alle norme CEI 20-13; tipo non propagante l'incendio e la fiamma, bassissima emissione di fumi e di gas tossici, secondo le norme CEI 20-22 III, 20-35, 20-37 e 20-38; mescola isolante con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche secondo norme CEI 20-11 e 20-34; sigla FG7(O)M1 0,6/1KV.

6.3.3 Cavo b.t. isolato in PVC

Cavi uni-multipolari costituiti da conduttori flessibili in rame rosso, isolato con mescola termoplastica e protetto da guaina esterna in mescola termoplastica; tensione nominale di riferimento $V_o/V = 450/750$ V conforme a IMQ; tipo non propagante l'incendio e la fiamma e bassissima emissione di fumi e gas tossici, secondo le norme CEI 20-20, CEI 20-22 III, 20-35, 20-37 e 20-38; sigla FM9OZ1.

6.3.4 Conduttori b.t. isolati in pvc

Conduttori unipolari a corda flessibile in rame rosso, isolamento con speciale mescola a base di elastomero reticolato di qualità G9, tensione di esercizio $450/750$ V, tipo non propagante l'incendio, bassissima emissione di fumi e di gas tossici, conforme alle norme CEI 20-22 II, CEI 20-35, CEI 20-37 e CEI 20-38, sigla N07G9-K.

6.4 Tubazioni

6.4.1 Generalità

Per tutti gli impianti, compresi quelli a tensione ridotta, saranno utilizzate solo tubazioni contemplate dalle vigenti tabelle UNEL e provviste di IMQ, cioè tubazioni di materiale plastico o tubazioni in acciaio zincato (in tal caso le tubazioni saranno messe a terra).

Le tubazioni avranno sezione tale da consentire un facile infilaggio e sfilaggio dei conduttori; in particolare il loro diametro sarà, in rapporto alla sezione e al numero dei conduttori, superiore di almeno il 40% alle dimensioni d'ingombro dei conduttori stessi.

Saranno previsti raggi di curvatura delle tubazioni tali da evitare abrasioni e trazioni meccaniche nei cavi durante le operazioni di infilaggio e sfilaggio.

Le tubazioni degli impianti esterni saranno adeguatamente fissate alla parete a travi o traverse con le apposite graffette fermatubo o con sostegni appositi, con frequenza tale da garantire indeformabilità e rigidità delle tubazioni medesime.

6.4.2 Tubo isolante rigido

Tubo isolante rigido in materiale plastico autoestinguente del tipo pesante, con carico di prova allo schiacciamento superiore a 750 Newton su 5 cm.; conforme a IMQ ed alle Norme CEI 23-8 e tabelle UNEL 37118/72; diametro nominale minimo 16 mm; colore nero.

6.4.3 Tubo isolante flessibile

Tubo isolante flessibile in materiale plastico autoestinguente del tipo pesante con carico di prova allo schiacciamento superiore a 750 Newton su 5 cm., conforme a IMQ ed alle Norme CEI 23-14 e tabelle UNEL 37121-70; diametro nominale minimo 16mm; colore nero.

6.4.4 Tubo protettivo in acciaio zincato

Tubo protettivo serie leggera per conduttori elettrici in acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir esternamente ed internamente; compreso accessori di montaggio IP55 quali manicotti, bocchettoni a tre pezzi, accessori di fissaggio e filettatura conica rispondente alla Norma UNI 6125 vigente; conforme a IMQ ed alle norme CEI 23-25, 23-26, 23-28, diametro nominale minimo 16 mm.

6.5 Guaine

6.5.1 Guaina flessibile in PVC

Guaina flessibile in PVC plastificato con spirale interna in PVC rigido autoestinguente, resistente all'invecchiamento ed allo schiacciamento; temperatura di esercizio $-20^{\circ}/+70^{\circ}$ C; diametro interno minimo 15 mm, completa di raccordi, pressacavi, etc. in PVC o nylon.

6.5.2 Guaina flessibile in acciaio

Guaina flessibile in acciaio zincato a semplice aggraffatura rivestito esternamente in PVC liscio ad alta resistenza meccanica e basso invecchiamento; tipo autoestinguente; temperatura di esercizio -15° C/ $+70^{\circ}$ C; diametro interno minimo 16mm completa di raccordi, nipples, pressacavi etc. in acciaio zincato.

6.6 Canalizzazioni

6.6.1 Generalità

Per tutti gli impianti, compresi quelli a tensione ridotta, saranno utilizzate solo canalizzazioni provviste di marchio IMQ, cioè canalizzazioni in materiale plastico autoestinguente o in acciaio zincato (in tal caso le canalizzazioni saranno messe a terra).

La sezione occupata dai cavi di energia nei canali non deve superare il 50% della sezione utile del canale stesso; tale prescrizione non si applica ai cavi di segnalazione e comando. I canali dovranno essere costituiti in conformità alle norme CEI 23-31 e 23-32.

I canali saranno adeguatamente fissati alle pareti/soffitto mediante staffe e/o sostegni appositi con frequenza tale da garantire indeformabilità e rigidità delle canalizzazioni medesime.

6.6.2 Canaletta metallica

Canaletta metallica portacavi in acciaio zincato a caldo, spessore minimo 10/10 mm conforme alle norme CEI 23-31, del tipo asolato/chiuso oppure a filo, corredate di tutti gli accessori di fissaggio e posa quali:

- coperchi, curve, giunti, derivazioni a L, a T a croce;
- staffe d'ancoraggio, di sospensione, mensole etc.;
- piastre terminali, bulloneria etc.;
- setti separatori interni.

6.7 Scatole e cassette di derivazione

6.7.1 Generalità

Per tutti gli impianti, sia sotto traccia che in vista, compresi quelli a tensione ridotta, non saranno adottate scatole o cassette i cui coperchi non coprano abbondantemente lo spazio impegnato dai componenti elettrici; non saranno neppure adottati coperchi fissati a semplice pressione, ma soltanto quelli fissati con viti.

Le dimensioni minime per le scatole e le cassette sono 80 mm di diametro 70 mm di lato.

La profondità delle cassette, negli impianti incassati, sarà tale da essere contenuta nei muri divisorii sufficienti al contenimento agevole di tutti i conduttori in arrivo e partenza.

Non sono usate cassette di legno né di materiale plastico, ma solo di materiale termoplastico di tipo autoestinguente.

Le cassette a tenuta (grado di protezione minima IP44 secondo CEI) saranno metalliche di fusione ovvero in materiale plastico di tipo infrangibile, antiurto ed autoestinguente complete di raccordi e bocchettoni di ingresso.

6.7.2 Scatole di derivazione da esterno

Cassette di contenimento da esterno con coperchio a vite; grado di protezione IP55; materiale termoplastico autoestinguente secondo le IEC 695-2-1 ad elevata resistenza meccanica; corredate degli accessori di montaggio ed assemblaggio quali pressacavi, raccordi filettati, passacavi etc.

6.7.3 Scatole di derivazione da esterno in lega leggera

Scatole in esecuzione da esterno con grado di protezione IP55 atte per la derivazione e/o la giunzione di conduttori elettrici in lega leggera o ghisa, completa di:

- raccordi filettati tubo-scatola per tubi in acciaio serie leggera, con filettatura a norme UNI 6125 vigenti;
- coperchio in lega leggera fissato tramite viti;

- morsettiera di derivazione;
- accessori di fissaggio.

6.8 Morsettiera di giunzione

Le giunzioni di conduttori elettrici saranno di norma effettuate su morsetteria con base di adeguate caratteristiche dielettriche alloggiata ed opportunamente fissata in apposite scatole di derivazione.

Per sezione complessiva dei conduttori non superiore a 16mmq sarà utilizzato l'impiego di morsetti volanti del tipo isolato a cappello con serraggio indiretto, posti all'interno di cassette.

Le terminazioni dei conduttori sugli apparecchi di protezione e comando saranno comunque eseguite con puntalini isolanti autoschiaccianti.

Non sono in alcun caso adottate giunzioni e derivazioni fra conduttori elettrici realizzate con nastrature, né con morsetti a vite o a mantello.

Le giunzioni/derivazioni di cavi elettrici posti all'interno di pozzetti interrati saranno eseguite con adeguate muffole in gomma a resina colata.

7. VERIFICHE E DOCUMENTAZIONI TECNICHE

7.1 Generalità verifiche tecniche impianti

Gli impianti in corso di esecuzione e prima della loro messa in funzione, saranno sottoposti a controlli e prove che ne confermino la perfetta funzionalità e la rispondenza ai dati di progetto.

Tutte le verifiche e prove saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore con strumenti ed apparecchiature di sua proprietà previa approvazione da parte della Direzione Lavori.

L'Appaltatore fornirà alla Direzione Lavori le certificazioni di tutte le prove e misure su moduli appositi da sottoporre a preventiva approvazione.

Il Direttore dei Lavori, ove trovi da eccepire in ordine ai risultati perché non conformi alle prescrizioni di legge ed alla presente specifica, emetterà il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo che da parte dell'Appaltatore siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni necessarie.

S'intende che, nonostante l'esito favorevole delle verifiche e prove preliminari suddette, l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, anche dopo il collaudo, e fino al termine del periodo di garanzia.

Le prove che comportino la messa in tensione degli impianti saranno effettuate solo dopo il positivo esito dei controlli preliminari da eseguirsi su tutte le parti di impianto e dopo che siano stati messi in atto tutti gli accorgimenti per garantire la sicurezza di persone e cose.

7.2 Verifiche sugli impianti elettrici

Le prove e le verifiche saranno condotte in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8, 64-14 e dalle CEI EN 60439-1, applicabili a quadri elettrici ed impianti, alle specifiche tecniche ed agli elaborati di progetto.

Dovranno essere di norma effettuati i seguenti controlli sugli impianti eseguiti:

- esame a vista comprendente:
- verifica qualitativa e quantitativa di conformità con i documenti di progetto ed eventuali varianti;
- verifica dell'idoneità dei componenti all'ambiente di installazione;
- verifica dell'esistenza di adeguate protezioni contro i contatti diretti;
- verifiche in merito ai codici circolari utilizzati nei conduttori e loro connessioni;
- misura della resistenza di isolamento;
- misura della variazione di tensione da vuoto a carico;
- verifica delle continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- misura della resistenza di terra;
- misura dell'impedenza dell'anello di guasto;
- verifica della sfilabilità dei conduttori;
- controllo del coordinamento e dell'intervento delle protezioni;
- verifica della protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova d'intervento degli interruttori differenziali;
- prova del senso ciclico delle fasi e di polarità;
- misure di illuminamento secondo le prescrizioni di legge;
- controllo dello squilibrio fra le correnti di fase;

- prove funzionali di tutti i componenti dell'impianto ed in particolare per quanto riguarda comandi e sezionamenti di emergenza.

7.3 Verifiche quadri di distribuzione energia elettrica

7.3.1 Controlli

Sui quadri elettrici saranno eseguiti i seguenti controlli:

- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione della struttura e degli accessori.
- Targa generale del quadro e della sbarra blindata.
- Targhettatura dei pannelli di alimentazione e dei servizi, congruenza delle diciture con i documenti di progetto.
- Messa a terra del quadro.
- Continuità della barra di terra interna al quadro, serraggio dei bulloni relativi, connessioni alla barra di terra, sia fisse sia scorrevoli, per la messa a terra delle parti mobili.
- Messa a terra dei secondari dei riduttori di misura e dei trasformatori ausiliari se previsto.
- Messa a terra delle armature e degli schermi di tutti i cavi collegati al quadro.
- Corretta esecuzione del collegamento a terra del neutro del trasformatore di alimentazione e della barra di terra del quadro.
- Impianto alimentazione e distribuzione tensioni per servizi ausiliari di comando, controllo e relativi organi di protezione.
- Rispondenza delle fasi.
- Presenza di polvere o altri materiali estranei all'interno del quadro.
- Taratura dei relè di protezione in base ai documenti di progetto.
- Rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura.
- Serraggio delle bullonature e delle derivazioni.
- Meccanismi di inserzione ed estrazione dei complessi estraibili e di tutti i relativi sistemi di blocco sia meccanici sia a chiave verificando contemporaneamente lo stato della eventuale lubrificazione e l'allineamento delle relative pinze di contatto.
- Tenuta degli sportelli di chiusura in accordo con il grado di protezione richiesto.
- Polarità delle connessioni dei secondari dei riduttori nel caso di collegamento a relè di protezione o misura il cui funzionamento sia legato ad un corretto collegamento delle fasi.
- Collegamenti dei cavi di potenza e di comando dal punto di vista elettrico e meccanico, terminazioni ed ancoraggi, contrassegni, qualità e serraggio dei capicorda.
- Etichettatura di tutti i componenti dei circuiti interni ed esterni al quadro.
- Stato delle connessioni e delle terminazioni dei cavi presso tutti gli organi di comando e supervisione esterni al quadro.

7.3.2 Prove e collaudi

Misura della resistenza di isolamento della/e linea/e di alimentazione al quadro e dei relativi cavi ausiliari.

Misura della resistenza di isolamento delle barre, inclusa quella del neutro.

- Misura della resistenza di isolamento di tutti i circuiti ausiliari.
- Misura della resistenza di isolamento degli interruttori di alimentazione.
- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando e segnalazione.
- Prova dei circuiti di protezione simulando i relativi interventi.
- Controllo del funzionamento (applicando tensione e rilevando i relativi tempi di intervento) di tutti gli eventuali relè a tempo effettuandone la taratura.

- Controllo della rispondenza della sequenza delle fasi nei quadri a sistemi di barre multipli.
- Controllo dell'efficienza di tutti i sistemi di segnalazione e misura entrati in servizio.

7.4 Verifiche rete di messa a terra

7.4.1 Controlli

- Corretto collegamento a terra di tutte le masse e masse estranee.
- Qualità delle giunzioni o derivazioni dei conduttori di terra.
- Serraggio della bulloneria in generale.
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di eventuali processi di ossidazione.

7.4.2 Prove e collaudi

- Misura della resistenza di terra dell'intero sistema di terra completamente connesso da eseguire prima di mettere sotto tensione gli impianti.

7.5 Verifiche cavi elettrici b.t.

7.5.1 Prove di sfilabilità

Si prende in esame un tratto di tubo compreso tra due cassette successive e si estrae un cavo in esso contenuto.

Si controlla quindi che il cavo si sia potuto estrarre con facilità e che ad estrazione avvenuta non si siano prodotti danni al rivestimento protettivo.

Per la prova saranno scelti tratti non rettilinei.

7.5.2 Verifica della resistenza di isolamento

Va eseguita per i vari circuiti dell'impianto:

- fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse;
- fra ogni conduttore di fase e la terra;
- per tutte le parti di impianto comprese fra due organi di sezionamento successivi, e per quelle poste a valle dell'ultimo organo di sezionamento.

Le prove saranno effettuate:

- con tensione di circa 125V per verifiche su parti di impianto con tensione nominale inferiore o uguale a 50V;
- con tensione di circa 500V su parti di impianto con tensione nominale superiore a 50V.

7.6 Documentazione finale degli impianti

Durante il corso dei lavori ed alla loro ultimazione, prima dello svolgimento delle operazioni di collaudo, la Ditta esecutrice degli impianti elettrici avrà l'onere delle seguenti attività:

- sviluppo di particolari costruttivi relativi ai montaggi dei principali componenti ed alla configurazione dei percorsi necessari per verificare e determinare la corretta installazione concordemente alla D.L. ed al Committente;
- annotazione sugli elaborati di progetto dei vari cambiamenti di percorso delle distribuzioni e/o posizionamento delle apparecchiature e/o informazioni generali apportate durante l'esecuzione delle opere sia come ottimizzazione che modifica concordata con la D.L. e/o la Committente con restituzione grafica al cantiere;

- redazione degli elaborati consuntivi (as built) costituiti da schemi elettrici, disegni di officina, planimetrie, rappresentanti la disposizione delle apparecchiature installate, planimetrie rappresentanti la distribuzione degli impianti ed i particolari costruttivi ove necessario, il tutto da consegnare per approvazione alla DL;
- espletamento di tutti gli adempimenti richiesti per legge (D.M. n. 37 del 22.01.2008, denunce ISPESL, certificati quadri elettrici, etc.).
- dichiarazione di conformità e relativi allegati conformemente alla legge n. 37 del 22/01/2008 (una per ciascun impianto)
- certificati di collaudo in fabbrica dei quadri elettrici con documentazione delle prove eseguite
- dichiarazione di conformità e di corretta posa in opera dei prodotti impiegati ai fini di reazione e di resistenza al fuoco
- certificato CE dei prodotti utilizzati.