

REGIONE
VENETO



COMUNE DI / PROVINCIA DI
MARENO DI PIAVE (TV)



COMMITTENTE

COMUNE DI MARENO DI PIAVE

Piazza Municipio n. 13 - 31010 MARENO DI PIAVE (TV)

PROGETTO

INTERVENTO DI ADEGUAMENTO E COMPLETAMENTO DELL'IMPIANTO SPORTIVO DENOMINATO "CITTADELLA DELLO SPORT" DI MARENO DI PIAVE, MEDIANTE RICAVO DI BLOCCO SPOGLIATOI E LOCALE BAR (LOTTO A) E REALIZZAZIONE DI AREA A PARCHEGGIO E A VERDE PUBBLICO ATTREZZATO (LOTTO B).

Via Conti Agosti - 31010 MARENO DI PIAVE (TV)

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E COORDINAMENTO

MIOTTO Arch. FABIO - GRASSI Arch. MARA

Piazza Vittorio Emanuele III, n.19/C - 31010 MARENO DI PIAVE (TV)

INGEGNERIA

MASCHIO Ing. MARCO

Via Nazionale, n. 7 - 31058 SUSEGANA (TV)

PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI

CANCIAN Ing. GIANLUIGI

Via Campana, n.66 - 31010 MARENO DI PIAVE (TV)

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

SACCON P.I. MASSIMO

Via Dante, n.28 - 31025 SANTA LUCIA DI PIAVE (TV)

LIVELLO PROGETTAZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

Impianto Elettrico

DOCUMENTO

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

SCALA

-

TAVOLA

EeSB_REL

PRATICA

1904

FILE

EeSB_REL

DATA

20.10.2020

REV.



Fabio Miotto
Mara Grassi
ARCHITETTI

P.zza V. Emanuele III, 19/C
31010 Mareno di Piave (TV)
Tel. 0438.1795393
Fax. 0438.1797769
mail@miottoegrassi.it
www.miottoegrassi.it

**PRESTAZIONALE TECNICO
IMPIANTO ELETTRICO
DECRETO 22 GENNAIO 2008 N.37**

INDICE:

- Raccolta dati di progetto:

- *Attività*
- *Caratteristiche strutture edilizie*

Principali norme per gli impianti elettrici

- Protezione contro le scariche atmosferiche

Relazione specifica di verifica della protezione della struttura contro i fulmini

- Classificazione Volumi

Descrizione dei volumi in oggetto ai fini della progettazione

- *Locali spogliatoi, docce e locali di servizio alle varie attività sportive*
 - *Classificazione volumi*
 - *Scelta dell'impianto elettrico*
- *Locale centrale termica*
 - *Classificazione volume*
 - *Scelta dell'impianto elettrico*

- Realizzazione degli impianti elettrici

- *Criteri di esecuzione degli impianti elettrici in ambienti ordinari*

- Impianto elettrico

Struttura dell'impianto elettrico

- *Dati tecnici impianto*
 - *Fornitura energia elettrica*
 - *Elenco caratteristiche quadri elettrici di protezione*
- *Descrizione degli impianti*
 - *Impianto di ricezione energia elettrica*
- *Descrizione impianti elettrici nei vari ambienti*
 - *Impianto forza motrice spogliatoi, docce e locali di servizio alle varie attività sportive*
 - *Impianto di illuminazione spogliatoi, docce e locali di servizio alle varie attività sportive*
 - *Prescrizioni particolari per i locali da bagno con doccia*
 - *Impianto elettrico locale CT*
 - *Impianto di illuminazione di sicurezza*
 - *Impianto fotovoltaico*

- Impianto di Terra

- *Impianto di protezione e di terra*
- *Dispersori di terra*

- Sistemi di protezione e di comando

Protezione contro i contatti diretti e indiretti

- *Verifiche al calcolo per la protezione dai contatti indiretti*

- Accorgimenti antisismici

- Consistenza degli impianti da realizzare

- Prezzi

- Esecuzione dei lavori

- Opere murarie

- Qualità e provenienza dei materiali

- Verifiche

Opere Elettriche

Esame a vista

Verifica della sfilabilità dei cavi

Misura delle cadute di tensione

Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

- Modalità di misurazione

Opere Elettriche

Canalizzazioni e cavi

Apparecchiature in generale e quadri elettrici

- Spese ed oneri della ditta appaltatrice

- Relazione di calcolo

- Dati di carico
- Cavetteria
- Condizioni di guasto
- Protezioni
- Magliatura

RELAZIONE

OGGETTO

Oggetto dell'appalto e della presente relazione tecnica specialistica è la descrizione delle opere, circa la realizzazione dell'impianto elettrico di illuminazione e distribuzione forza motrice e di terra di nuova struttura polivalente funzionale alle attività sportive ed alternative ubicate in Via Conti Agosti all'interno della "Cittadella dello Sport" nel Comune di Mareno di Piave (TV).

Dati strutturali ai fini dell'impianto elettrico:

- progettazione degli impianti, Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.
- edifici adibiti a sede di società, Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.
- superficie superiore a 200m² Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.
- presenza di ambienti soggetti a normativa specifica (normativa CEI) Decreto n°37 del 22 gennaio 2008.

- Attività

Si tratta di locali di servizio alle attività sportive ed alternative di Via Conti Agosti nel Comune di Mareno di Piave (TV) e piu' precisamente:

- locali spogliatoi con docce divisi in maschi e femmine
- locale spogliatoio con doccia per istruttori
- locale magazzino di servizio
- locale commerciale uso bar
- locale infermeria con servizio annesso
- locale tecnico Centrale Termica

Caratteristiche dell'attività al fine della classificazione dei volumi per la sicurezza impianti elettrici:

- tutti gli ambienti per dimensione e destinazione d'uso sono classificati di tipo ordinario ma con prescrizioni particolari per i locali con doccia e per il locale tecnico centrale termica
- si prevede la presenza di liquidi incombustibili e conduttrici (acqua nei locali doccia ed umidità negli spogliatoi);
- nella centrale termica è presente caldaia funzionante a gas metano con potenza termica 50kW;
- l'attività è stata esplicitamente dichiarata dalla committenza non soggetta e non rientrante nell'elenco del DPR 1 agosto 2011 n.151 (elenco attività soggette ai controlli di prevenzione incendi e disciplina di prevenzione incendi).

L'eventuale futuro insediamento di materiali, macchinari e/o attività diverse o aggiuntive che comportino la modifica delle condizioni riportate nel presente progetto e classificazione dei volumi, con aggravio del rischio, comporterà obbligatoriamente la modifica ed aggiornamento del presente progetto.

- Caratteristiche strutture edilizie

Le strutture di elevazione sono realizzate con struttura portante in pilastri di cemento armato, tamponamenti esterni realizzati con rivestimento a cappotto, divisori interni e tamponamenti interni con pareti in pannelli in cartongesso su struttura metallica leggera. La copertura è costituita da struttura portante in acciaio e copertura in pannelli tipo monopanel o lastre in lamiera con interposizione dell'isolante.

Tutti i serramenti sono metallici e vetro.

- PRINCIPALI NORME PER GLI IMPIANTI ELETTRICI

Norme e decreti:

Decreto 22 gennaio 2008 n.37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
CEI 64-8 VII ^a ed. e s.m.i.	Norme relative agli impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000Vca e 1500Vcc e integrazioni parte 7;
CEI 11-17	Norme relative agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
CEI 11-25 (EN 60909-0)	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti;
CEI 11-27	Lavori su impianti elettrici;
CEI 11-48 (EN 50110)	Esercizio di impianti elettrici;
CEI 15-26 (EN60085)	Isolamento elettrico - Valutazione termica e designazione;
CEI 17-5 (EN60947-2)	Apparecchiature abassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici;
CEI 17-86	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto ad un guasto interno;
CEI 17-113 (EN61439-1)	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali;
CEI 17-114 (EN61439-2)	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
CEI 17-118 (EN61439-6)	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 6: Sistema di condotti sbarre;
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
CEI 64-52	Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici .
CEI 17-5 (EN 60947-2)	Apparecchiature a bassa tensione ;
CEI 17-70	Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione;
CEI 20-22.II	Prove d'incendio su cavi elettrici ;
CEI 20-27	Cavi per energia e per segnalamento ;

CEI 20-35	Prova di non propagazione della fiamma sui cavi elettrici;
CEI 23-93	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI EN 50086-1	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
CEI 100-7	Guida per l'applicazione delle norme riguardanti gli impianti d'antenna, ricezione radiofonica e televisiva;
CEI 23-3	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
CEI 23-50	Prese a spina per usi domestici e similari ;
CEI 23-21	Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per uso domestico e similare ;
CEI 23-22	Canalette porta cavi in materiale plastico per quadri ;
CEI 23-51	Quadri domestici ;
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri ;
CEI 34-22	Apparecchi per illuminazione di emergenza;
UNI EN 1838	Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza;
UNI EN 12464-1	Luce ed illuminazione - illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni;
CEI 2-3	Norme relative alle macchine elettriche rotanti ;
CEI 70-1	Codice di classificazione dei gradi di protezione IP;
CEI 70-3	Codice di classificazione dei gradi IK;
CEI UNEL 00721	Colori di guaina dei cavi elettrici
CEI UNEL 35011	Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione;
CEI UNEL 35012	Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco;
CEI UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;

CEI EN 62305-1	"Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI EN 62305-2	"Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Gestione del rischio" Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI EN 62305-3	"Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno fisico e pericolo di vita" - Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI EN 62305-4	Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture - Aprile 2006; Variante V1 Settembre 2008;
CEI 81-3	"Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico." Maggio 1999;
CEI 31-30 (EN 60079-10)	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas; Classificazione dei luoghi ;
CEI 31-33 (EN 60079-14)	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas; Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione;
Legge 186	del 01.03.1968 Regola d'arte;
Legge - 791	del 1977 attuazione direttiva CEE per le garanzie tecniche dei materiali;
Legge -123	del 03-08-07 tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
73/23/CEE	relativa alle garanzie di sicurezza che deve avere il materiale elettrico entro certi limiti di tensione – Marcatura CE;
D.M.	del 10.03.1998 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
D.M.	del 12.04.1996 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;
Legge 248	del 02.12.2005, conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 settembre 2005, n. 203, recante misure di contrasto all'evasione fiscale e disposizioni urgenti in materia tributaria e finanziaria;
Direttiva	Bassa Tensione, 2006/95/CE del 12 Dicembre 2006;
D.Lgs. 17	del 27.01.2010 Recepimento Direttiva Macchine 2006/42/CE.
Direttiva	sulla Compatibilità Elettromagnetica, 2004/108/CE del 15 Dicembre 2004 – come rettificata in C102/19 del 21.04.2010.
DPCM 8/07/2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli

elettrodotti;

D. Lgs 9 aprile 2008, n.81	Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", coordinato ed aggiornato con il DLgs 3 agosto, n. 106
DL 493/96	per segnaletica di sicurezza
DPR 462/01	Procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi

Descrizione dei volumi in oggetto ai fini della classificazione

- Locali spogliatoi, docce e locali di servizio alle varie attività sportive:

I locali in oggetto hanno la destinazione d'uso stessa del nome del locale che di seguito riportiamo:

- locali spogliatoi con docce divisi in maschi e femmine
- locale spogliatoio con doccia per istruttori
- locale magazzino di servizio ai campi
- locale spogliatoio con doccia per istruttori
- locale infermeria con servizio annesso
- locale ad uso commerciale con servizio annesso

Nei bagni spogliatoi sono presenti docce.

L'acqua sanitaria è riscaldata con boiler interno al locale CT.

I locali sono riscaldati con ventilconvettori collegati al circuito acqua calda proveniente dal locale CT.

Nei locali su detti non saranno presenti materiali infiammabili.

I materiali combustibili utilizzati nel normale esercizio dell'attività sono ritenuti di quantità ridotte, ai fini della classificazione.

Tali ambienti sono da ritenersi, ai fini della scelta degli impianti elettrici, locali aventi classe antincendio uguale a cl.a.i. 15.

L'attività è stata dichiarata dalla committenza NON soggetta al DPR 151/2011.

- Classificazione volumi :

I locali di servizio alle attività sportive in oggetto, sono considerati ambienti ORDINARI, norma CEI 64-8 VII^a ediz. e s.m.i..

Per i bagni con doccia, si definiscono le zone 0,1, 2 e 3 come prescritto dall'art 701.32 norma CEI 64-8 (vedi allegati grafici).

- Scelta dell'impianto elettrico

L'impianto elettrico nei locali di servizio alle attività sportive in oggetto è di tipo civile ad incasso e deve essere conforme alle prescrizioni generali della norma CEI 64-8 VII^a ediz. e s.m.i.. e le indicazioni della guida CEI 64-50.

Nei locali con doccia, l'impianto elettrico sarà conforme anche alle prescrizioni della norma CEI 64-8 parte 701 .

Tutti gli impianti elettrici nel locale bagno con doccia (CEI 64-8 701.412.5 e 701.53) dovranno essere protette a monte da dispositivi differenziali aventi $I_{dn} \leq 0,03A$.

- Locale centrale termica:

Nel locale centrale termica è presente un generatore di calore funzionanti a gas metano, con potenza termica totale 50kW.

Tutte le apparecchiature di impianto gas, dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme UNI-CIG e marcati CE ai sensi della direttiva gas DPR 661/96.

Nel locale c.t. non devono essere presenti materiali solidi, liquidi o aeriformi infiammabili o che possano generare atmosfera pericolosa ad eccezione dell'impianto di alimentazione a gas metano della caldaia. Le uniche apparecchiature che possano generare atmosfera pericolosa sono derivanti dall'impianto di adduzione del gas metano dei generatori di calore. Il locale dovrà rispondere alle prescrizioni per la sicurezza antincendio del D.M. 12.04.1996 (areazione e ventilazione adeguata del locale CT, compartimentazione REI, accessi e vie di fuga, sgancio dell'energia elettrica in caso di emergenza, etc.etc.)

All'interno delle zone di pericolo Z0, Z1, Z2 è vietata l'installazione di alcuna apparecchiatura dell'impianto elettrico.

Tali ambienti sono da ritenersi, ai fini della scelta degli impianti elettrici, locali aventi classe antincendio pari a cl.a.i. 15.

3.2.1 - Classificazione volumi :

Il locale centrale termica è classificato "ambiente ordinario" Norma CEI 64-8.

Si individuano le zone con pericolo di esplosione per la possibile presenza di gas c/o le valvole di intercettazione del gas metano.

Classificazione delle zone con pericolo di esplosione c/o le apparecchiature di intercettazione del gas metano - Relazione illustrativa dei calcoli eseguiti

Dati generali

Numero classificazione: P006

Struttura: CT

Comune: MRENO DI PIAVE

Provincia: TV

Altitudine (m): 55

Ambiente Codice A001 - Descrizione: AMBIENTE ESTERNO

Tipo di ambiente: aperto

Pressione atmosferica (Pa): 100127

Temperatura ambiente (°C): 20

Fattore di efficacia della ventilazione f: 2

Velocità minima del vento w (m/s): 0,5

Disponibilità della ventilazione: Buona

Numero dei ricambi d'aria Ca (1/s): 0,03333334

Sostanza infiammabile

Nome: Metano

Numero: 227

Composizione: CH4

LEL % volume: 4,40

LEL (kg /m³): 0,029359616

UEL % volume: 17,00

Densità relativa all'aria: 0,554

Massa molare (kg/kmol): 16,04

Coefficiente gamma (rapporto calori specifici): 1,31

Massa volumica del liquido (kg/m³): 415

Calore specifico a temperatura ambiente csl (J/(kg/K)): 3454

Coefficiente di diffusione del gas cd (m²/h): 0,074

Calore latente di vaporizzazione clv (J/kg): 5,10E5
Temperatura di ebollizione Tb (°C): -161,4
Temperatura di accensione (°C): 537
Temperatura di infiammabilità (°C): < 0
Gruppo delle costruzioni elettriche: IIA
Classe di temperatura: T1

Sorgente di emissione Codice: SE001 Descrizione: VALVOLA ESTERNA

Sostanza pericolosa: Metano

Fattore di efficacia della ventilazione per la sorgente di emissione: 2

Grado di emissione: secondo

Modalità di emissione: gas/vapore

Pressione all'interno del sistema di contenimento: Relativa (bar): 0,04 Assoluta (Pa): 104127

Area del foro di emissione (mm²): 0,25

Coefficiente di efflusso: 0,8

Temperatura della sostanza (°C): 20

Portata di emissione Qg (kg/s): 0,0000144796

Controllo dell'ambiente

Sorveglianza del personale

Luogo: non sorvegliato

Zone pericolose (generata dalla SE: SE001 - VALVOLA ESTERNA)

Emissione di grado secondo

Numero di ricambi d'aria Co (1/s): 2,202643

Portata minima di aria Qamin (m³/s): 0,0009986743

Tempo di persistenza t (s): 2,84

Volume Vz (m³): 0,0009067963 (non trascurabile)

Grado della ventilazione: Medio

Direzione dell'emissione: non nota

Tipo di zona: Zona 2

Distanza pericolosa dz (m): 0,09458

Quota a (m): 0,113

Volume zona pericolosa (m³): 0,006123932

Forma della zona pericolosa: vedasi la figura sottostante



Ambiente Codice A002 - Descrizione: CENTRALE TERMICA

Tipo di ambiente: chiuso

Volume libero dell'ambiente (m³): 17,12

Pressione atmosferica (Pa): 100127

Temperatura ambiente (°C): 20

Fattore di efficacia della ventilazione f: 2

Velocità minima dell'aria w all'interno dell'ambiente (m/s): 0,1

Disponibilità della ventilazione: Buona

Tipo di ventilazione: Naturale

Portata d'aria per la ventilazione Qa (m³/s): 0,0061

Numero ricambi d'aria per la ventilazione primaria Ca (1/s): 0,0003563084

Portata d'aria per effetto della spinta del vento Q_{aw} (m³/s): 0,0061
Portata d'aria per effetto camino Q_{at} (m³/s): 0

Sostanza infiammabile

Nome: Metano
Numero: 227
Composizione: CH₄
LEL % volume: 4,40
LEL (kg /m³): 0,029359616
UEL % volume: 17,00
Densità relativa all'aria: 0,554
Massa molare (kg/kmol): 16,04
Coefficiente gamma (rapporto calori specifici): 1,31
Massa volumica del liquido (kg/m³): 415
Calore specifico a temperatura ambiente csl (J/(kg/K)): 3454
Coefficiente di diffusione del gas cd (m²/h): 0,074
Calore latente di vaporizzazione clv (J/kg): 5,10E5
Temperatura di ebollizione Tb (°C): -161,4
Temperatura di accensione (°C): 537
Temperatura di infiammabilità (°C): < 0
Gruppo delle costruzioni elettriche: IIA
Classe di temperatura: T1

Sorgente di emissione Codice: SE001 Descrizione: VALVOLA

Sostanza pericolosa: Metano

Fattore di efficacia della ventilazione per la sorgente di emissione: 2

Grado di emissione: secondo

Modalità di emissione: gas/vapore

Pressione all'interno del sistema di contenimento: Relativa (bar): 0,04 Assoluta (Pa): 104127

Area del foro di emissione (mm²): 0,25

Coefficiente di efflusso: 0,8

Temperatura della sostanza (°C): 20

Portata di emissione Q_g (kg/s): 0,0000144796

Distanza dal soffitto h_s (m): 1,2

Controllo dell'ambiente

Sorveglianza del personale

Luogo: non sorvegliato

Zone pericolose (generata dalla SE: SE001 - VALVOLA)

Emissione di grado secondo

Numero di ricambi d'aria C_o (1/s): 0,3322259

Portata minima di aria Q_{amin} (m³/s): 0,0009986743

Tempo di persistenza t (s): 18,8

Volume V_z (m³): 0,006012019 (non trascurabile)

Grado della ventilazione: Medio

Direzione dell'emissione: non nota

Tipo di zona: Zona 2

Distanza pericolosa d_z (m): 0,12542

Quota a (m): 0,151

Volume zona pericolosa (m³): 0,01428015

Forma della zona pericolosa: vedasi la figura sottostante



- Scelta dell'impianto elettrico

Nella centrale termica sarà installato impianto elettrico di tipo industriale e civile, conforme alle prescrizioni generali della Norma CEI 64-8. **All'interno delle zone di pericolo Z0, Z1, Z2 è vietata l'installazione di alcuna apparecchiatura dell'impianto elettrico.**

- Criteri di esecuzione degli impianti elettrici in ambienti ordinari

Canalizzazioni

I conduttori dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente mediante tubazioni o canalette porta cavi.

Tubazioni

Tutte le condutture incassate, sia parete, sia a pavimento, sia a soffitto, saranno eseguite con tubo in materiale termoplastico del tipo pieghevole avente un diametro tale da garantire una agevole movimentazione dei conduttori.

Norme CEI 11-17 e CEI 64-8.

Tutte le condutture esterne a vista saranno eseguite con tubo di materiale termoplastico di tipo rigido, della serie pesante, avente un diametro tale da garantire una agevole movimentazione dei conduttori.

Norme CEI-EN50086 (CEI 23-56), CEI 11-17 e CEI 64-8

Il diametro delle condutture dovrà essere comunque superiore di almeno 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essi contenuti, con un minimo di mm16. Norme CEI 64-8 art. 522.8.1.1.

Le tubazioni pieghevoli saranno in PVC, del tipo:

- pesante, per conduttore sotto pavimento o all'esterno; codice 3321
- leggero, per conduttore sottotraccia a parete o a soffitto: codice 2222

I punti di derivazione e quelli che presentassero difficoltà nell'infilaggio dei conduttori dovranno essere eseguiti con l'installazione di scatole e/o cassette di derivazione da esterno e/o da incasso, in materiale termoplastico autoestinguente, di forma rettangolare o rotonda, complete di coperchio dello stesso materiale, fissato con viti.

Le scatole dovranno essere dotate di appositi diaframmi nel caso in cui entro di esse ci fossero circuiti sottoposti a tensioni diverse e tali circuiti dovranno essere opportunamente divisi dai diaframmi stessi.

Canali portacavi

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali.

Norme CEI 64-8 art. 522.8.1.1.

Devono essere utilizzati i necessari accessori per ottenere il previsto grado di protezione contro contatti diretti e per separare i cavi a tensione nominali differenti.

Per i canali metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali.

Conduttori

Tutti i NUOVI conduttori isolati e cavi installati dovranno essere conformi al regolamento prodotti da costruzione 305/11 (CPR) o alle norme specifiche di prodotto per il tipo di servizio ed impianto specifico da servire e comunque in conformità alla Norma CEI 64-8 VII^a ediz. V4 e s.m.i.;

I conduttori previsti sono del tipo:

- unipolari in rame, flessibili, isolati in PVC senza rivestimento esterno, grado di isolamento non inferiore a 450/750 V tipo FS17, per posa entro tubazione o canala in materiale termoplastico;
- unipolare in rame, flessibili, isolati in gomma G16, G17 o PVC DI qualità adatti al tipo di sito d'installazione con rivestimento esterno in PVC, grado di isolamento non inferiore a 600/1000 V, tipo FG16OM16 - 0,6/1 kV, per posa entro tubazione o canala in materiale termoplastico o metallico;
- multipolare in rame, flessibili, isolanti in gomma G16, G17 o PVC con rivestimento esterno in PVC, grado di isolamento non inferiore a 600/1000 V, per posa entro tubazioni o canala in materiale termoplastico o metallico.

Norme CEI 20-20 ,20-22II ecc...

Per maggiori dettagli si rinvia alle tavole allegate.

I conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL vigenti.

La sezione dei conduttori, specificata nelle tavole allegate, è calcolata in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti in modo da:

- limitare la caduta di tensione da vuoto a pieno carico entro il 4% della tensione nominale,
- non superare i valori delle portate di corrente ammesse dalle tabelle CEI-UNEL vigenti,
- garantire la protezione della conduttura da parte delle protezioni installate immediatamente a monte.

Ai fini della determinazione del carico reale massimo, viene preso in considerazione il carico effettivo massimo di ogni utilizzatore, oppure, in mancanza di questo, vengono utilizzati i carichi convenzionali riportati nelle norme CEI 11-11.

In ogni caso, la sezione dei conduttori non sarà inferiore a:

- 4 mmq per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3.6 kW;
- 2.5 mmq per derivazioni con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2.2 kW e inferiore a 3.6 kW;
- 1.5 mmq per illuminazione di base, derivazione per prese a spina con altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2.2 kW.

Tutte le giunzioni sui conduttori verranno realizzate con morsetti isolati.

Apparecchiature di utilizzazione e di comando

Le apparecchiature di comando e derivazione, ad esclusione di quelle previste per installazione all'interno dei quadri elettrici, sono del tipo modulare, componibili, con supporto in materiale plastico, entro contenitori atti a garantire il grado di protezione richiesto.

I punti luce saranno da interruttori o pulsanti unipolari con meccanismo, di portata nominale di 10 A e 250 V, rispondenti alla normativa CEI e dotati del Marchio Italiano di Qualità, con parti attive dimensionate per correnti con regime di 16A.

Norme CEI 23-9

Le prese di corrente bipolari con collegamento alla rete di terra, conformi alle norme CEI e dotate di Marchio Italiano di Qualità, avranno tensioni nominali di 220 V e corrente nominale indicata nell'elaborato grafico allegato, con una struttura tale da impedire il contatto accidentale con parti sotto tensione, anche durante le procedure di inserimento o rimozione della spina, realizzando il grado di sicurezza CEI 2.1

Norma CEI 23-50

Le prese di corrente tetrapolari tipo IEC 309 con collegamento alla rete di terra, conformi alle norme CEI e dotate di Marchio Italiano di Qualità, avranno tensioni nominali di 400 V e corrente nominale indicata nell'elaborato grafico allegato, con una struttura tale da impedire il contatto accidentale con parti sotto tensione, anche durante le procedure di inserimento o rimozione della spina, realizzando il grado di sicurezza CEI 2.1

Norme CEI 23-12

Vulnerabilità sismica

Si prescrive il rispetto e valutazione degli staffaggi degli impianti elettrici per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio (lettera del Capo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco prot.12807 del 09/09/2010).

Caratteristiche comuni dei materiali ed apparecchiature elettriche:

I materiali utilizzati per la realizzazione degli impianti oggetto del presente intervento, dovranno avere caratteristiche adeguate alla posa nei luoghi sopra descritti ed essere dotati di marchio CE per la garanzia di conformità alle norme CEI specifiche alla produzione di ogni specifico materiale .

Tutti i nuovi materiali elettrici installati devono essere certificati e marchiati CE dal produttore e/o costruttore e conformi alle norme di prodotto, dovranno essere dichiarati dall'installatore (secondo i certificati e manuali forniti dal fornitore/costruttore e la modalità di posa) idonei al luogo di installazione e tipologia di utilizzo corredati del manuale d'uso e manutenzione degli stessi e dell'intero impianto elettrico realizzato.

Tutti i nuovi macchinari devono essere certificati e marchiati CE dal costruttore e conformi alla Direttiva Macchine e dovranno essere dichiarati dal fornitore/costruttore idonei al luogo di installazione e tipologia di utilizzo corredati del manuale d'uso e manutenzione e del documento di valutazione dei rischi del macchinario stesso.

Tutti gli impianti elettrici dovranno essere mantenuti obbligatoriamente come previsto dal D.M. n.37/08 art.8 comma 2 dal D.Lgs 81/08 e secondo le modalità previste dalla norma CEI 64-8 sez.6 e norme specifiche per la tipologia di prodotti, apparecchiature ed impianti installati.

Le prescrizioni integrative per gli impianti elettrici nei vari locali sono descritte nelle sezioni 5.3. , 6.1 e 7.1 per la protezione dai contatti diretti e indiretti.

Il gestore dell'attività dovrà comunque far eseguire al proprio addetto formato e alle ditte specializzate per la manutenzione, le verifiche periodiche previste dalla norma CEI 64-8 sez.6 in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs.81/2008.

Prescrizioni particolari:

Si segnala inoltre che devono essere rispettate le prescrizioni integrative per gli impianti elettrici per i locali da bagno contenenti docce della norma CEI 64-8 sezione 701 e meglio descritte nei paragrafi successivi (impianti elettrici fm ed illuminazione ed impianto di terra).

Le prescrizioni integrative per gli impianti elettrici nei vari locali sono descritte nelle sezioni seguenti anche per la protezione dai contatti diretti ed indiretti.

- IMPIANTO ELETTRICO

STRUTTURA DELL' IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto si compone delle seguenti sezioni:

- ricezione e protezione dell'energia elettrica
- impianto alimentazione forza motrice
- impianto di illuminazione

Il progetto e le tavole allegate costituiscono una indicazione generale della composizione, distribuzione e ubicazione dei vari componenti dell'impianto elettrico.

Le tavole allegate sono:

- TAV. A0 impianto distribuzione forza motrice, illuminazione ed illuminazione di sicurezza, impianto dispersore di terra e particolari;
- Fg. A4 schemi unifilari quadri elettrici di protezione e sezionamento;
(i nomi dei quadri di ricezione e distribuzione energia hanno come suffisso l'iniziale del locale o degli utilizzatori in protezione)

- *Dati tecnici dell'impianto elettrico:*

Dati tecnici di progetto:

Cat. Impianto elettrico :	-I- cat.
Sistema elettrico :	-TT-
Potenza contrattuale prevista :	6,6kW
Tensione nominale :	230V
Numero fasi :	f+N
Icc max (presunta nel punto di consegna) :	6kA

- Fornitura energia elettrica

La fornitura elettrica non è oggetto del presente appalto e sarà cura della proprietà predisporre tutte le opere ed impianti necessari all'allaccio elettrico della nuova struttura in oggetto. Si specificano in ogni caso le caratteristiche della fornitura di energia elettrica: sarà realizzata direttamente in bassa tensione con contatore di energia elettrica dell'ente elettrofornitore.

Il contatore sarà ubicato all'esterno ed è installato entro apposita cassetta isolante in manufatto prefabbricato predisposto.

Vicino al contatore sarà installato l'interruttore generale di protezione linea a valle del contatore di fornitura energia elettrica entro apposita cassetta isolante.

L'alimentazione sarà interna al manufatto e alle cassette isolanti delle apparecchiature e realizzata mediante cavo con guaina di tipo FG16OR16 2x6 mm², la lunghezza del collegamento Wh Enel - quadro a valle sarà inferiore a 3 metri.

- Elenco caratteristiche quadri elettrici di protezione

QUADRO ELETTRICO A VALLE CONTATORE ENTE FORNITORE (NON OGGETTO DEL PRESENTE APPALTO)

-Quadro di ricezione e distribuzione energia elettrica e di protezione linea di alimentazione dalla rete pubblica

- Potenza massima del quadro 8,3kW (cosfi=0.9);
- Tensione di esercizio 230V;
- Corrente massima di esercizio 40A
- Corrente lcc max di progetto 6kA
- Grado di protezione IP55
- Norma applicata CEI EN 61439-(1)(2)(3)(4)(5)(6) sezioni di pertinenza

QUADRO ELETTRICO GENERALE

-Quadro di ricezione e distribuzione energia elettrica e di protezione linee elettriche f.m. e luce cantina

- Potenza massima del quadro 13kW (cosfi=0.9);
- Tensione di esercizio 230V;
- Corrente massima di esercizio 63A
- Corrente lcc max di progetto 6kA
- Grado di protezione IP40
- Norma applicata CEI EN 61439-(1)(2)(3)(4)(5)(6) sezioni di pertinenza

QUADRO ELETTRICO CENTRALE TERMICA - QCT

-Quadro di ricezione e distribuzione energia elettrica e di protezione linee elettriche f.m.,luce e di servizio centrale termica, riscaldamento

- Potenza massima del quadro 8,3kW (cosfi=0.9);
- Tensione di esercizio 230V;
- Corrente massima di esercizio 40A
- Corrente lcc max di progetto 4,5kA
- Grado di protezione IP65
- Norma applicata CEI EN 61439-(1)(2)(3)(4)(5)(6) sezioni di pertinenza

QUADRO ELETTRICO LOCALE COMMERCIALE – QB bar

-Quadro di ricezione e distribuzione energia elettrica e di protezione linee elettriche f.m. e luce locale commerciale

- Potenza massima del quadro 8,3kW (cosfi=0.9);
- Tensione di esercizio 230V;
- Corrente massima di progetto 40A
- Corrente lcc max di progetto 4,5kA
- Grado di protezione IP40
- Norma applicata CEI EN 61439-(1)(2)(3)(4)(5)(6) sezioni di pertinenza

- Descrizione degli impianti:

- Impianto di ricezione dell'energia elettrica

- Il contatore di fornitura energia elettrica è ubicato all'esterno, deve essere installato entro apposita cassetta isolante con grado di protezione IP55. Vicino al contatore è installato il quadro generale a valle contatore che dovrà contenere l'interruttore generale cantina e di protezione linea dorsale di alimentazione cantina, con apposita cassetta isolante con grado di protezione IP55. L'alimentazione è in doppio isolamento con cavi posti entro le custodie delle apparecchiature stesse.
- Il quadro generale è ubicato all'interno dell'ufficio accettazione-gestione attività sportive e sarà alimentato con cavi con guaina di tipo FG16OR16 2x6mm².

- Descrizione impianti elettrici nei vari ambienti:

- Impianto forza motrice spogliatoi, docce e locali di servizio alle varie attività sportive

Gli impianti elettrici forza motrice ed illuminazione dei locali in oggetto, saranno di tipo civile ad incasso, avranno origine nel quadro generale (QG) ed avranno adeguata protezione, magnetotermica, contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nel quadro stesso e nei quadri secondari di zona, QCT, QC, QS, e QB.

La distribuzione interna illuminazione e FM sarà realizzata mediante cavidotti in tubo pvc con posa incassata nelle strutture a pavimento (sottofondi e massetti) e nelle pareti e soffitti con tracce se in laterizio o fissate con gli appositi sistemi ed accessori se poste nelle intercapedini delle pareti in cartongesso .

Le tubazioni previste a seconda della posa delle stesse dovranno essere:

cavidotti in tubo PVC corrugato serie pesante doppia parete per posa interrata;

cavidotti in pvc corrugato serie pesante da incasso con tracce nelle pareti/soffitti in laterizio o fissate all'interno delle intercapedini in cartongesso

cavidotti in pvc rigido serie pesante a vista, il grado di protezione del sistema previsto min.IP55 (ad esempio sopra i controsoffitti fissate alle strutture metalliche sotto la copertura.

Tutti i conduttori isolati e cavi installati dovranno essere conformi al regolamento prodotti da costruzione 305/11 (CPR) o alle norme specifiche di prodotto per il tipo di servizio ed impianto specifico da servire; devono essere non propaganti l'incendio CEI 20-22II, del tipo con isolamento in pvc o gomma o HEPR G16, G17, G9, M1 0,5 o 0,7kV senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi in conformità alla Norma CEI 64-8 VII^a ediz. V5 e s.m.i..

I conduttori esistenti installati devono essere non propaganti l'incendio CEI 20-22II, del tipo con isolamento in pvc o gomma 0,5 o 0,7 kV .

Le prese di tensione saranno adatte al tipo di posa con alveoli protetti e grado di protezione IP20minimo. Nelle zone doccia non sono previsti utilizzi e prese ad eccezione dell'illuminazione locale.

Le giunzioni in genere, per la derivazione saranno effettuate in apposite cassette di derivazione da incasso a parete IP31 o superiore o da esterno a parete o sopra il controsoffitto con grado di protezione superiore o uguale a IP55 .

Tutte le custodie e le apparecchiature elettriche devono essere in materiale plastico, con caratteristiche di incombustibilità e resistente alle prove previste, norma CEI 64-8, con

grado di protezione min. IP2x.

Le apparecchiature elettriche saranno adeguate per impianto di tipo civile con prescrizioni particolari per i locali da bagno con doccia.

Tutti i circuiti terminali saranno protetti da interruttori differenziali con corrente di intervento 30mA.

- Tutto l'impianto sarà conforme alle prescrizioni generali della norma CEI 64-8 integrate dalla parte 701 per i locali da bagno con doccia.

- Impianto di illuminazione spogliatoi, docce e locali di servizio alle varie attività sportive

Gli impianti elettrici forza motrice ed illuminazione dei locali in oggetto, saranno di tipo civile ad incasso, avranno origine nel quadro generale (QG) ed avranno adeguata protezione, magnetotermica, contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nel quadro stesso e nei quadri secondari di zona, QCT, QC, QS, e QB.

Le linee di alimentazione del complesso di illuminazione sono state calcolate con coefficiente di contemporaneità uguale ad uno e non sono sovraccaricabili.

La distribuzione interna illuminazione e FM sarà realizzata mediante cavidotti in tubo pvc con posa incassata nelle strutture a pavimento (sottofondi e massetti) e nelle pareti e soffitti con tracce se in laterizio o fissate con gli appositi sistemi ed accessori se poste nelle intercapedini delle pareti in cartongesso .

Le tubazioni previste a seconda della posa delle stesse dovranno essere:

cavidotti in tubo PVC corrugato serie pesante doppia parete per posa interrata;

cavidotti in pvc corrugato serie pesante da incasso con tracce nelle pareti/soffitti in laterizio o fissate all'interno delle intercapedini in cartongesso

cavidotti in pvc rigido serie pesante a vista, il grado di protezione del sistema previsto min.IP55 (ad esempio sopra i controsoffitti fissate alle strutture metalliche sotto la copertura.

Tutti i cavidotti dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme CEI-EN50086 (CEI23-56) (codice tubi :3321), CEI 23-25, CEI 23-29, CEI 11-17, CEI 17-13 e CEI 64-8 integrate dalla guida CEI 64-50 e avranno grado di protezione minimo IP2X ed IP55 nei locali con docce. Tutti i conduttori isolati e cavi installati dovranno essere conformi al regolamento prodotti da costruzione 305/11 (CPR) o alle norme specifiche di prodotto per il tipo di servizio ed impianto specifico da servire; devono essere non propaganti l'incendio CEI 20-22II, del tipo con isolamento in pvc o gomma o HEPR G16, G17, G9, M1 0,5 o 0,7kV senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi in conformità alla Norma CEI 64-8 VII^a ediz. V5 e s.m.i..

I conduttori esistenti installati devono essere non propaganti l'incendio CEI 20-22II, del tipo con isolamento in pvc o gomma 0,5 o 0,7 kV .

Le accensioni delle lampade sono realizzate mediante l'utilizzo di rilevatori di movimento per installazione su scatole portafrutto o direttamente a soffitto per i locali anti wc, wc e docce, ed interruttori o deviatori unipolari per tutti gli altri locali, posti in prossimità degli ingressi degli stessi ed aventi grado di protezione minimo IP2x.

Caratteristiche illuminazione richieste :

--attività	:	Spogliatoi e servizi igienici
--valori medi di illuminamento	:	" " 150 lux
--tonalità di colore	:	" " W,I, 3300-5300K
--resa colore	:	" " -3- (60<Ra<80)

--attività	:	Uffici, commerciale e polivalente
--valori medi di illuminamento	:	" " 300 lux
--tonalità di colore	:	" " W,I, 3300-5300K
--resa colore	:	" " -3- (60<Ra<80)

I corpi luminosi interni sono del tipo :

- plafoniere da incasso nel controsoffitto con lampade PANEL LED ad alto rendimento , in alluminio e diffusore in PMMA e con grado di protezione per vano reattore IP44, con classe di isolamento II'
- plafoniere circolari con lampada a led con grado di protezione IP44, con classe di isolamento II';
- plafoniere "stagne" con lampade led con grado di protezione per vano reattore IP66 e con classe di isolamento I' (per gli spogliatoi e locali doccia, ubicate ad h>2,25mt)

Le giunzioni in genere, per la derivazione saranno effettuate in apposite cassette di derivazione da incasso a parete IP31 o superiore o da esterno a parete o sopra il controsoffitto con grado di protezione superiore o uguale a IP55 .

Tutte le custodie e le apparecchiature elettriche devono essere in materiale plastico, con caratteristiche di incombustibilità e resistente alle prove previste, norma CEI 64-8, con grado di protezione min. IP2x.

Le apparecchiature elettriche saranno adeguate per impianto di tipo civile con prescrizioni particolari per i locali da bagno con doccia.

Tutti i circuiti terminali saranno protetti da interruttori differenziali con corrente di intervento 30mA.

- Tutto l'impianto sarà conforme alle prescrizioni generali della norma CEI 64-8 integrate dalla parte 701 per i locali da bagno con doccia.

- Prescrizioni particolari per i locali da bagno con doccia

Generalità

I locali contenenti bagni o docce devono essere classificati, con riferimento alla sicurezza contro i contatti elettrici (diretti e indiretti), come luoghi a rischio aumentato.

E' noto infatti che l'intensità della corrente che attraversa il corpo umano non dipende solo dalla tensione di contatto ma anche, in modo inversamente proporzionale, dalla resistenza del corpo stesso e quest'ultima diminuisce sensibilmente all'aumentare della presenza di umidità.

Nei locali contenenti bagni o docce è opportuno prevedere l'adozione di precauzioni particolari, aventi principalmente lo scopo di evitare condizioni pericolose per le persone.

Gli impianti elettrici in questi locali devono, pertanto, essere eseguiti con maggiori prescrizioni tecniche rispetto agli ambienti ordinari, quindi è necessario un maggiore impegno nel comprendere ed applicare le prescrizioni normative. La Norma CEI 64-8/7 alla sezione 701, tratta le prescrizioni particolari alle quali devono soddisfare gli impianti elettrici realizzati nei locali contenenti bagni o docce.

Aspetti di sicurezza e classificazione delle zone

La progettazione e l'installazione degli impianti elettrici nei locali contenenti bagni e docce devono rispondere, oltre che alle prescrizioni generali di sicurezza della Norma CEI 64-8, anche a particolari requisiti di sicurezza atti a mitigare il maggior rischio relativo ai contatti diretti o indiretti tipico di questi ambienti.

In sostanza quanto più ci si avvicina alla vasca da bagno o alla doccia tanto più le condizioni di pericolo sono gravose; infatti:

- la resistenza della pelle, con una considerevole parte del corpo umano immersa in acqua, può considerarsi praticamente nulla sicché anche basse tensioni di contatto possono risultare letali;
- il contatto mano-corpo semi immersi risulta molto pericoloso e, conseguentemente, è necessario limitare al minimo la possibilità di contatto con parti in tensione nelle zone accessibili dalla vasca e dal piatto doccia;
- nella zona circostante il pavimento è spesso bagnato o comunque umido; per questo, e in considerazione del fatto che la persona è spesso priva di vestiario e di calzature le condizioni ambientali risultano alquanto pericolose.

Per tutte queste ragioni la Norma CEI 64-8 suddivide i locali contenenti bagni o docce in zone (figure 2.1 e 2.2), caratterizzate da un pericolo decrescente man mano che ci si allontana dal bordo della vasca da bagno e/o della doccia:

- *la zona 0* è individuata dal volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia. Per le docce senza piatto, l'altezza della zona 0 è di 10 cm e la sua superficie ha la stessa estensione orizzontale della zona 1. Data la presenza di acqua in condizioni ordinarie di esercizio, questa zona deve essere considerata ovviamente la più pericolosa.
- *la zona 1* è individuata dal volume sovrastante la vasca da bagno o il piatto doccia fino a un'altezza di 2,25 m, nel caso in cui il fondo della vasca o della doccia sia a più di 15 cm sopra il pavimento, la quota di 2,25 m verrà misurata a partire dal fondo e non dal pavimento. Per le docce senza piatto la zona 1 si estende in verticale per 1,20 m dal punto centrale del soffione posto a parete o a soffitto. La zona 1 non include la zona 0, e lo spazio sotto la vasca da bagno o la doccia è considerato zona 1.

- *la zona 2* comprende il volume immediatamente circostante la vasca da bagno o il piatto doccia esteso fino a 0,6 m in orizzontale e fino a 2,25 m in verticale con la distanza verticale misurata dal pavimento. Per le docce senza piatto non esiste una zona 2 ma una zona 1 aumentata a 1,20 m come indicato al punto precedente.
- *la zona 3* si ottiene dal volume esterno alla zona 2, o della zona 1 in caso di mancanza del piatto doccia, fino alla distanza orizzontale di 2,40 m.

Le zone non si estendono all'esterno del locale attraverso le aperture munite di serramenti: ciò vuol dire che l'interruttore posto fuori dalla porta del bagno è ammissibile, anche se dista a meno di 0,60 m dal bordo della vasca e/o del piatto doccia.

Gli ostacoli posti all'interno delle zone deformano l'estensione della zona secondo la regola del filo teso, ovvero la dimensione della zona viene misurata lungo la linea di minimo percorso che evita l'ostacolo, che può essere normalmente la parete su cui si attesta la vasca o il piatto doccia, interrotta da un'apertura o il box doccia attestato alla parete.

Condutture

Le condutture incassate nelle zone 1,2,3 ad una profondità superiore a 5 cm non sono sottoposte ad alcuna limitazione. Se sono installate in vista o incassate ad una profondità inferiore a 5 cm devono essere di classe II (cavi unipolari in tubo protettivo isolante oppure cavi multipolari con guaina non metallica. Nelle zone 1 e 2 le condutture devono essere limitate ai tratti necessari per l'allacciamento degli apparecchi utilizzatori consentiti in tali zone. Non sono ammesse condutture in tubo metallico ed è vietata l'installazione di cassette di derivazione ad esclusione di quelle utilizzate per la connessione degli apparecchi ammessi nella zona.

Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione possono essere installati in zona 2 purché sia garantito un grado di protezione minimo IPX4. La condotta deve essere di classe II ottenibile anche tramite conduttori unipolari in tubo protettivo isolante. La connessione deve essere realizzata in modo che sia garantito il grado di protezione minimo richiesto.

Dispositivi di protezione e comando

Nella zona 1 e 2 è vietato installare qualsiasi dispositivo di comando, sezionamento o protezione. Fanno eccezione gli interruttori dei circuiti SELV con tensione non superiore a 12 V c.a. e 30 V c.c. ma il trasformatore di sicurezza di tali circuiti deve essere collocato all'esterno delle zone 1 e 2. Nelle zone 2 fanno eccezione gli interruttori di comando incorporati negli apparecchi utilizzatori ammessi nella zona 2 e le prese a spina alimentate da trasformatori di isolamento a bassa potenza incorporati nelle stesse prese a spina (complesso trasformatore-presa per rasoi). Nella zona 3 sono ammesse le prese a spina e i dispositivi comando, protezione, sezionamento se sono protetti mediante uno dei seguenti sistemi:

- sistema SELV;
- interruzione dell'alimentazione tramite interruttori differenziali con I_{dn} non superiore a 30 mA (per aumentare la sicurezza può essere impiegato un interruttore differenziale con I_{dn} non superiore a 10 mA);
- separazione elettrica ottenuta per mezzo di trasformatore per singolo dispositivo .

Tutti i componenti dell'impianto elettrico installati in ciascuna zona devono possedere precisi requisiti in termini di grado di protezione (idoneità alle condizioni ambientali) e

protezione dai contatti indiretti secondo quanto riportato nella tabella 2.1.

Collegamenti equipotenziali

Nei locali contenenti bagni o docce, occorre effettuare i collegamenti equipotenziali supplementari fra tutte le masse estranee accessibili delle zone 0, 1, 2 e 3 e il conduttore di protezione.

I conduttori equipotenziali devono avere sezione pari a $2,5 \text{ mm}^2$ oppure 4 mm^2 a seconda che vengono posati all'interno di tubi protettivi o direttamente sotto l'intonaco o il pavimento, pratica questa però sconsigliata.

I collegamenti equipotenziali supplementari riguardano le tubazioni metalliche dell'acqua, del gas, del riscaldamento e vengono realizzati con collari di materiale tale da evitare fenomeni corrosivi, che vengono collegati al conduttore di protezione nella cassetta di distribuzione più vicina.

La vasca da bagno o il piatto doccia, in genere, non sono in contatto con i ferri del cemento armato per cui non sono classificabili come masse estranee, e quindi non necessitano dei collegamenti al nodo equipotenziale.

I collegamenti equipotenziali supplementari non sono richiesti in assenza della vasca da bagno e della doccia, in quanto sono considerati come locali servizi igienici.

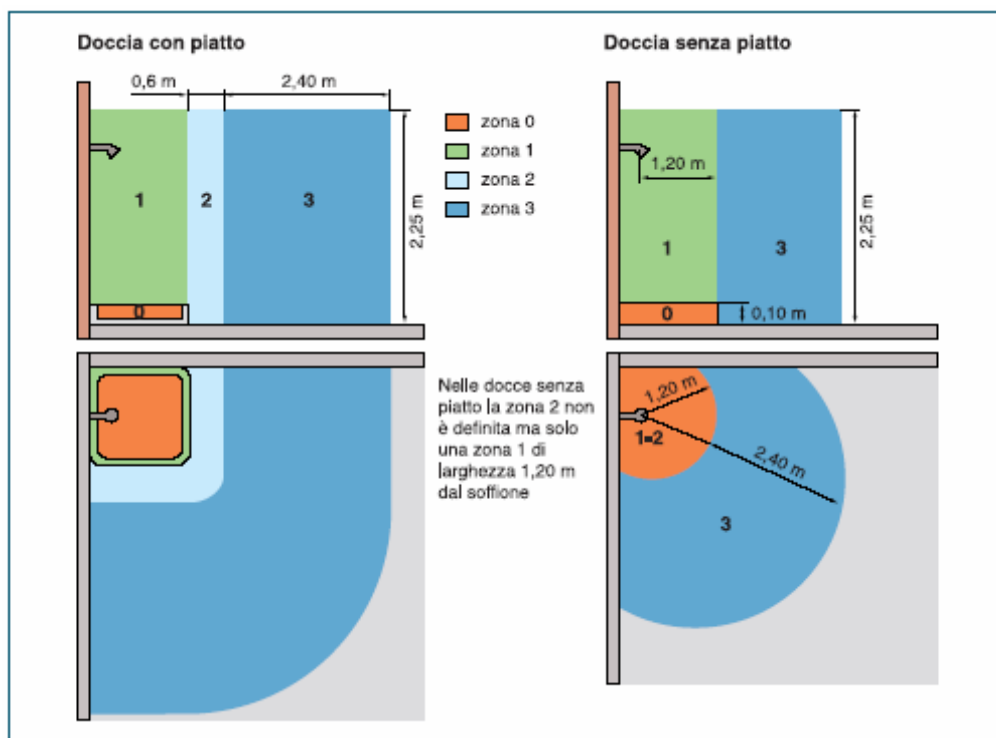


Figura 2.2 - La definizione delle zone nel locale doccia

Tabella 2.1 - Installazione e caratteristiche dei componenti degli impianti elettrici nei locali con bagno o doccia

	ZONA 0	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Grado di protezione minimo contro la penetrazione di liquidi	IPX7	IPX4 (IPX5 nei locali pubblici nei quali sia prevista per la pulizia l'uso di getti d'acqua)	IPX4 (IPX5 nei locali pubblici nei quali sia prevista per la pulizia l'uso di getti d'acqua)	IPX1 (IPX5 nei locali pubblici nei quali sia prevista per la pulizia l'uso di getti d'acqua)
Dispositivi di comando, protezione, ecc.	Non ammessi	Vietati con l'eccezione di interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o a 30 V in c.c. con sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0, 1, 2	Vietati con l'eccezione di interruttori di circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. o a 30 V in c.c. con sorgente di sicurezza installata fuori dalle zone 0, 1, 2	Ammessi purché la protezione è ottenuta mediante: <ul style="list-style-type: none"> • separazione elettrica individualmente, • SELV; o • con interruttore differenziale $I_{\Delta n} \leq 30$ mA
Apparecchi utilizzatori	Ammessi purché contemporaneamente: <ul style="list-style-type: none"> • siano adatti all'uso in quella zona secondo le relative norme e siano montati in accordo con le istruzioni del costruttore; • siano fissati e connessi in modo permanente; • siano protetti mediante circuiti SELV alimentati a tensione non superiore a 12 V in c.a. e a 30 V in c.c. 	Sono ammessi solo scaldacqua elettrici e apparecchi di illuminazione purché protetti da SELV con tensione non superiore a 25 V c.a. od a 60 V c.c.	Sono ammessi scaldacqua elettrici, apparecchi di illuminazione, di riscaldamento, unità per vasche idromassaggi di classe I e II protetti con interruttori differenziali con $I_{\Delta n} \leq 30$ mA	Non persiste alcuna limitazione e valgono le regole generali di installazione
Prese a spina	Non ammesse	Non ammesse	Ammesse solo prese per rasoi elettrici con proprio trasformatore di isolamento di classe II incorporato	Ammesse purché protette con interruttori differenziali da $I_{\Delta n} \leq 30$ mA
Cassette di derivazione	Non ammesse	Non ammesse	Non ammesse	Non persiste alcuna limitazione e valgono le regole generali di installazione
Conduttore metalliche (eccetto quelle incassate a profondità maggiore di 5 cm)	Limitate a quelle che alimentano apparecchi posti nelle zone 0, 1 e 2			Non persiste alcuna limitazione e valgono le regole generali di installazione

- Locale Centrale Termica

Nella centrale termica sarà installato impianto elettrico di tipo industriale e civile, conforme alle prescrizioni generali della Norma CEI 64-8. In ogni caso si è prevista la realizzazione di impianto essenziale per l'illuminazione del locale e per l'installazione di una presa di servizio. Si consente inoltre la realizzazione solamente dei collegamenti elettrici del bruciatore del gas e delle apparecchiature necessarie per il funzionamento dell'impianto termico. Quest'ultimi dovranno rispettare le prescrizioni del costruttore del generatore e delle pompe e delle eventuali valvole motorizzate.

Nel locale caldaia sarà presente solo un circuito di illuminazione e presa di servizio del locale ed il circuito di comando e alimentazione della caldaia e relativi servizi per gli impianti meccanici.

La potenza prevista per il locale c.t. è minore o al massimo uguale a 3kW monofase.

L'alimentazione principale dell'impianto elettrico locale c.t. è derivata da quadro elettrico generale QG e gli impianti elettrici forza motrice ed illuminazione avranno origine nel quadro centrale termica (QCT) ed avranno adeguata protezione, magnetotermica, contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nel quadro stesso. La distribuzione interna di illuminazione e forza motrice è realizzata mediante cavidotti in tubo PVC corrugato serie pesante doppia parete per posa interrata; cavidotti in pvc corrugato serie pesante da incasso con tracce nelle pareti/soffitti in laterizio e cavidotti in pvc rigido serie pesante a vista, il grado di protezione del sistema previsto min.IP55 .

I cavidotti dovranno essere conformi alle prescrizioni delle norme CEI-EN50086 (CEI 23-56) (codice tubi :3321), CEI 11-17, CEI 17-13 e CEI 64-8 più le integrazioni parte 751.04.1.

Tutti i conduttori isolati e cavi installati dovranno essere conformi al regolamento prodotti da costruzione 305/11 (CPR) o alle norme specifiche di prodotto per il tipo di servizio ed impianto specifico da servire; devono essere non propaganti l'incendio CEI 20-22II, del tipo con isolamento in pvc o gomma o HEPR G16, G17, G9, M1 0,5 o 0,7kV senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi in conformità alla Norma CEI 64-8 VII^a ediz. V4 e s.m.i..

Va prevista la compartimentazione con apposite barriere tagliafuoco REI 120 di tutti gli attraversamenti delle condutture di diversi compartimenti antincendio (collari tagliafuoco, sacchetti tagliafuoco, siliconi e riempitivi REI), dotati di appositi certificati ministeriali e prove di tipo in laboratori autorizzati, installati secondo le indicazioni del produttore/fornitore.

Le apparecchiature presenti sono quelle essenziali per l'illuminazione del locale e per l'alimentazione delle apparecchiature dell'impianto di riscaldamento.

Le giunzioni in genere, per la derivazione saranno effettuate in apposite cassette di derivazione con grado di protezione superiore o uguale a IP4X .

Tutte le custodie e le apparecchiature elettriche devono essere in materiale plastico con caratteristiche di incombustibilità e resistente alle prove previste, norma CEI 64-8, con grado di protezione min. IP4X.

- Tutte le custodie e le apparecchiature elettriche devono essere in materiale plastico con caratteristiche di incombustibilità e resistente alle prove previste dalle relative norme, con grado di protezione IP40 o superiore.

-Tutto l'impianto deve essere conforme alle prescrizioni della norma CEI 64-8.

INOLTRE:

Devono essere rese equipotenziali tutte le masse e le masse estranee.

All'interno delle zone di pericolo Z0, Z1, Z2 è vietata l'installazione di alcuna apparecchiatura dell'impianto elettrico.

COMANDO DI SEZIONAMENTO D'EMERGENZA

Sarà installato impianto di sezionamento di emergenza di tutte le linee elettriche interne al locale centrale termica, mediante interruttore di manovra sezionatore linea dorsale di alimentazione CT in cassetta rossa con schermo trasparente frangibile di sgancio di emergenza ubicato appena fuori del locale in oggetto.

- Impianto di illuminazione di sicurezza

Per i luoghi di lavoro deve essere realizzata l'illuminazione di sicurezza delle vie di esodo . Si consiglia che la quantità e il posizionamento dei corpi illuminanti di emergenza, permetta di avere 5lx/mq sui percorsi di esodo, con lo scopo di agevolare l'evacuazione dei locali in caso di mancanza di energia elettrica .

Posti sopra le uscite di sicurezza andranno collocati cartelli indicatori d'uscita visibili anche da lontano, in condizioni di illuminazione ordinaria e di emergenza.

Con tale progetto si intende dare un indicazione della tipologia e ubicazione dei corpi illuminanti di emergenza :

tipologia:

- corpi illuminanti con lampade led SE vari lumen a seconda della dimensione del locale (vedere grafico allegato) (funzionamento sola emergenza), autonomia 1h, tempo di ricarica 12 ore, conforme alle norme CEI 64-50, CEI 64-8, EN60598-2-22, EN 605981, UL94 con dispositivo di autotest, quantità:- ubicazione: - vedi allegato grafico;

La definizione e le eventuali integrazioni dell'impianto di illuminazione di sicurezza per il raggiungimento delle condizioni antinfortunistiche circa l'attività lavorativa, il rilievo di ostacoli che sono inseriti dalla gestione dell'attività con limitazione della illuminazione ordinaria e di sicurezza saranno oggetto di valutazione di operatore specifico che quindi indicherà la disposizione definitiva e l'eventuale integrazione da operare ai rispettivi impianti di illuminazione .

Norme di riferimento : D.Lgs. 81 (ex DL626-94), CEI 64-8, DL493 (14.08.96).

- Impianto fotovoltaico

È prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico in copertura installato sulla falda a sud con posa in aderenza al manto di copertura . Il campo fotovoltaico , sarà composto da n° 16 pannelli in silicio monocristallino con potenza di 350W di picco, in modo da ottenere una potenza di impianto di 5kW, con sistema monofase.

La trasformazione della tensione da CC a AC sarà affidata ad un unico inverter monofase, con potenza nominale 5600W, installato presso vano tecnico.

I cavi utilizzati in copertura saranno di tipo solari, con adatti alla posa su canalette e/o in aria libera tipo FG7M2. La linea dedica all'impianto fotovoltaico sarà derivata direttamente dal quadro elettrico centrale termica, con interruttore magnetotermico differenziale dedicato.

Le tubazioni di questo impianto saranno separate da ogni altro circuito.

- Impianto di protezione e di terra

L'impianto di protezione sarà distribuito a tutte le apparecchiature con classe di isol. I' e in tutte le prese di tensione. I conduttori di protezione avranno sezione pari ai conduttori di fase se questi ultimi non superano i 16mm²; sezione uguale a 16mm² se i conduttori di fase non superano i 35mm² altrimenti la sezione sarà la metà di quella dei conduttori di fase. I conduttori di equipotenzialità EQP devono essere non inferiori alla metà del PE principale di quell'impianto comunque non superiore a 25mm² e con un minimo di 6 mm².

Si prescrive il collegamento equipotenziale delle tubazioni metalliche entranti.

-Tutto l'impianto di protezione e di terra adotterà le prescrizioni circa la sua identificazione;
-conduttori isolati colore giallo verde;
Inoltre le masse e le masse estranee presenti nei locali con doccia dovranno essere collegate all'impianto di terra con collegamenti equipotenziali supplementari nelle tubazioni dell'acqua calda e fredda qualora metalliche (se in multistrato non è necessario)..
Si prescrive il collegamento equipotenziale delle reti metalliche della pavimentazione opportunamente saldate fra loro. Tali conduttori equipotenziali dovranno essere protetti meccanicamente e dalla corrosione.

- Dispensori di terra

Il dispersore di terra è costituito da picchetto a croce FeZn 50x50x5mm L=2m in pozzetto cls. ispezionabile, interconnesso con l'anello di terra costituito da corda di rame nuda $S=35\text{mm}^2$ fissata con gli appositi morsetti a pettine con lamella acciaio rame, alle strutture metalliche ferri di fondazione e reti metalliche elettrosaldate pavimentazione. Tale dispersore è collegato ai collettori di terra all'interno dei quadri elettrici o in apposite cassette poste sotto gli stessi, con conduttore di terra tipo FG17 450/750V 1G25 entro tubo protettivo, si prevedono anche le uscite "chiamate baffi" di spezzoni di corda nuda negli angoli della struttura per eventuale integrazione del dispersore.

Dovrà essere misurata la resistenza di terra "Ra" resistenza dell'anello di guasto verso terra relativo a detto impianto e operata la verifica della tensione di terra in caso di guasto per il rispetto dei parametri di cui alla norma CEI 64-8.

Il gestore dell'attività dovrà comunque eseguire le verifiche periodiche, a seguito della prima denuncia, da parte di organismo notificato, secondo il D.P.R. 462/01 con le modalità e verifiche secondo le norme CEI 64-8.

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La Norma 64-8 classifica i componenti elettrici, secondo il loro modo di protezione contro i contatti indiretti, in:

Componente elettrico di classe 0

Componente elettrico dotato di isolamento principale e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione; nel caso di guasto di isolamento principale, la protezione rimane affidata alle caratteristiche dell'ambiente in cui è posto il componente elettrico;

Componente elettrico di classe I

Componente elettrico dotato di isolamento principale e provvisto di un dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione;

Componente elettrico di classe II

Componente elettrico dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento a un conduttore di protezione; Nota Sono ammessi morsetti per conduttori di protezione passanti.

Componente elettrico di classe III

Componente elettrico ad isolamento ridotto perché destinato ad essere alimentato esclusivamente da un sistema a bassissima tensione di sicurezza, e nel quale non si generano tensioni di valore superiore a quello di tale sistema. Nota I criteri di classificazione dei componenti elettrici secondo il loro modo di protezione contro i contatti indiretti sono specificati nelle rispettive Norme.

- Verifiche al calcolo della protezione dai contatti diretti e indiretti

Impianto elettrico ordinario

L'impianto elettrico di prima categoria derivato dal contatore ENEL è il sistema elettrico di tipo TT, con neutro distribuito. Tutto l'impianto deve essere protetto contro i contatti diretti per separazione con gradi di protezione IP adeguati alle varie situazioni degli ambienti.

Tutto l'impianto è realizzato ai fini della protezione da contatti indiretti mediante custodie con isolamento di classe II° o, se di classe I° con collegamento al conduttore di protezione della carcassa metallica e con interruzione automatica della tensione entro i tempi di norma per intervento delle protezioni, (1 sec. per l'impianto di distribuzione, sistema TT).

Protezione dalle sovracorrenti

Sono verificati a livello progettuale (linee elettriche ordinarie):

- il coordinamento delle protezioni magnetotermiche delle linee rispetto all'energia passante $I^2t < k^2s^2$ o con totale protezione per sovraccarico delle stesse;
- la protezione da sovraccarico delle linee sovraccaricabili;
- la protezione delle condutture dalle sovracorrenti con dispositivo magnetotermico a monte dei vari ambienti;
- la protezione dei circuiti terminali con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 0,03A con intervento istantaneo.

Verifica: Protezione dai contatti indiretti per interruzione automatica al I° guasto

L'impianto derivato dal quadro generale disporrà di protezione per contatti indiretti a mezzo di interruzione automatica della alimentazione elettrica con nella condizione più sfavorevole l'installazione di dispositivo di interruzione differenziale generale subito a valle del contatore con con $I_{dn} \leq 1A$ selettivo;

L'intervento per guasto a terra del dispositivo differenziale è assicurato se è verificata la seguente condizione :

$$V_g = R_g \times I_g \rightarrow R_a \leq V_g / I_d$$

Assunta la tensione di guasto (V_g) massima ammessa pari a 50V (norma CEI 64-8) e la corrente di guasto (I_g), la minima corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (I_d) pari a 1A td reg.0,3s (dispositivo generale a valle del contatore di elettrofornitura), tale condizione verrà ottenuta con una resistenza dell'anello di guasto inferiore a 25 Ω .

Dovrà essere misurata le resistenza dell'anello di guasto a terra per la verifica del corretto coordinamento con i dispositivi automatici differenziali.

Per quanto su detto la condizione per la protezione dai contatti indiretti, per l'interruzione automatica dell'alimentazione al I° guasto, dovrà essere verificata da ente notificato, secondo il D.P.R. 462/01, e le modalità per le verifiche secondo le norme CEI 64-8.

La protezione dai contatti diretti deve essere realizzata mediante isolamento delle parti attive, mediante involucri con grado di protezione IP40 o superiore (in base alle prescrizioni sopra descritte per quell'ambiente o zona) e con l'utilizzo di componenti aventi classe di isolamento II .

- Accorgimenti antisismici

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti quali supporti antivibranti, staffaggi con molle, controventature, tiranti, ecc. per garantire i limiti e le prescrizioni di legge vigenti in materia relativa al rischio competente di zona (ordinanza OPCM n. 3274 del 8 maggio 2003 e successive modifiche ed integrazioni, circolari, linee guida nazionali e norme tecniche emanate con il D.M. 14.1.08) e comunque quanto prescritto e indicato in corso d'opera dalla D.LL.

- Consistenza degli impianti da realizzare

La consistenza delle opere è quella risultante dagli elaborati forniti. I disegni di progetto, comprendenti le piante in scala adeguata, sono integrati con schemi ed ogni altra annotazione atta ad individuare la consistenza con i tracciati e con le posizioni dei principali elementi degli impianti e delle strutture.

- Prezzi

I prezzi si intendono, sempre per materiali messi in opera e funzionanti, compresa la demolizione, rimozione e trasporto in discarica autorizzata dell'impianto esistente. Si intendono comprese anche le spese per sorveglianza e direzione degli operai dell'Azienda installatrice addetta ai lavori, per trasporto in cantiere dei materiali, delle attrezzature e del loro consumo, nonché le spese per le prove preliminari, la messa in funzione dei vari circuiti e i collegamenti con misuratori ed eventuali apparecchi. Si ritengono compensati anche gli oneri derivanti dalla pulizia del cantiere da materiali di risulta, non solo alla fine dei lavori, ma anche ogni qualvolta sia necessario al fine di evitare problemi di sicurezza sull'ambiente di lavoro.

- Esecuzione dei lavori

Tutti i lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte e secondo le prescrizioni della D.LL. con le esigenze che possono sorgere alla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre Ditte. L'Impresa è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati per fatto proprio o dei propri dipendenti alle opere dell'edificio e a terzi.

Le opere di demolizione (pareti, pavimenti, massetti, ecc.) e di tracciatura, devono essere realizzate previo accordo con l'Amministrazione.

- Opere murarie

Le voci di Elenco Prezzi Unitari e/o Computo Metrico Estimativo, comprendono tutte le opere di scanalature, fori, tracce, ripristini, rinterri, pozzetti, scavi e quanto necessario per la completa realizzazione delle opere. Sono pure inclusi tutti i fissaggi delle tubazioni e le parziali richiusure delle scanalature e dei fori.

Sono invece a carico dell'Impresa Edile le demolizioni, gli smantellamenti, cavedi verticali e orizzontali non configurabili come carotature e/o aperture di tracce.

- Qualità e provenienza dei materiali

Nella scelta dei materiali si prescrive che, oltre a corrispondere alle Norme UNI e CEI, essi abbiano dimensioni unificate secondo le tabelle UNEL in vigore. E' fatto obbligo di usare materiali con Marchio Italiano di Qualità IMQ o altri marchi approvati. Le marche delle apparecchiature che compaiono sugli elaborati grafici, rivestono esclusivamente valore di riferimento per la stesura del progetto e non intendono essere vincolanti per le Ditte concorrenti, che potranno proporre Case costruttrici diverse, purché i modelli suggeriti abbiano caratteristiche tecniche equivalenti o migliorative di quelle proprie dei materiali riportati sui disegni. La Ditta aggiudicataria dovrà comunque, prima di installare i materiali sottoporli all'avallo della D.LL che avrà la facoltà di accettarli o, in caso di accertata assenza dei requisiti di legge, chiederne il rimpiazzo con altri più idonei.

- Verifiche

Durante il corso dei lavori la D.LL. si riserva di effettuare verifiche e prove preliminari sulle strutture, sugli impianti o parti di essi, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del presente Capitolato e norme di buona tecnica d'installazione.

Le verifiche saranno eseguite dalla D.LL. in contraddittorio con un responsabile della Ditta appaltatrice.

Consisteranno nella verifica quantitativa e qualitativa, nella prova di pressione, tenuta e dilatazione, prova di funzionamento.

Rimane inteso che nonostante l'esito favorevole delle prove e verifiche preliminari, la ditta assuntrice dei lavori rimarrà responsabile delle deficienze che abbiano a riscontrarsi in seguito, fino al termine del periodo di garanzia.

Delle prove e risultati ottenuti si compilerà regolare verbale.

Nel caso di verifiche con esito negativo sarà cura dell'Appaltatore di procedere, a sue spese, per la rimozione e correzione dei vizi riscontrati, dopo di che si procederà ad una nuova verifica.

Per le verifiche in corso d'opera e per quelle ad ultimazione dei lavori, la Ditta Appaltatrice è tenuta a mettere a disposizione apparecchiature e strumenti di misura ed a fornire l'adatta mano d'opera senza poter perciò pretendere compensi non esplicitamente specificati. Le verifiche e le prove preliminari saranno eseguite dalla Direzione lavori, in contraddittorio con la Ditta, e di esse e dei risultati ottenuti si redigerà regolare verbale. A giudizio insindacabile della Direzione Lavori potranno venire prescritte alcune o tutte le prove richiamate nei successivi articoli, al fine di garantire la funzionalità delle strutture, degli impianti ed il rispetto delle vigenti norme di legge, con particolare riguardo alle disposizioni per la prevenzione degli infortuni.

Dovranno essere forniti per ognuno dei sistemi od apparecchiature installate:

- il Manuale tecnico fissa i supporti logici per la predisposizione del dossier tecnico, focalizzandosi in particolare sugli elementi necessari per la conoscenza del sistema, la sua storia conservativa, i consuntivi scientifici di ciascun intervento e quindi degli elementi necessari per la previsione di interventi ispettivi e manutentivi da attivare attraverso la formulazione del programma di conservazione;

- il Programma di conservazione non strutturato solo in termini prescrittivi attraverso l'indicazione di una sequenza di interventi più o meno ripetitivi, ma tale da presentare gli strumenti logici e operativi necessari per la sua stesura e per la conduzione di un piano di controlli (frequenze, strumentazioni, soglie di accettazione e gradi di rischio);

- il Manuale d'uso sviluppato a partire dal riconoscimento dell'importanza del contributo dell'utente (o di un soggetto non specialistico appositamente incaricato) nell'applicazione di una strategia conservativa. Il rapporto sviluppato direttamente come Manuale d'uso è redatto in un linguaggio accessibile anche a chi non disponga della necessaria preparazione tecnica. Il Manuale darà indicazioni operative sulle profilassi, conterrà suggerimenti atti a valutare eventuali segnali di degrado, evidenzierà le procedure di allarme da seguire nei diversi casi.

Per ciascuna delle operazioni di manutenzione sarà definita la periodicità dell'intervento che consenta il rispetto costante dei parametri di progetto.

La scelta della periodicità si può basare su: riferimenti legislativi, riferimenti normativi, linee guida regionali, indicazioni contenute nei manuali tecnici degli impianti e delle apparecchiature, analisi storiche dei fermi macchina dell'impianto, caratteristiche peculiari dei singoli impianti.

Qualora si utilizzino sostanze chimiche per eseguire interventi di pulizia e sanificazione di parti dell'impianto occorre identificare i principi attivi dei preparati utilizzati e verificarne l'impatto su persone ed ambienti.

Gli scopi degli interventi di manutenzione programmata si possono così enunciare:

- assicurare il rispetto delle specifiche dell'impianto;
- eliminare o quanto meno minimizzare il rischio di infezioni;
- contenere la contaminazione ambientale dei gas (ove presenti);
- controllare l'efficienza dei sistemi di filtrazione;
- assicurare il mantenimento di condizioni di comfort ambientale.

Opere Elettriche

- a) verifica dei componenti dell'impianto e relativi contrassegni di identificazione;
- b) verifica della sfilabilità dei cavi valutando il coefficiente di riempimento delle canalizzazioni;
- c) verifica della resistenza d'isolamento;
- d) misura della caduta di tensione;
- e) verifica delle protezioni contro i cortocircuiti e i sovraccarichi;
- f) verifica delle protezioni contro i contatti indiretti.

Esame a vista

Deve essere eseguita un'ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari riferite all'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati quelli relativi a:

- protezioni e misura di distanze nel caso di protezione con barriera,
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzioni polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi, cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e dell'apposizione dei contrassegni di identificazione:

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa ed alle caratteristiche dell'ambiente, nonché

correttamente dimensionati, in relazione ai carichi reali di funzionamento contemporaneo o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; si deve, inoltre verificare che i componenti siano dotati dei dovuti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

Verifica della sfilabilità dei cavi

Si devono estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o di condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che quest'operazione non abbia provocato danneggiamento agli stessi.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o di condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o del condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto ed al dimensionamento dei tubi o dei condotti.

Misura della resistenza di isolamento:

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmetro, la cui tensione continua sia 250V, nel caso di misura su parti di impianto di categoria O o su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza, oppure di 500V, in caso di misura su parti di impianto di prima categoria.

La misura si deve effettuare tra ogni conduttore attivo ed il circuito di terra e fra ogni coppia di conduttori tra loro.

Durante la misura, gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito, intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 500.000 Ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50V;
- 250.000 Ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguali a 50V.

Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente; nel caso di apparecchiature con assorbimento (di corrente) istantaneo, di corrente si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

Verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi:

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i cortocircuiti sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8). Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- a) esame a vista dei conduttori di terra e protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa, nonché lo stato di conservazione, sia dei conduttori stessi, sia delle giunzioni. Si devono inoltre controllare i conduttori di terra, il morsetto di terra degli utilizzatori fissi ed il contatto di terra delle prese a spina;
- b) si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario e una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo volt-amperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra di loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando siano sistemati ad una distanza dal loro contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima, nel caso di semplice dispersore a picchetto, può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione ed il dispersore ausiliario;
- c) deve essere controllato, in base ai valori misurati, il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziali; per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica;
- d) quando occorre, sono da effettuare le misure delle tensioni di contatto e di passo. Queste sono di regola eseguite da professionisti, ditte o enti specializzati. Le norme CEI 64-8 forniscono le istruzioni per le suddette misure.
- e) nei locali da bagno deve essere eseguita la verifica della continuità del collegamento equipotenziale tra le tubazioni metalliche di adduzione e di scarico delle acque, tra le tubazioni e gli apparecchi sanitari, tra il collegamento equipotenziale ed il conduttore di protezione. Detto controllo è da eseguirsi prima della muratura degli apparecchi sanitari.

- Modalità di misurazione

A norma di quanto dispone l'art. 25 del Capitolato Generale, per tutti i lavori saranno contabilizzate le quantità determinate con misure geometriche, salvo quanto deve essere contabilizzato a numero, a peso, a corpo o a tempo, in conformità degli articoli dell'Elenco Prezzi Unitari e/o Computo Metrico Estimativo. L'Appaltatore dovrà, senza alcun corrispettivo, fornire tutti gli utensili, gli strumenti ed il personale necessari alla designazione sul posto dei vari lavori, agli accertamenti delle misure ed agli eventuali saggi da eseguire in sede di collaudo. Dopo quest'ultimi, è anche obbligato a ripristinare a proprie spese, senza alcun compenso, ciò che è stato alterato o demolito. Quando ne sia richiesto, sarà pure tenuto a prestare nei casi suddetti la sua opera ed assistenza personale.

L'Appaltatore dovrà tempestivamente chiedere alla D.LL. la misurazione in contraddittorio di quelle opere e somministrazioni che in progresso di lavoro non si potessero più accertare; come pure dovrà richiedere che si proceda in contraddittorio alla misura o alla pesata di tutto ciò che deve essere misurato o pesato prima della messa in opera.

Resta pertanto tassativamente convenuto che, se per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, talune qualità o quantità non fossero esattamente accertate, l'Assuntore dovrà accettare la valutazione che verrà fatta dalla D.LL. o sottostare a tutte le spese e ai danni che per tardiva ricognizione gliene potessero derivare.

Le strutture di dimensioni maggiori alle prescritte, qualora vengono tollerate a giudizio insindacabile della D.LL., saranno pagate per le sole dimensioni ordinate o di progetto.

Così come non saranno in alcun modo prese in considerazione lavorazioni più accurate di quanto prescritto.

Nei prezzi contrattuali prefissati, per ciascun lavoro e somministrazione, s'intende compresa ogni opera, materia e spesa, sia principale che accessoria, provvisoria o effettiva, che direttamente o indirettamente concorra all'esecuzione o al compimento del lavoro cui il prezzo si riferisce.

In ordine poi al modo di distinguere l'una dall'altra le varie categorie di lavoro o di determinare gli elementi in base ai quali dovranno valutarsi le quantità eseguite, si osserveranno le norme qui sotto esposte:

MERCEDI AGLI OPERAI E NOLI - I compensi per le prestazioni di manodopera per i lavori in economia si intendono compresa di ogni spesa accessoria, come il consumo degli attrezzi di cui ogni operaio deve essere fornito, la mercede al conducente dei veicoli noleggiati, etc., nonché l'utile dell'Impresa.

MATERIALI IN PROVVISORIA - I prezzi di Elenco saranno applicati solamente per l'esecuzione dei lavori in economia e comprendono ogni spesa accessoria e l'utile dell'Assuntore.

Opere Elettriche

Canalizzazioni e cavi

- I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

- I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.

Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i marca cavi e i terminali dei cavi di MT.

Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.

Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.

- Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione.

Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

Apparecchiature in generale e quadri elettrici

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti.

Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- a) il numero dei poli;
- b) la tensione nominale;
- c) la corrente nominale;
- d) il potere di interruzione simmetrico;
- e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

- I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.

Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

- Il punto luce interrotto, punto presa, ecc, saranno valutati a numero di frutto montato, scatole porta-apparecchi, supporti, placche, accessori di fissaggio e quota parte di canalizzazione e conduttori a partire dal punto terminale fino alla prima cassetta di derivazione principale.

- Spese ed oneri della ditta appaltatrice

Nel prezzo forfetario d'appalto, oltre a quanto stabiliscono gli art.9 - 16 del Capitolato Generale d'Appalto per le opere di competenza del Ministero dei LL.PP., approvato con D.P.R. n°1063 del 16.07.1962, si intendono compresi tutti gli oneri di norma a carico dell'appaltatore nonché i seguenti:

- consegna a piè d'opera di tutti i materiali occorrenti per la costruzione degli impianti, franco di ogni genere di spesa, imballo e trasporto inclusi, comprendendosi nella consegna non solo lo scarico ma anche il magazzinaggio ed il deposito provvisorio dei materiali stessi, in attesa della posa in opera;
- il trasporto dei materiali dai depositi ai luoghi di posa in opera compresi gli attrezzi di sollevamento ed ogni manovalanza occorrente per il trasporto dei materiali sul luogo d'impiego, in qualunque punto dell'edificio ed a qualunque altezza esso si trovi;
- il montaggio delle apparecchiature, delle tubazioni e di tutto quanto inerente agli impianti ed alla loro posa in opera;
- la fornitura di un'adeguata documentazione fotografica raccolta su album, dalla quale emerga la disposizione, in ordine cronologico, degli impianti installati, nessuno escluso, con particolare riferimento a quelli interrati o comunque resi non più visibili a lavori ultimati;

- i collaudi in corso d'opera e finali con la compilazione dei relativi rapportini, la stesura delle dichiarazioni di conformità e di tutta l'eventuale documentazione amministrativa, commerciale, merceologica, necessaria all'espletamento degli obblighi di legge o richiesta dagli organismi preposti ai controlli o al rilascio di autorizzazioni (Comune, V.V.F., I.S.P.E.S.L., ARPAV.);
- i disegni aggiornati As-Built (supporto cartaceo ed informatico), con la disposizione finale degli impianti;
- un manuale di uso e manutenzione delle varie forniture, con un dettagliato programma di manutenzione (giornaliera, settimanale, mensile, annuale) e l'elenco delle parti di ricambio da conservare per interventi d'emergenza;
- la garanzia e la manutenzione straordinaria dell'impianto per il periodo di un anno dalla data di rilascio del certificato di ultimazione lavori;
- gli operatori della ditta impiantistica devono essere in possesso dei requisiti PEI, PES e PAV;
- gli oneri per le necessarie opere provvisorie e di sicurezza, lo sgombero, la raccolta differenziata del materiale di risulta di qualsiasi tipo e natura, il conferimento con trasporto in discarica autorizzata del materiale di risulta di qualsiasi tipo e natura, l'indennità di discarica e gli oneri per eventuali lavorazioni speciali legate al materiale di risulta.

La Ditta dovrà pertanto eseguire ed apportare tutte quelle riparazioni o modifiche che si ritenessero necessarie per eliminare quegli inconvenienti che nel frattempo si siano potuti manifestare, sempre che siano imputabili a difetti di esecuzioni o costruzione.

Pertanto entro tale periodo, la Ditta è obbligata a riparare e sostituire a sue spese, tutte quelle parti che si dimostrassero difettose e/o di irregolare funzionamento.

Qualora la Ditta non eseguisse, entro il periodo che sarà fissato di volta in volta, le riparazioni di cui sopra e che saranno giudicate insindacabilmente necessarie dalla D.L., la Stazione Appaltante avrà la facoltà, senza bisogno di altra procedura, di far eseguire direttamente i lavori necessari ad altra Ditta, addebitandone i relativi importi alla Ditta Appaltatrice, rimossa ogni eccezione o riserva.

ALLEGATI:

TAV. A4 : Schemi unifilari quadri elettrici di protezione.

TAV. A0 : Schemi topografici impianto elettrico di distribuzione forza motrice, illuminazione e di terra, impianto fotovoltaico, con particolari grafici

- RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Dimensionamento cavi

Il dimensionamento dei cavi è in modo da garantire la protezione della conduttura alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2) il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo tale che siano soddisfatte le condizioni:

- a) $I_b \leq I_n \leq I_z$
- b) $I_f \leq 1.45 I_z$

Per soddisfare alla condizione a è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte.

Dalla corrente I_b viene scelta la corrente nominale della protezione a monte (valori normalizzati) e con questa si procede alla scelta della sezione.

La scelta viene fatta in base alla tabella che riporta la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo che si vuole utilizzare, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi; la portata che il cavo dovrà avere sarà pertanto:

$$I_z \text{ minima} = I_n / k$$

dove il coefficiente k di declassamento tiene conto anche di eventuali paralleli. La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia immediatamente superiore a quella calcolata tramite la corrente nominale (I_z minima). Gli eventuali paralleli vengono calcolati, nell'ipotesi che essi abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza, posa, etc. (par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate dal numero di paralleli nel coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma 23.3 IV Ed. hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 e costante per tutte le tarature inferiori a 125A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45. Ne deriva che in base a queste normative la condizione b sarà sempre soddisfatta.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono pertanto protette contro le sovracorrenti.

Dalla sezione del cavo di fase deriva il calcolo dell' I^2t del cavo o massima energia specifica ammessa dal cavo come:

$$I^2t = K^2 S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), in funzione del materiale conduttore e del materiale isolante.

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono valutate in base alle tabelle UNEL 35023-70.

In accordo con queste tabelle la caduta di tensione di un singolo ramo vale:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} I_b (L_c / 1000 V_n) [R_{cavo} \cos \varphi + X_{cavo} \sin \varphi] 100 [\%]$$

dove:

- $k_{cdt} = 2$ per sistemi monofase
- $k_{cdt} = 1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione al tipo di cavo (unipolare/multipolare) e in base alla sezione dei conduttori; i valori della R_{cavo} riportate sono riferiti a 80°C, mentre la X_{cavo} è riferita a 50Hz, entrambe sono espresse in ohm/km.

La $cdt(I_n)$ viene valutata analogamente alla corrente I_n .

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di un'utenza viene determinata tramite la somma delle cadute di tensione, assolute di un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da questa viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale della utenza in esame.

Dimensionamento conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 (par. 524.2 e par. 524.3) prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifase, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi con sezione del conduttore di fase minore di 16mm², se conduttore in rame, e 25 mm², se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

Il criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

- $S_f \leq 16\text{mm}^2$ se $S_{pe} = S_f$;
- $S_{pe} = 16\text{mm}^2$ se $16 < S_f \leq 35$;
- $S_{pe} = S_f / 2$ se $S_f > 35\text{mm}^2$;

Dimensionamento conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 (par. 543.1) prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente criterio:

- $S_f \leq 16\text{mm}^2$ se $S_{pe} = S_f$;
- $S_{pe} = 16\text{mm}^2$ se $16 < S_f \leq 35$;
- $S_{pe} = S_f / 2$ se $S_f > 35\text{mm}^2$;

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule.

Il metodo adottato in questo progetto è il secondo.

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi viene fatta alla corrente di impiego e alla corrente nominale, tramite la seguente espressione:

$$T_{\text{cavo}} = T_{\text{ambiente}} + [k_{\text{cavo}} (I_b^2 / I_z^2)]$$
$$T_{\text{cavo}} = T_{\text{ambiente}} + [k_{\text{cavo}} (I_n^2 / I_z^2)]$$

esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente k_{cavo} tiene conto del tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

Rifasamento

Il rifasamento si basa sull'espressione:

$$Q_{\text{rif}} = P_n (\tan \varphi - \tan \varphi')$$

in cui φ è l'angolo corrispondente al fattore di potenza (0.9) a cui rifasare.

Il rifasamento può essere eseguito in tre modalità:

- distribuito;
- per gruppi;
- centralizzato.

La corrente nominale della batteria di condensatori viene calcolata con:

$$I_{nc} = Q_{\text{rif}} / (k_{ca} V_n) 1000$$

dove Q_{rif} è espressa in kVAR. Le correnti di taratura delle protezioni devono tenere conto (Norma CEI 33-5) che ogni batteria di condensatori può sopportare costantemente un sovraccarico del 30% dovuto alle armoniche, inoltre deve essere ammessa una tolleranza del 15% sul valore reale della capacità, pertanto:

$$I_{arth} = 1.53 I_{nc}$$

mentre la taratura della protezione magnetica non deve essere inferiore a:

$$I_{armag} = 10 I_{nc}$$

Calcolo dei guasti

Il calcolo dei guasti viene fatto in modo da determinare le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione (inizio linea) e a valle dell'utenza (fine della linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto fase terra (asimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza sono inizializzati da quelli della utenza a monte e i primi vanno, a loro volta, ad inizializzare i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo viene eseguito nelle seguenti condizioni:

- la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione pari a 1;
- l'impedenza di guasto minima è calcolata alla temperatura di 20 °C.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Le correnti di cortocircuito minime vengono calcolate come descritto nella norma CEI 11.25 (par 9.3), pertanto tenendo conto che:

- la tensione nominale deve essere moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI 11.25);
- la resistenza diretta e quella omopolare dei cavi vengono determinate alla temperatura ammissibile dagli stessi alla fine del cortocircuito.

La temperatura alla quale vengono calcolate le resistenze sono date dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3) in cui vengono indicate le temperature massime ammesse in servizio ordinario a seconda del tipo di isolamento di cavo, precisamente:

isolamento in PVC	$T_{max} = 70^{\circ}C$
isolamento in G	$T_{max} = 85^{\circ}C$
isolamento in G5/G7	$T_{max} = 90^{\circ}C$

Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture e di guasto, in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, tramite la quale si è dimensionata la conduttura;
- numero dei poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dall'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto a fine della utenza ($I_{mag\ max}$).

Verifica di selettività

La selettività tra protezioni viene verificata tramite la sovrapposizione delle curve di intervento di tipo magnetotermico.

Dalla sovrapposizione sono disponibili:

corrente la di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64.8, pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A

della CEI 64.8 (par 413.1.3). Fornendo alcune case una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati vengono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;

- tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle, minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);

- valore del rapporto tra le correnti di intervento magnetico delle protezioni;

- valore della corrente al limite di selettività, ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3, par 2.5.14);

- selettività: viene indicata se la caratteristica della protezione a monte sta completamente sopra la caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico);

- selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito.

Riferimenti normativi

CEI 11-25 1992 la Ed. (EC 909). Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata.

CEI 11-28 1993 la Ed. (IEC 781). Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.

CEI 17-5 Va Ed. 1992. Apparecchi a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.

CEI 23-3 IV Ed. 1991. Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.

CEI 33-5 la Ed. 1984. Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 660V.

CEI 64-8 IIIa Ed. 1992. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

IEC 364-5-523. Wiring system. Current-carrying capacities.

CEI UNEL 35023 1970. Cavi per energia isolati con gomma con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4-cadute di tensione.

CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternta e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternta e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

Legenda variabili riportate nella relazione di calcolo

Cdt(Ib): caduta di tensione parziale calcolata alla corrente Ib e cosφ nominale;	%
Cdt(In): caduta di tensione parziale calcolata alla corrente In e cosφ nominale;	%
Cdt tot: caduta di tensione totale calcolata alla corrente Ib e cosφ nominale;	%
CosI: fattore di potenza nominale;	
Coeff.cont: fattore di contemporaneità;	
Coeff.uti: fattore di utilizzo;	
Ib: corrente di impiego;	A
In: corrente nominale della protezione a monte;	A
Iz: corrente ammissibile del cavo di fase;	A
Iz N: portata del conduttore di neutro;	A
Iz PE: portata del conduttore di protezione;	A
IzF/IzN: rapporto tra portata conduttore di fase e conduttore di neutro;	
IzF/IzPE: rapporto tra portata conduttore di fase e conduttore di protezione;	
Imag max: corrente magnetica massima pari alla minima corrente di guasto a valle;	A
I _{max} m: massima corrente di guasto a monte, potere di interruzione minimo richiesto;	kA
Ikmin: corrente minima di cortocircuito trifase a valle dell'utenza;	kA
Ikmax: corrente massima di cortocircuito trifase a valle dell'utenza;	kA
Ip: corrente di picco in cortocircuito trifase;	kA
Ik1min: corrente minima di cortocircuito fase terra a valle dell'utenza;	kA
Ik1max: corrente massima di cortocircuito fase terra a valle dell'utenza;	kA
Ip1: corrente di picco in cortocircuito fase terra;	kA
I _{th} : corrente di taratura della protezione termica;	A
Imag: corrente di taratura della protezione magnetica;	A
I _{cn} : potere di interruzione riferito alla tensione nominale;	kA
I _{dn} : corrente di taratura della protezione differenziale;	A
k: coefficiente di declassamento complessivo del cavo;	
K ² -S ² F: integrale di Joule dei conduttori di fase;	A ² s
K ² -S ² N: integrale di Joule del conduttore di neutro;	A ² s
K ² -S ² PE: integrale di Joule del conduttore di protezione;	A ² s
Lc: lunghezza del cavo;	m
L _{max.p} : massima lunghezza protetta;	m
N°circ.: numero di cavi o circuiti in prossimità;	
P _{tot} : potenza attiva totale, calcolata a corrente nominale e cosφ unitario;	kW
P _n : potenza attiva nominale;	kW
P _{ass} : potenza attiva media assorbita;	kW
P _d : potenza di dimensionamento;	kW
P _{max} : potenza attiva massima assorbita;	kW
Q _n : potenza reattiva nominale;	kVAR
Q _c : potenza reattiva di rifasamento;	kVAR
R _{0l} : resistenza a sequenza omopolare dell'utenza;	mΩ
R _{0fl} : resistenza a sequenza omopolare a valle dell'utenza;	mΩ
R _{dl} : resistenza a sequenza diretta dell'utenza;	mΩ
R _{dfl} : resistenza a sequenza diretta a valle dell'utenza;	mΩ
R _{polo} : resistenza per polo;	mΩ
T _{amb} : temperatura ambiente (del terreno per posa interrata);	°C
T _c (Ib): temperatura cavo calcolata alla corrente Ib;	°C
T _c (In): temperatura cavo calcolata alla corrente In;	°C
V _n : tensione nominale;	V
X _{0l} : reattanza a sequenza omopolare dell'utenza;	mΩ
X _{0fl} : reattanza a sequenza omopolare a valle dell'utenza;	mΩ
X _{dl} : reattanza a sequenza diretta dell'utenza;	mΩ
X _{dfl} : reattanza a sequenza diretta a valle dell'utenza;	mΩ
X _{polo} : reattanza per polo;	mΩ
Z _{kmin} : impedenza minima di guasto trifase a valle dell'utenza;	mΩ
Z _{kmax} : impedenza massima di guasto trifase a valle dell'utenza;	mΩ
Z _{smin} : impedenza minima di guasto fase terra a valle dell'utenza;	mΩ
Z _{smax} : impedenza massima di guasto fase terra a valle dell'utenza;	mΩ