

Progetto esecutivo

legenda	
RE	Relazione
PL	Planimetrie
SF	Stato di fatto
AR	Progetto architettonico
ST	Progetto strutturale
IS	Impianto idrico sanitario
IE	Impianto elettrico
IT	Impianto termico
EC	Elaborati contabili
SC	Piano di sicurezza e coordinamento
MO	Piano di manutenzione dell'opera
PA	Progetto antincendio

Questo elaborato non può essere usato né riprodotto senza autorizzazione scritta dell'autore

tutti i diritti sono riservati

Progettista Ing. Carmine Romano	Collaborazione alla progettazione Arch. Gaetano Caporaso Ufficio Tecnico della Provincia di Benevento	Carmine Romano, ingegnere studio@carmineromano.it tel 0824 317558 Via Alfredo Zazo, 6 82100 Benevento	
Comune	Benevento Provincia di Benevento		
Progetto	Lavori di completamento dell'immobile della ex Caserma Guidoni concesso in locazione al CeRICT Progetto "CNOS - Centro di Nanofotonica e Optoelettronica per la Salute dell'uomo"		
Committente CeRICT S.c.r.l.	Elaborato Relazione impianti elettrico e speciali		
Archivio	Scala	Data Gennaio 2020	Tavola IE.01
File			

Sommario

1 Premessa.....	3
2 Normativa di riferimento	3
2.1 Dati tecnici impianto	4
2.2 Dati generali per la distribuzione.....	4
3 Cabina elettrica/quadri elettrici	4
4 Distribuzione elettrica	5
5 Impianto di illuminazione	6
6 Impianto di terra.....	6
7 Impianti speciali	6
7.1 Impianto videosorveglianza TVCC	6
7.2 Impianto antintrusione	6
7.3 Impianto rivelazione ed allarme incendi.....	7
7.4 Impianto cablaggio strutturato	7
8 Criterio di dimensionamento dei cavi.....	7
8.1 Calcolo della Sezione dei conduttori in funzione della corrente circolante	7
8.2 Coefficienti di riduzione della portata – Coefficienti K1 e K2	8
8.3 Calcolo della sezione minima in funzione della corrente effettiva di corto circuito.....	8
8.4 Verifica della caduta di tensione	8
9 Criteri generali per il dimensionamento delle protezioni.....	8
9.1 Protezione contro le correnti di sovraccarico	9
9.2 Protezione contro le correnti di corto circuito	9
10 Calcoli di corto circuito	10
11 Dimensionamento impianto di terra	10
11.1 Protezione dai contatti indiretti lato B.T.	11
12 Calcoli illuminotecnici	11

1 Premessa

La presente relazione attiene alla realizzazione degli impianti elettrici di "corrente", intendendo con tale dizione gli impianti luce, prese e luce di sicurezza con la relativa quadristica elettrica, e gli impianti elettrici "speciali", intendendo con tale dizione gli impianti elettrici di trasmissione dati (rete LAN), di antintrusione e di rilevamento dei fumi a servizio di uno degli immobili facente parte dell'ex Complesso Caserma Guidoni.

Il progetto esecutivo individua compiutamente tutto ciò che concerne la concezione del sistema impiantistico elettrico e speciali, i dati progettuali, gli standard qualitativi dei componenti e tutto quello che concerne i percorsi di tubazioni, condotti e canalizzazioni.

Gli impianti interessati all'intervento e quindi definiti dalla presente relazione sono i seguenti:

- Fornitura, posa in opera ed allaccio dei quadri elettrici di bassa tensione di zona o di piano previsti per la distribuzione principale e secondaria verso tutte le alimentazioni elettriche comprese nel progetto;
- Distribuzione principale mediante canalizzazioni sottotraccia poste come dorsali; distribuzione alle prese FM e dati con tubi sottotraccia;
- Impianti di illuminazione normale, di emergenza e di sicurezza interna;
- Distribuzione F.M. ed alimentazioni apparecchiature termoidrauliche, di ventilazione ed antincendio;
- Esecuzione di distribuzione prese F.M. incassate a parete;
- Integrazione impianti di messa a terra ed organo disperdente di terra;
- Impianto di rivelazione ed allarmi incendi conforme alla norma UNI 9795;
- Impianto antintrusione;
- Impianto videosorveglianza TVCC a circuito chiuso per controllo aree esterne;
- Distribuzione impianto cablaggio strutturato dati compresa fornitura in ogni piano di armadio dati per la distribuzione alle prese dati/telefonia nonché allacci e test su tutte le linee compreso allaccio verso CED;

Per maggiori dettagli sull'entità dei singoli impianti si rimanda ai capitoli seguenti, al disciplinare tecnico prestazionale ed agli specifici disegni allegati al progetto.

2 Normativa di riferimento

Gli impianti e tutti i componenti elettrici installati, sono stati progettati e dovranno essere costruiti in osservanza a quanto dettato dal recente **Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37**. In particolare tutti i componenti e i materiali utilizzati saranno completi di Marcatura CE richiesto, o comunque certificati a catalogo dal costruttore (marchio IMQ). Gli stessi presenteranno caratteristiche di idoneità all'ambiente di installazione e saranno conformi alle Norme di Legge e ai Regolamenti vigenti di uso generale: Norme CEI e relative varianti in materia di impianti elettrici.

In particolare:

- D.Lgs. del 09.04.08, n. 81 "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";
- D.M. del 22.01.08, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- Legge del 01.03.1968, n. 1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- D.M. del 14.06.1989, n. 236 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche";
- D.P.R. del 24.07.1996, n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- Norma CEI 3-1 "Segni grafici per schemi elettrici; elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale";
- Norma CEI 3-15 "Segni grafici per schemi; conduttori e dispositivi di connessione";
- Norma CEI 3-18 "Segni grafici per schemi; produzione trasformazione e conversione dell'energia elettrica";
- Norma CEI 3-19 "Segni grafici per schemi; apparecchiature e dispositivi di comando e protezione";
- Norma CEI 3-20 "Segni grafici per schemi; strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione";
- Norma CEI 3-23 "Segni grafici per schemi; schemi e piani di installazione architettonici e topografici";
- Norma CEI 3-25 "Segni grafici per schemi; generalità";
- Norma CEI 3-32 "Raccomandazioni generali per la preparazione degli schemi elettrici";
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
- Norma CEI 17-5 "Interruttori automatici per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200 V";
- Norma CEI 17-13 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione. (Quadri B.T.)";
- Norma CEI 20-19 "Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V";
- Norma CEI 20-20 "Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V";
- Norma CEI 20-22 "Cavi non propaganti l'incendio";
- Norma CEI 23-5 "Prese a spina per usi domestici e similari";
- Norma CEI 23-8 "Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori";
- Norma CEI 23-11 "Interruttori e commutatori per apparecchi per usi domestici e similari";
- Norma CEI 23-12 "Prese a spina per usi industriali";

- Norma CEI 23-14 "Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori";
- Norma CEI 23-18 "Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati, per usi domestici e similari";
- Norma CEI 23-25 "Tubi per installazioni elettriche; prescrizioni generali";
- Norma CEI 23-31 "Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi";
- Norma CEI 34-21 "Apparecchi di illuminazione. Parte I; prescrizioni generali e prove";
- Norma CEI 34-22 "Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi di illuminazione di emergenza";
- Norma CEI 34-23 "Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi fissi per uso generale";
- Norma CEI 64-8: "Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale fino a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua";
- CEI 64-12 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" per quanto riguarda i dispersori ad elementi di fatto;
- Norma CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- Norma CEI 79-2 "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione; norme particolari per le apparecchiature";
- Norma CEI 79-3 "Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione; norme particolari per gli impianti antieffrazione e antintrusione";
- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- CEI UNEL 35023: "Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4 - Cadute di tensione";
- CEI UNEL 35024/1: "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria".

Nella progettazione, per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, si è tenuto inoltre conto delle particolari norme dettate dalle competenti autorità locali e/o nazionali quali:

- o Prescrizioni di Autorità Locali e dei VV.F.F.;
- o Prescrizioni e indicazioni dell'azienda distributrice dell'energia elettrica (ENEL);
- o Prescrizioni e indicazioni della TIM;
- o Disposizioni dell'ufficio INAIL del luogo;
- o Disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro.

Tutti i materiali e gli apparecchi previsti negli impianti elettrici e speciali sono previsti idonei all'ambiente in cui sono installati ed hanno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

2.1 Dati tecnici impianto

Località: Benevento (BN)

Altitudine: 200 m s.l.m.

Temperatura ambiente (minima/massima): -10°C / +40°C

Umidità relativa: 5 – 95 %

Presenza di sostanze corrosive: Nessuna

Sistema dell'impianto servizio normale: TT

Tensione consegna ENEL principale: 400 V

Corrente di corto circuito presunta su quadri: 15 kA

Potenza assorbita di progetto: 70 kW

Destinazione edificio: edificio uffici

2.2 Dati generali per la distribuzione

CdT massima sulle linee di alimentazione utenze (F.M. ed illuminazione): 4 % dal punto di consegna cabina MT/BT esistente;

Sezione minima conduttori: 1,5 mm² per le derivazioni sui circuiti illuminazione; 2,5 mm² per le linee di FM;

Grado di isolamento minimo conduttori: 450/750 V per conduttori posati entro canalizzazioni in PVC; 600/1000 V per conduttori posati entro canalizzazioni metalliche e posti a vista o in cunicolo e/o cavidotti interrati;

Grado di protezione minimo della distribuzione elettrica: IP4X;

Grado di protezione minimo per l'esterno: IP55/IP65;

Altezze di posa apparecchiature: come riportato nella tavola tipici allegata al progetto e nel rispetto delle normative vigenti.

3 Cabina elettrica/quadri elettrici

L'impianto elettrico è stato progettato seguendo gli standard costruttivi utilizzati per edifici ad uso ufficio nonché gli standard costruttivi attuabili per questo tipo di edificio ed adottati/richiesti dalla committenza. Nello sviluppo del progetto è stata inoltre privilegiato l'utilizzo di apparecchiature di ultima generazione e tecnologicamente avanzate.

Dal quadro generale partono tutte le linee dorsali di alimentazione dirette ai quadri principali del nuovo corpo. L'impianto di terra sarà collegato al nuovo impianto di terra edificio.

Dal quadro generale di bassa tensione partono tutte le linee principali (dorsali) che alimentano i vari quadri principali edificio, quadri di piano e di zona (secondari). Maggiori dettagli sono rilevabili dallo schema unifilare allegato al progetto.

I quadri per i quali si prevede a progetto l'alimentazione diretta dal quadro generale di bassa tensione sono i seguenti:

- Q.E. piano terra alimentato da una singola dorsale;
- Q.E. piano primo alimentato da una singola dorsale;
- Q.E. C.T. (centrale termica).

Tutti i quadri elettrici saranno comunque dotati di portella frontale del tipo trasparente con chiusura a chiave, accessibili solo da personale autorizzato. Per maggiori informazioni sui quadri di progetto e sulle alimentazioni comprese a valle degli stessi si rimanda all'elenco carichi elettrici, agli schemi unifilari. Altre importanti informazioni sono rilevabili dallo schema a blocchi alimentazioni elettriche anch'esso allegato al progetto esecutivo.

L'illuminazione di sicurezza e delle vie di fuga degli edifici di progetto è prevista con apparecchi autonomi che garantiscono un'autonomia di 1 ora.

Per i quadri compresi a progetto, sarà garantito un grado di protezione esterno pari ad almeno IP44 se posti in locali umidi e locali tecnologici oppure IP4X (locali quadri e/o zone aule). Per le parti attive poste al suo interno è previsto un grado di protezione pari a IPXXB, al fine di salvaguardare la protezione dai contatti diretti in caso di interventi operatori per manutenzione.

Tutti gli interruttori magnetotermici differenziali saranno forniti con idoneo potere di interruzione. Ogni quadro sarà dotato di sufficienti indicazioni in modo che sia sempre facile individuare a quale elemento di circuito si riferiscono strumenti e dispositivi del quadro stesso. Gli apparecchi montati sul fronte, così come quelli montati all'interno, saranno tutti contrassegnati da targhette indicatrici. Per quanto concerne i conduttori, questi saranno attestati ad una morsettiere interna e, al fine di renderne agevole l'identificazione, ognuno sarà contraddistinto da idonea numerazione di identificazione. Tutte le protezioni previste sui vari livelli del sistema elettrico saranno tra loro selettive per garantire la massima continuità di servizio ed il minor disservizio possibile.

4 Distribuzione elettrica

La distribuzione elettrica ai sottoquadri ed alle utenze verrà realizzata con l'ausilio di cavi unipolari e/o multipolari di tipo FS17 e/o FROR e/o FG16, posati in canale in acciaio zincato e tubazione in PVC sottotraccia.

I cavi che alimentano il sistema antincendio ed i cavi che alimentano impianti di sicurezza e/o impianti speciali a servizio della sicurezza sono previsti di tipo Resistenti al Fuoco tipo FTG10OM1 (RF31-22) atti a garantire un funzionamento anche in caso di incendio.

La distribuzione degli impianti elettrici ed impianti speciali all'interno del nuovo edificio adibito ad uso scolastico sarà realizzata principalmente come segue:

- Cavedio verticale di collegamento tra i piani: griglie in acciaio inox posate nel cavedio verticale e protetto con pannelli in cartongesso o acciaio asportabili;
- Dorsali principali di piano: in tubi corrugati sottotraccia posate lungo i corridoi oppure a vista (locali tecnici e/o locali quadri);
- Scatole di derivazione dalla dorsale: scatole in PVC poste nel corridoio per derivare dalle dorsali le alimentazioni laboratori e uffici e/o per allaccio impianto dati e/o speciali interno locali;
- Distribuzione terminale interno uffici e/o locali: in tubazione corrugata in PVC sotto traccia.

In ogni laboratorio e/o uffici sono previste in linea di massima per ogni postazione a parete le seguenti componenti:

- N. 1 presa F.M. tipo P30 UNEL alimentata da sezione normale;
- N. 1 presa F.M. standard italiano bivalente alimentata da sezione normale;
- N. 2 prese dati/telefoni derivate dall'armadio rete dati di piano;
- N. 1 presa CEE di tipo interbloccata 2P+T IP55 (solo nei laboratori);
- N. 1 presa CEE di tipo interbloccata 3P+N+T IP55 (solo nei laboratori).

Si precisa che nel progetto sono altresì compresi tutti gli allacci elettrici e la distribuzione necessaria per l'alimentazione delle seguenti apparecchiature:

- Estrattori aria;
- Unità interne ed esterne di riscaldamento;
- Fan coil a pavimento;
- Utilizzatori meccanici vari;
- Asservimenti vari.

Nella distribuzione è altresì prevista l'allaccio di tutti quegli asservimenti che risultano essenziali al buon funzionamento delle apparecchiature sopra descritte. A titolo indicativo ma non esaustivo vengono di seguito riportati alcuni esempi:

- Termostati ambiente e/o unità di regolazione temperatura;
- Centraline e pannelli di regolazione impianti termici;
- Crepuscolare;

- Eccetera.

5 Impianto di illuminazione

L'impianto di illuminazione riveste un ruolo fondamentale per la sicurezza delle persone, pertanto esso sarà realizzato con particolare cura secondo le normative vigenti. In particolare si prevedono più circuiti indipendenti, in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema di illuminazione. Gli apparecchi illuminanti saranno fissati in modo sicuro, protetti da urti od altre azioni meccaniche. Tutti i livelli ed il tipo di illuminazione saranno conformi a quanto richiesto dalla UNI 12464-1 e successive integrazioni.

Il sistema di illuminazione all'interno degli uffici sarà realizzato utilizzando degli apparecchi di illuminazione del tipo fluorescente con struttura per posa a plafone 60x60 da 72W, particolarmente adatti all'uso in edifici uffici.

L'illuminazione di sicurezza e vie di fuga è garantito da alcuni apparecchi illuminanti autoalimentati da 11W che garantiscono gli illuminamenti previsti dalla normativa pari a 5 lux per le vie di esodo e/o fuga e 0,5 lux per l'illuminazione antipanico.

La disposizione e la tipologia dei corpi illuminanti previsti a progetto è stata riportata sulle planimetrie allegato al progetto e sul disciplinare tecnico. La scelta degli apparecchi di illuminazione è stata eseguita tenendo conto della necessità di evitare fenomeni di abbagliamento e di assicurare l'economica realizzazione dei livelli di illuminamento suddetto. L'ubicazione degli apparecchi luminosi riportata nell'ambito dei piani d'installazione, è da ritenersi indicativa e da verificare in sede costruttiva in funzione della disposizione definitiva di tutte le installazioni.

Per maggiori delucidazioni sui valori di illuminamento medio emersi dai calcoli eseguiti su alcuni ambienti e locali tipologici si rimanda ai calcoli illuminotecnici allegati al progetto esecutivo.

6 Impianto di terra

L'impianto di terra del nuovo edificio sarà collegato mediante adeguati cavi giallo-verdi come indicato negli elaborati tecnici. Il tutto sarà eseguito con particolare cura secondo le norme CEI 11-1, CEI 64-8 e CEI 64-12. All'interno dei vari quadri di zona sono previste delle barre di rame che fungeranno da collettore di terra a cui si attesteranno tutti i conduttori di protezione e di equipotenziale, ognuno contraddistinto da apposita targhetta di riconoscimento. Le giunzioni della corda di terra degli incroci e nelle derivazioni saranno realizzate mediante connettori a compressione. Le sezioni dei conduttori di protezione sarà pari alle sezioni dei conduttori di fase; per sezioni superiori a 16 mm² la sezione sarà pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16 mm² e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64-8.

7 Impianti speciali

Ad integrazione degli impianti elettrici di distribuzione sono previsti alcuni impianti speciali che consentiranno di ottenere la perfetta gestione ed automazione dell'edificio offrendo al personale tutti quei servizi e comfort che determinano nell'utente una reale situazione di benessere e sicurezza nonché dotando gli ambienti di tutti quegli impianti ausiliari presenti per edifici uffici.

Le impiantistiche speciali previste nei vari ambienti di progetto sono le seguenti:

- Impianto rivelazione ed allarme incendi;
- Impianto antintrusione;
- Impianto trasmissione dati cablaggio strutturato rete LAN e telefonia;
- Impianto videosorveglianza con TVCC del tipo Dome IP a circuito chiuso;
- Impianti speciali per controllo e gestione degli impianti fluido-meccanici.

7.1 Impianto videosorveglianza TVCC

L'area cortile esterno sarà videosorvegliati con telecamere a colori del tipo Dome IP collegate agli armadi rete dati di piano e resi disponibile (segnali video) ad una postazione di controllo e gestione del sistema da individuarsi con la committenza e/o la direzione lavori. Le telecamere previste a progetto sono riportate sulla planimetria impianti speciali allegato al progetto esecutivo.

Le telecamere poste all'esterno dell'edificio sono dotate di custodia completa di scaldiglia autotermostata, del tipo Dome IP con risoluzione 4 Mpixel con immagini a colori, verranno collegate all'apparato di registrazione NVR e ad un monitor per visualizzare le immagini in tempo reale nonché ad una tastiera di controllo (PTZ) mediante la quale sarà possibile indirizzare le telecamere nella direzione di interesse.

7.2 Impianto antintrusione

La nuova sede sarà provvista di un sistema antintrusione generale a copertura di tutti gli accessi principali e secondari dell'edificio (porte, finestre, eccetera) nonché a servizio e controllo dei locali interni contenenti apparati di valore per controllare eventuali effrazioni durante gli orari notturni e/o nei giorni di festa e/o periodi di chiusura. In pratica a servizio del sistema di antintrusione si prevede la fornitura e collegamento di alcuni sensori volumetrici localizzati come indicato nelle planimetrie di progetto. L'attivazione del sistema sarà realizzato a mezzo inseritori e/o tastiere dedicate. L'allarme intrusione provvede ad attivare la trasmissione via telefono di un allarme intrusione mediante combinatore telefonico PSTN/GSM.

7.3 Impianto rivelazione ed allarme incendi

Il sistema previsto per la sorveglianza attiva antincendio è del tipo fisso con funzionamento automatico di rivelazione incendi ed è stato dimensionato prefiggendosi di rilevare e segnalare un incendio nel minor tempo possibile, recependo il segnale attraverso una centrale di concentrazione e controllo, dotata di sistema di visualizzazione con display a cristalli liquidi. La protezione degli ambienti è stata attuata con l'applicazione di rivelatori ottici di fumo nelle stanze e nel controsoffitto. Oltre a quanto già indicato si installeranno anche dei pulsanti manuali di segnalazione incendio. Tutta la rete rivelazione incendi è stata progettata e sarà realizzata con l'utilizzo di cavo resistente al Fuoco 2X1 mm² schermato conforme a quanto richiesto dalla UNI 9795.

7.4 Impianto cablaggio strutturato

Per quanto riguarda l'impianto rete LAN di cablaggio strutturato si precisa che è stata prevista la realizzazione di un impianto di ultima generazione con cavi e connessioni in categoria 5E FTP. In particolare in corrispondenza di ogni piano del nuovo edificio si prevede l'installazione di un armadio rete dati concentratore di piano e/o di zona collegato quest'ultimo al rack generale del complesso. Ogni gruppo prese a parete sarà dotato di 2 prese dati (che possono essere anche utilizzate per collegamento telefonico - VOIP). Da ogni armadio rack dati di piano partono tutti i conduttori seriali (categoria 5E) per la connessione di tutte le prese dati, fonia, telecamere. Ogni presa dati/fonia sarà connesso all'armadio di reparto attraverso una coppia di cavi FTP in rame per la distribuzione orizzontale. Tutti i connettori di campo saranno di tipo RJ45. Il numero e la posizione delle varie prese dati è rilevabile sulle planimetrie impianti speciali allegate al progetto esecutivo. Per quanto non esplicitamente specificato si farà riferimento allo standard EIE/TIA 568-B. Ogni armadio rack dati di piano sarà realizzato con armadio metallico di adeguata dimensione ed adeguato a contenere:

- Patch panel di attestazione cavi in rame (in/out);
- Switch fast ethernet per gestione rete informatica;
- Pannelli passacavi;
- Barra di alimentazione.

8 Criterio di dimensionamento dei cavi

I cavi previsti nella progettazione dell'impianto elettrico sono corrispondenti e dimensionati in base a quanto indicato dalle tabelle UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal CEI. In particolare, nella realizzazione degli impianti elettrici saranno impiegati i seguenti tipi di cavi:

- o Cavi con conduttore flessibile in rame, unipolari, senza guaina tipo FS17, per circuiti di energia con tensione fino a 230/400V;
- o Cavi con conduttori flessibili in rame multipolari, isolati in Gomma EPR Alto Modulo G7, tipo non propagante l'incendio ed a bassissimo contenuto di alogeni tipo FG16, grado di isolamento 0,6/1kV per circuiti di energia con tensione fino a 230/400V;
- o Cavi con conduttori flessibili in rame multipolari, isolati in Gomma T12, tipo non propagante l'incendio ed a bassissimo contenuto di alogeni tipo FROR 450/750V.

Le sezioni dei cavi sono state dimensionate in conformità a:

- Corrente in transito nel cavo nelle normali condizioni di esercizio;
- Coefficienti di riduzione della portata relativi alle condizioni di posa;
- Caduta di tensione che non deve superare il 4% della tensione nominale del circuito (a carico nominale) sia per cavi alimentanti utilizzatori di forza motrice sia luce.

La caduta di tensione considerata è quella misurata fra il quadro elettrico generale e l'utilizzatore più lontano.

8.1 Calcolo della Sezione dei conduttori in funzione della corrente circolante

La sezione dei conduttori è funzione della corrente d'impiego (I_n) (circolante) che non deve mai superare la portata massima in regime permanente del cavo che la convoglia (I_z). La corrente d'impiego (I_n) è il valore che può fluire in un circuito nel servizio ordinario mentre per portata massima in regime permanente (I_z) si intende la massima corrente che il conduttore è in grado di sopportare senza che, per effetto Joule, la temperatura raggiunga valori tali da compromettere l'integrità e la durata degli isolanti. La temperatura massima sopportabile non ha un valore fisso valido per tutti i cavi ma dipende dal tipo d'isolante usato per il rivestimento del conduttore (da 80 °C per isolanti economici fino a oltre 200 °C per isolanti speciali).

Per il dimensionamento dei conduttori utilizzati nel progetto allegato è stata utilizzata la tabella CEI UNEL 35024/1 e 35024/2. Le portate massime dei conduttori (I_z) e le relative sezioni ricavate sono state verificate mediante la formula semplificata, sotto indicata:

$$S \geq \frac{I_n}{a}$$

dove:

S è la sezione in mm² del conduttore;

I_n è la corrente d'impiego che può interessare un circuito nel servizio ordinario;

a è la densità di corrente riferita al conduttore di sezione unitaria pari a:

- 10 A/mm² per conduttori in tubo sotto intonaco;
- 12 A/mm² per conduttori a vista;
- 13 A/mm² per conduttori ben ventilati.

8.2 Coefficienti di riduzione della portata – Coefficienti K1 e K2

Il valore di I_z (portata del conduttore in condizioni normali di servizio) è stato determinato, inoltre, in base ai declassamenti dovuti ai vari coefficienti di correzione a seconda della temperatura d'impiego, del tipo di posa e del numero di conduttori posati in una unica conduttura. I fattori di correzione presi in considerazione, che contribuiscono alla riduzione della portata nominale del cavo, sono sostanzialmente due:

- il fattore K1, che tiene conto della temperatura ambiente nella quale il cavo è posato;
- il fattore K2 che tiene conto della prossimità di altri cavi.

Le tabelle di riferimento contenenti i fattori K1 e K2, sono ricavabili dalla letteratura sopra indicata. Il fattore K2 si applica nella ipotesi in cui i cavi del fascio o dello strato abbiano sezioni simili, cioè contenute entro le tre sezioni adiacenti unificate; in caso contrario il fattore K2 diventa:

$$k_2 = \frac{1}{\sqrt{n}}$$

8.3 Calcolo della sezione minima in funzione della corrente effettiva di corto circuito

La sezione dei conduttori è stata definita in base alla corrente nominale del conduttore in condizioni normali di servizio (I_z), declassata come accennato al paragrafo precedente. Occorre verificare che detta sezione non sia mai inferiore a quanto si ricava dalla seguente relazione:

$$S = \frac{I \sqrt{t}}{k}$$

dove:

S è la sezione in mm²;

t è la durata in secondi del corto circuito;

I è la corrente effettiva di corto circuito in Ampere espressa in valore efficace;

k è una costante pari a:

- 115 per i cavi in rame isolati in PVC (160 °C)
- 135 per i cavi in rame isolati in gomma (220 °C)
- 143 per i cavi in rame isolati in gomma G7 (250 °C)

8.4 Verifica della caduta di tensione

Oltre a quanto sopra indicato, i cavi sono stati verificati anche in funzione della caduta di tensione, in modo che tra l'origine dell'impianto e qualunque apparecchio utilizzatore non superi il 4% della tensione nominale. Cadute di tensione più alte sono state considerate per conduttori alimentanti motori elettrici durante il periodo d'avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati con la condizione che ci assicurino che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI. Le cadute di tensione sono state verificate con adeguato software di calcolo che utilizza con la seguente formula:

$$\Delta V = 2 I_b I (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

per i circuiti monofase e:

$$\Delta V = 1,73 I_b I (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

per i circuiti trifase, dove:

ΔV è la caduta di tensione in Volt proiettata sul vettore di fase;

I_b è la corrente d'impiego in Ampere della linea;

φ è l'angolo di sfasamento tra la corrente I_b e la tensione di fase;

R è la resistenza al metro in W/m;

X è la reattanza al metro in W/m;

l è la lunghezza della conduttura in km.

I valori della resistenza e della reattanza al metro sono stati ricavati dalla tabella UNEL 35023-70.

9 Criteri generali per il dimensionamento delle protezioni

Il dimensionamento di tutte le protezioni è stato determinato tenendo conto delle seguenti correnti di riferimento:

- In (Corrente nominale) corrente alla quale si riferiscono tutte le prescrizioni costruttive dell'apparecchio e che rappresenta il valore unitario della caratteristica d'intervento;

- I_{nf} (Corrente di non funzionamento) massimo valore di sovracorrente che non fa intervenire la protezione entro il tempo convenzionale;
- I_f (Corrente di funzionamento) minimo valore di sovra corrente che fa intervenire certamente la protezione entro il tempo convenzionale.

9.1 Protezione contro le correnti di sovraccarico

La protezione contro il sovraccarico, come indicato dalla Norma CEI 64-8, è assicurato per le seguenti condutture:

- conduttura principale che alimenta utilizzatori derivati funzionanti con coefficienti di contemporaneità inferiori a 1;
- conduttura che alimenta motori ed utilizzatori che nel loro funzionamento possono determinare condizioni di sovraccarico;
- conduttura che alimenta presa a spina;
- conduttura che alimenta utilizzatori ubicati in luoghi soggetti a pericolo di esplosione o di incendio;

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione delle apparecchiature contro i sovraccarichi sono state dimensionate rispettando le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b è la corrente d'impiego del circuito;

I_z è la portata in regime permanente della conduttura;

I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

9.2 Protezione contro le correnti di corto circuito

La corrente presunta di corto circuito in un punto di un impianto utilizzatore è la corrente che si avrebbe nel circuito se nel punto considerato si realizzasse un collegamento con impedenza trascurabile fra i conduttori in tensione. Il potere d'interruzione di un dispositivo di protezione non deve essere inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione. Il valore della corrente di corto circuito, per cui sono state dimensionate le protezioni, può essere calcolato in generale con la seguente relazione:

$$I_{cc} = \frac{c V}{k Z_{cc}}$$

nella quale:

c fattore di tensione tabulato da norma;

Z_{cc} impedenza di corto circuito;

k 1 oppure 1,73 a seconda del tipo di guasto considerato;

V valore di tensione.

Il valore della corrente di corto circuito minima (a fondo linea) quando il neutro non è distribuito è stato calcolato con la seguente relazione:

$$I_{cc,min} = \frac{0,8 U_s S}{1,5 \rho l}$$

dove:

U è la tensione concatenata in Volt;

S è la sezione in mm^2 ;

ρ è la resistività a 20°C del materiale dei conduttori in Wmm^2/m ;

l è la lunghezza della linea.

Con il conduttore di neutro distribuito la precedente relazione muta in:

$$I_{cc,min} = \frac{0,8 U_s S}{1,5 \rho (1 + m)}$$

dove:

U_s è la tensione in Volt;

m è il rapporto tra la resistenza del conduttore di neutro e la resistenza del conduttore di fase.

Occorre inoltre ovviamente assicurarsi che il dispositivo di protezione dal cortocircuito venga dimensionato con potere di interruzione superiore al valore massimo della corrente di cortocircuito presunta nella sezione di impianto in cui è installato il dispositivo stesso, e che l'energia passante (specifica) lasciata passare dalla apparecchiatura non

sia superiore alla energia passante massima sopportabile da parte delle condutture installate a valle. Il tutto è tradotto normativamente dalle seguenti relazioni:

$$I_{cc,max} \leq P. d. I.$$

$$I^2t \leq k^2S^2$$

dove:

$I_{cc,max}$ corrente di corto circuito massima.

P.d.I. potere di interruzione apparecchiatura di protezione.

I^2t valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della apparecchiatura di protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito.

K^2S^2 energia specifica passante sopportata dalla conduttura, dove:

K coefficiente del tipo di cavo (115,135,143 in accordo alla CEI 64-8/4);

S sezione della conduttura.

10 Calcoli di corto circuito

Il calcolo per la determinazione della corrente di corto circuito è stato realizzato con l'ausilio di un programma di calcolo che utilizza le formule di seguito descritte:

$$RE(m\Omega) = \frac{(1000 P_{cu})}{(3 I_n^2)}$$

$$ZE(m\Omega) = \frac{(V_{cc}\% V_c^2)}{(100 P_n)}$$

$$XE(m\Omega) = \sqrt{ZE^2 - RE^2}$$

Con l'utilizzo dei dati riguardanti i cavi di collegamento del quadro generale di bassa tensione esistente, si definisce la resistenza e la reattanza totale a monte del quadro stesso, al fine di determinare la corrente di corto circuito:

$$RL(m\Omega) = r L$$

$$XL(m\Omega) = X L$$

L'impedenza di corto circuito sarà quindi:

$$Z_{cc}(m\Omega) = \sqrt{(RL + RE)^2 + (XL + XE)^2}$$

A questo punto si ricava la I_{cc} con la seguente formula:

$$I_{cc} = \frac{V_c}{\sqrt{3} Z_{cc}}$$

dove:

P_{cu} Perdite nel rame dei trasformatori (W)

I_n Corrente nominale (A)

$V_{cc}\%$ Tensione corto-circuito (%)

V_c Tensione concatenata (V)

P_n Potenza nominale del trasformatore (kVA)

RE Resistenza equivalente secondaria del trasformatore

XE Reattanza equivalente secondaria del trasformatore

Z_{cc} Impedenza di corto circuito

RL Resistenza di linea

r Resistenza specifica della linea (Ω/Km)

L Lunghezza della linea a monte (m)

XL Reattanza della linea

X Reattanza specifica della linea (Ω/Km)

I valori rilevati fanno riferimento ad un guasto trifase, con le formule sopra esposte è stata ricavata la corrente di corto circuito presunta sul quadro. Il valore della I_{cc} è stato quindi calcolato con arrotondamento in eccesso avendo trascurato le impedenze interne sugli interruttori di macchina e quella delle sbarre del quadro stesso. Le formule sopra descritte sono state adottate naturalmente anche per il calcolo della corrente di corto circuito nei vari livelli del sistema e sui vari quadri dell'impianto sommando tutte le impedenze in linea fino ai vari quadri di zona.

11 Dimensionamento impianto di terra

La realizzazione del sistema dispersore assume caratteristiche diverse in relazione alle condizioni di fornitura dell'energia elettrica; nel nostro caso, ai fini delle modalità per il dimensionamento del sistema dispersore, verrà fatto riferimento alle condizioni di esercizio previste a progetto. Occorre ricordare che per l'impianto di terra sarà unico

collegando le varie masse e masse estranee mediante conduttori giallo-verdi. Il tutto secondo la normativa CEI di riferimento.

11.1 Protezione dai contatti indiretti lato B.T.

Il sistema sarà distribuito con tipologia TT e sarà quindi soggetto alla Norma CEI 64-8:

$$Z_s X_{Ia} \leq U_0$$

dove:

- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto in W che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
- I_a è la corrente in Ampere che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo definito dalle norme stesse in funzione della tensione nominale U₀ verso terra (il tempo massimo d'intervento deve essere di 5s per i circuiti di distribuzione e 0.4 s per i circuiti terminali per una tensione U₀ verso terra di 230V);
- U₀ è la tensione nominale tra fase e terra (230V).

Nello sviluppo del progetto esecutivo sono stati eseguiti tutti i calcoli delle linee e protezioni. I risultati di calcolo hanno dato tutti esito positivo. Sarà comunque necessario, in fase di messa in marcia dell'impianto e/o collaudo finale, verificare che la suddetta relazione sia soddisfatta per tutti i circuiti ponendo particolare cura ai circuiti terminali, soprattutto per quelli più lunghi dove il valore più alto dell'impedenza di guasto potrebbe aumentare il tempo d'intervento delle protezioni oltre ai limiti ammessi dalle norme; a tal proposito si reputa opportuno dotare tutti i circuiti terminali di servizio per i quali si può prevedere anche un utilizzo mobile delle condutture, di apposite protezioni di tipo differenziale ad alta sensibilità ($I_{d_{max}} < 0,3A$).

Si ricorda che è responsabilità dell'amministrazione dell'insediamento presentare prima della messa in servizio la denuncia dell'impianto di terra al dipartimento periferico dell'INAIL competente nel territorio; l'impresa dovrà compilare il modulo di denuncia impianto di terra (modello D.P.R. 462/01), firmando in calce i documenti ed allegando la dichiarazione di conformità. L'impianto andrà verificato periodicamente (condizioni generali e misura della resistenza di terra) ogni 2-5 anni come previsto dallo stesso D.P.R. 462/01.

12 Calcoli illuminotecnici

In allegato al progetto esecutivo sono stati riportati tutti i calcoli di dimensionamento eseguiti per le linee elettriche di potenza e per l'illuminamento medio previsto nei vari locali. Per la verifica di tali calcoli si rimanda agli specifici allegati di progetto dedicati alla raccolta dei calcoli stessi.