



COMUNE DI CANICATTINI BAGNI

PROVINCIA DI SIRACUSA

Oggetto:

Lavori di manutenzione straordinaria e adeguamento del campo di calcio esistente presso l'area degli impianti sportivi del Comune di Canicattini Bagni

Progetto Esecutivo

Data

Ottobre 2014

TAV.:

Oggetto: Progetto

EL 01

- RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

COMUNE DI CANICATTINI
PROVINCIA DI SIRACUSA

Si attesta ai sensi dell'articolo 9 L.R. 1-3-1972 n.19 che le opere previste dal presente progetto sono conformi allo strumento urbanistico ed al regolamento edilizio e di igiene vigenti in questo Comune Canicattini Bagni lì.....

Il Responsabile del III° Settore Tecnico
(Geom. Capo Giuseppe Carpinteri)

VISTI:

**Visto: si approva in
linea tecnica e si attesta la
validazione del progetto**
Canicattini B. lì.....

IL R.U.P.
(Geom. Paola Cavalieri)

Il progettista

ing. SEBASTIANO ROCCAZZELLO

RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO

RELAZIONE TECNICA

PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO CAMPO SPORTIVO COMUNALE DI CANICATTINI BAGNI (SR)

Il Progettista e D.L.

I. DESCRIZIONE GENERALE

Vengono descritti gli impianti elettrici previsti a servizio del campo sportivo comunale di Canicattini Bagni (SR).

Il campo di calcio è inserito in un “Centro Sportivo Comunale”, è realizzato in zona periferica, ma all’interno dell’area abitata del Comune di Canicattini Bagni, delimitato a Sud-Est dalla Strada Provinciale Maremonti, e a Nord-Ovest dalla Via Solferino. Il centro sportivo è costituito da un campo da calcio regolamentare con annessi spogliatoi e servizi, da un palestra polivalente coperta e nell’area esterna, adiacente al palazzetto dello sport, sono ubicati due campetti polivalenti all’aperto.

L’impianto è di proprietà del Comune di Canicattini Bagni.

L’area oggetto di intervento comprende il campo di calcio con i relativi servizi, l’area si estende per circa 15.000,00 mq.

Le strutture oggetto di intervento di manutenzione straordinaria sono:

- Area giuoco campo di calcio
- Spogliatoio Atleti (nuova costruzione)
- Bagni Pubblico (nuova costruzione)
- Biglietteria (nuova costruzione)
- Bagni Pubblico esistenti
- Locale Tecnico (quadro generale)

Le strutture esistenti non oggetto di intervento sono:

- Palestra Polivalente con servizi
- Campi esterni polivalenti
- Spogliatoi atleti esistenti

2. CARATTERISTICHE GENERALI DELL’IMPIANTO

L’impianto è progettato conformemente alle normative vigenti in funzione della destinazione e della classificazione dei locali.

L’impianto è classificato quale sistema di tipo TT con fornitura di energia elettrica ENEL in bassa tensione.

Nella stesura del progetto sono state considerate le disposizioni legislative vigenti in materia, tra le quali ricordiamo:

- Legge 01/03/1968, n.186;
- D.M. 37/08;
- D.Lgs. 81/08.

L'impianto deve rispettare le seguenti norme CEI:

- CEI 64-8 IV ed. "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c.";
- CEI 64-8/7 V2 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e 1500V in c.c..

Secondo le norme CEI l'impianto viene classificato di tipo ordinario.

Ai fini della protezione contro i contatti indiretti si realizza un sistema TT ed in particolare un sistema con interruzione automatica del circuito con l'utilizzo di interruttore differenziale con corrente di intervento non superiore ai 30mA.

Si considerano le seguenti tensioni di contatto limite:

- locali ordinari: $U_L = 50V$.

Un guasto franco a terra sui circuiti terminali deve determinare l'intervento delle protezioni entro 1 secondo per sistema TT entro i tempi indicati:

- $U_0 / U = 230/400 V \quad \Rightarrow \quad t = 0,2 \text{ sec.}$

Si utilizzano i seguenti interruttori differenziali:

- tipo AC per sgancio con correnti verso terra alternate sinusoidali;

L'impianto viene suddiviso su più circuiti per selettività orizzontale.

Si prevede una selettività di tipo differenziale con interruttore generale differenziale posto a monte e precisamente un interruttore magnetotermico con intervento differenziale selettivo di 300 mA.

2.1 Stima dei carichi

L'impianto progettato si integra con un impianto esistente, realizzato nel 2006 in seno ai lavori di ristrutturazione ed adeguamento della palestra polivalente.

Il quadro generale di partenza contiene sia le nuove linee per il campo di calcio che le linee della palestra.

Di seguito si riassumono i valori di stima dei carichi elettrici relativamente alla sezione "campo di calcio" oggetto di intervento:

- Linee prese e luce nuovi spogliatoi atleti	7.00 kW
- Linee prese e luce Biglietteria	2.00 kW
- Linee prese e luce Bagni Pubblico	2.00 kW
- Linea pompa irrigazione campo	<u>15.00 kW</u>
TOTALE	26.00 kW
Coeff. Contemp. 0.8	20.08 kW

Sono altresì conteggiate come potenze elettriche, ma non inserite nell'intervento oggetto di relazione le seguenti linee:

- Linea Palestra Polivalente 10.00 kW

- Linea Campi Esterni	12.00 kW
- Linea Spogliatoi esistenti	6.00 kW
- Linee illuminazioni esterne	<u>6.00 kW</u>
TOTALE	34.00 kW
Coeff. Contemp. 0.7	23.80 kW

E' prevista la predisposizione per un eventuale predisposizione delle linee di alimentazione per le torri faro per l'illuminazione notturna, si prevede una potenza complessiva di 40.00 kW.

Riepilogando il progetto elettrico prevede un ampliamento della potenza attualmente impegnata di 25.00 kW per la Palestra Polivalente di ulteriori 20.00 kW per il campo di calcio.

Pertanto la potenza di contratto ENEL stimata è pari 45kW - 400V – 50Hz.

3. DESCRIZIONE QUADRI DI DISTRIBUZIONE

Tutti i cablaggi interni dei quadri elettrici, saranno realizzati con conduttori flessibili isolati in PVC, tipo N07V-K, dimensionati per una densità massima di corrente di 1,5 A/mm²; inoltre, relativamente ai quadri suddetti, che rientrano nell'ambito di applicazione della norma CEI 23-51 che riguarda quadri elettrici con correnti inferiori a 32 A per i monofasi e 125 A per i trifasi, si rispetteranno le seguenti prescrizioni :

1) tutti i quadri saranno muniti di targa, come esplicitamente richiesto sia dalla norma CEI 17-13 che CEI 23-51, recante il nome o marchio del costruttore, il tipo di quadro, la corrente nominale del quadro, la natura della corrente e frequenza, la tensione nominale di funzionamento, il grado di protezione nonché la norma di riferimento ;

2) verifica della costruzione identificazione : si verifica a vista che il quadro sia munito della targa suddetta con riportati relativi dati e si controlla la conformità del quadro agli schemi circuitali che devono essere posti all'interno del quadro e ai dati tecnici ;

3) verifica del corretto cablaggio, del funzionamento meccanico e del funzionamento elettrico : si effettua un controllo del corretto montaggio degli apparecchi e della sistemazione dei cavi, nonché una prova di funzionamento elettrico ;

4) efficienza del circuito di protezione : negli eventuali quadri metallici, ci si deve assicurare del buon collegamento delle masse al conduttore di protezione, con esame a vista e con prova strumentale ;

5) prova della resistenza di isolamento : la resistenza di isolamento verso massa dei conduttori attivi, misurata a 500 V, deve essere almeno 1000 ohm/Volt riferita alla tensione nominale verso terra del circuito ;

6) verifica dei limiti di sovratemperatura : i dispositivi installati all'interno dell'involucro

devono dissipare nel loro complesso una potenza P_{tot} non superiore a quella che l'involucro può disperdere nell'ambiente circostante. A tal fine deve essere verificata la relazione :

$$P_{tot} = 1,2 \times P_{dp} + P_{au} \leq P_{inv}$$

dove :

P_{dp} è la potenza dissipata dai dispositivi di protezione e/o di manovra ;

P_{au} è la potenza dissipata dagli ausiliari (trasformatori, lampadine, etc.) ;

P_{inv} è la potenza dissipabile dall'involucro, dichiarata dal costruttore dell'involucro stesso.

Limitatamente ai soli quadri monofase con corrente nominale inferiore a 32 A, si possono non eseguire le verifiche di cui ai punti 5) e 6).

La distribuzione dell'impianto parte dal quadro ENEL per arrivare al quadro generale.

Le linee montanti sono protette da un interruttore magnetotermico differenziale con corrente di intervento regolabile da 0.03 a 3 A e fissato a 1A.

Il quadro ENEL è realizzato con carpenteria metallica IP65 delle dimensioni di mm. 600x230x600 completo di portello di chiusura con serratura e chiave.

Il quadro GENERALE è realizzato con un quadro in carpenteria metallica IP65 delle dimensioni di mm. 955x230x2195 completo di portello di chiusura in cristallo con serratura e chiave.

Gli schemi unifilari dei su citati quadri vengono riportati nei disegni allegati.

La loro manutenzione e gestione dovrà essere affidata a personale qualificato.

I quadri dovranno essere certificati quali quadri ANS o ASD secondo Norma CEI 17-13.

Dovranno essere identificati tramite targhetta ben visibile recante:

- nome o marchio del costruttore;
- sigla o mezzo d'identificazione del quadro;
- tensione di funzionamento;
- grado di protezione;
- corrente nominale.

All'interno dei quadri tutti i dispositivi di manovra e di protezione dovranno essere muniti di targhetta indicatrice della loro funzione; inoltre i quadri dovranno essere muniti di portello con serratura e relativa chiave e dovranno essere dotati di apposita morsettiera.

A valle del quadro generale sono presenti i seguenti quadri elettrici:

- Quadro Nuovi Spogliatoi
- Quadro Biglietteria

- Quadro Bagni Pubblico

Gli schemi unifilari dei quadri sono allegati alla relazione.

4. LINEE DI DISTRIBUZIONE

La distribuzione a partire dal quadro ENEL a valle del contatore Enel avverrà mediante cavi tipo FG7R con posa interrata entro tubazione di PVC. La sezione prevista è FG7R 3(1x50) + 1x25.

Dal quadro generale alle utenze interne (linee luce e prese) con linee sottotraccia a parete o a pavimento costituite da cavi a singolo isolamento tipo N07V-K e FROR, posate dentro tubazioni di PVC o con linee posate a parete dentro tubazioni di PVC o con linee posate dentro tubazione di PVC poggiate sul controsoffitto. Per le distribuzioni interrate si prevedono cavi a doppio isolamento in EPR tipo FG7R o FG7OR.

Per quanto riguarda le apparecchiature elettriche (plafoniere, dispositivi di comando, punti presa, etc.), dovrà essere rispettato quanto riportato in planimetria allegata, tenendo conto dei gradi di protezione degli involucri in funzione degli ambienti di destinazione; in ogni caso si rispetterà per ogni utilizzatore ed apparecchiatura elettrica da installare un grado di protezione minima IP=4X.

Il quadro elettrico generale, assieme a tutti i sottoquadri, saranno dotati degli idonei dispositivi di protezione dalle sovracorrenti e dai contatti indiretti, utilizzando: interruttori automatici con corrente nominale scelta in relazione alla portata del cavo, in modo da proteggere il cavo sia contro il sovraccarico sia contro il corto circuito (CEI 64-8/4 art. 431.1); ai fini della protezione dai contatti indiretti si utilizzeranno interruttori magnetotermici differenziali per ciascuna utenza, che oltre ad assicurare la protezione dalle sovracorrenti, assicurano anche detta protezione dai contatti indiretti secondo le prescrizioni della CEI 64-8/4 Sez. 413: l'uso di tale dispositivi sarà di tipo capillare per singola utenza assicurando la massima continuità di servizio. Le dorsali in partenza dal quadro generale, seguiranno le prescrizioni della CEI 64-8/7 Sez. 751 relativa agli ambienti a maggior rischio in caso di incendio, che detta misure aggiuntive circa la posa e la scelta delle condutture in tali ambienti, rispetto a quelle previste nelle rispettive sezioni della stessa norma. I tipi di cavi, saranno in ogni caso rispondenti alle norme CEI 20-13, CEI 20-14, CEI 20-22; per quanto riguarda i colori distintivi si utilizzeranno le prescrizioni della CEI 64-8/5 art. 514.3.1; per la scelta della sezione del cavo e protezione contro il sovraccarico le prescrizioni della CEI 64-8/4 art. 433.2 e art. 525 relativo alla caduta di tensione.

Per quanto riguarda il cablaggio dei quadri elettrici, saranno seguite le norme CEI 17-13/1 relativa a quadri elettrici ANS. Per la scelta della sezione e protezione del conduttore di neutro, saranno seguite le prescrizioni della CEI 64-8/5 art. 524.2 ed art. 524.3 relativi alla sezione e CEI 64-8/4 artt. 473.3.1 - 473.3.2 per la protezione.

Per quanto riguarda i tubi protettivi si rispetteranno le normative CEI 23-8 e CEI 23-14

relative alla tipologia delle tubazioni, rispettando le prescrizioni della CEI 64-8/5 artt. 522.8.1.6 - 522.8.1.1 nonché CEI 64-8/7 Sez. 751, relativi alle modalità di posa: le tubazioni, del tipo flessibile, in materiale isolante per posa sotto pavimento devono essere del tipo pesante, mentre per posa sottotraccia a parete o a soffitto, possono essere usati tubazioni flessibili di tipo leggero. Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi (CEI 64-8/5 Sez. 522.8.1.1). Il minimo di tubazione da utilizzare come diametro viene prescritto di 20 mm, al fine di consentire eventuali future espansioni di impianto. Nei canali la sezione occupata dai cavi non deve superare il 50% della sezione del canale stesso (CEI 23-32 e CEI 23-19). Per quanto riguarda le cassette di derivazione e le connessioni, si rispetteranno le prescrizioni della CEI 64-8/4 art. 412.2.3 relativo alle cassette, CEI 64-8/5 artt. 526.1 - 526.4 relativi alle giunzioni: le giunzioni e le derivazioni, devono essere eseguite con appositi dispositivi di connessione, aventi grado di protezione IP=XXB (non accessibili al dito di prova), con morsetti con e senza viti, sono vietate le connessioni con nastature. Nell'esecuzione delle connessioni si deve evitare di lasciare parti scoperte, esse inoltre sono vietate nei tubi e nelle cassette portafrutto.

I conduttori utilizzati nell'esecuzione dell'impianto saranno contraddistinti dalle seguenti colorazioni:

- a) conduttore di protezione: bicolore giallo-verde;
- b) conduttore neutro: colore blu chiaro;
- c) conduttori di fase: colori nero, grigio, marrone.

Tutti i materiali utilizzati dovranno essere forniti del contrassegno rilasciato dall'Istituto Italiano del Marchio di Qualità.

5. CORPI ILLUMINANTI E PRESE

Vengono riportati in planimetria i punti di comando luce e prese da rispettare; tutti gli apparecchi di comando (es. circuito luce), possono essere unipolari prestando attenzione che devono essere inseriti esclusivamente sul conduttore di fase (CEI 64-8/4 Sez. 465.1.2). Gli interruttori di comando, i deviatori e gli invertitori per i punti luce saranno da 16 A, mentre gli interruttori per le prese comandate devono avere la stessa corrente nominale delle prese. Negli ambienti in cui è previsto l'uso di getti d'acqua per le pulizie, verrà rispettato il grado di protezione IP=55. I circuiti di comando e di segnalazione (campanelli), verranno alimentati col sistema SELV a bassissima tensione di sicurezza, tramite trasformatore di sicurezza che verrà realizzato entro i quadretti locali o entro apposite cassette di derivazione; si ricorda che tali circuiti non devono avere alcun punto né le masse a terra (CEI 64-8/4 Sez. 411.1.4), i morsetti di uscita del trasformatore saranno segregati o distanziati, dentro la cassetta, al fine di evitare contatti con i circuiti a 220 V. Per tali circuiti, verranno utilizzati cavi di tipo N07V-K.

Sia i tubi protettivi che le cassette e le scatole per l'impianto di energia, per gli impianti telefonici, allarmi e segnalazione SELV, andranno tenute distinte tra loro, nel caso non possibile, si farà in modo che tutti i cavi abbiano il grado di isolamento pari a quello relativo alla massima tensione presente (grado di isolamento minimo 450 V). (CEI 64-8/5Sez. 528.1.1).

Particolare attenzione verrà posta nell'esecuzione dell'impianto interno ai locali contenenti bagni o docce, per essi valgono le prescrizioni di cui alla norma CEI 64-8/7 Sez. 701.32, che individua le tre zone: nella zona 1 e 2 sono vietati le installazioni di qualsiasi tipo di dispositivi di comando e protezione e le prese a spina, devono essere effettuati gli eventuali collegamenti equipotenziali di tutte le masse metalliche. Nella zona 3 (a distanza superiore a 60 cm dal bordo vasca o piatto doccia), sono ammessi ogni tipo di dispositivo di comando e segnalazione nonché le prese a spina purché, protetta da interruttore differenziale non superiore a 30 mA (come nel nostro caso). L'eventuale scaldacqua, verrà installato nella zona 3 e avrà una alimentazione del tipo a cordone da propria cassetta di derivazione con sezionamento onnipolare dell'alimentazione a cordone medesima. Tutte le tubazioni in ingresso al locale bagno devono essere poste a terra a mezzo di collegamento equipotenziali, anche quando il collettore idrico generale sia già stato messo a terra.

Le tipologie di corpi illuminanti previste sono le seguenti:

1. Plafoniere da attacco a soffitto e/o parete con grado di protezione minimo IP55, dotate di lampade 2x36W – 1x36W a tubo fluorescente, per gli ambienti spogliatoi;
2. Proiettori asimmetrici con lampada ioduri metallici da 70W per l'illuminazione esterna dei locali;
3. Gruppo autonomo di emergenza, plafoniere da attacco a parete o a plafone con grado di protezione minimo IP55, dotata di lampada 1x11W a tubo fluorescente, con inverter e batterie al Ni-Cd di autonomia di 1 h.

Le armature dei corpi illuminanti dovranno essere collegate a terra, le lampade non devono essere a portata di mano del pubblico, negli ambienti di passaggio devono essere protette contro gli urti.

Gli apparecchi di illuminazione devono essere resistenti alla fiamma ed all'accensione.

Le prese negli ambienti accessibili direttamente al pubblico dovranno essere protette contro i contatti diretti mediante involucri od idonea protezione, gli interruttori di comando sono di tipo unipolare o bipolare.

Per le zone interne si utilizzano i livelli medi di illuminamento previsti dalla norma UNI 10380 ed in particolare:

- Spogliatoi 300 lux

- Locali di servizio 200 lux

Oltre che l'illuminamento medio, con la scelta delle lampade si tiene conto dei seguenti parametri: tonalità del colore, uniformità di illuminamento ed indice di resa cromatica (Ra).

L'illuminazione d'emergenza è realizzata con gruppi autonomi, di autonomia minima di ore 1.

Le prese tutte di tipo ad alveoli protetti sono per lo più bi passo 10/16 A o Shuko da 16 A.

6. CALCOLI ELETTRICI

Dimensionamento dei cavi e protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti.

- a) La sezione dei cavi è stata determinata tenendo conto di:
- Corrente di impiego: I_b ;
 - Corrente nominale del dispositivo di protezione: I_n ;
 - Corrente massima ammissibile del cavo in funzione delle condizioni di impiego, di posa e del tipo di cavo: I_z ;
 - Corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione: I_f ;
 - Massima caduta di tensione ammessa pari al 4 % della tensione nominale dell'impianto, tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore (CEI 64-8, art. 525) ;
 - Valori minimi ammessi in base alla tabella 52E della CEI 64-8, art. 524.1
- b) Per quanto riguarda la protezione dei circuiti dalle sovracorrenti, si è tenuto conto delle prescrizioni della norma CEI 64-8/4-5-7 che brevemente si richiamano :
- i conduttori attivi di un circuito elettrico devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce una sovracorrente (sovraccarico o corto circuito) ;
 - la protezione dal sovraccarico e dal corto circuito, può essere assicurata sia in modo separato, con dispositivi distinti, che in modo unico con dispositivi che assicurano entrambe le protezioni ;
 - il dispositivo di protezione per assicurare la protezione deve: interrompere sia la corrente di sovraccarico sia quella di corto circuito, interrompendo in questo caso tutte le correnti di corto circuito che si presentino in un punto qualsiasi del circuito, prima che provochino nel conduttore un riscaldamento tale da danneggiare l'isolamento ; essere installato in generale all'origine di ogni circuito (nel caso di locali a maggior rischio in caso di incendio, tale prescrizione diviene obbligatoria);
- c) La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta tramite interruttori magnetotermici tarati

in modo da soddisfare le relazioni :

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$I_f \leq 1.45 \times I_z$$

dove : I_b è la corrente di impiego in [A];

I_z è la portata del cavo a regime permanente in [A] ;

I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione in [A] ;

I_f è la corrente che assicura il funzionamento del dispositivo entro il tempo convenzionale t in condizioni definite, per gli interruttori in [A].

Questa seconda relazione è soddisfatta automaticamente con l'uso di interruttori magnetotermici a norme CEI 23.3 o CEI 17.5.

Si terrà conto delle prescrizioni della norma CEI 64-8 art. 433.1 :

- il conduttore non risulta protetto se il sovraccarico è compreso tra I_z ed I_f , in quanto esso può permanere a lungo senza provocare l'intervento della protezione, ciò può essere evitato fissando il valore di I_b in modo che I_z non venga superato frequentemente;
- se uno stesso dispositivo di protezione alimenta diverse condutture od una conduttura principale, dalla quale siano derivate condutture secondarie, il dispositivo protegge quelle condutture che risultano con esso coordinate secondo le due relazioni precedenti ;
- il dispositivo deve avere caratteristiche tali da consentire sovraccarichi di breve durata che si producono nell'esercizio ordinario, senza intervenire (avviamento motori) ;
- se il dispositivo protegge diversi conduttori in parallelo, si considera per I_z la somma delle portate dei singoli conduttori a condizione però che i conduttori stessi portino sostanzialmente le stesse correnti (uguale sezione, stesso tipo di isolamento, stesso modo di posa) e che non siano interessati da derivazioni.

d) Per quanto riguarda la protezione dai corto circuiti, si terranno presenti le seguenti prescrizioni (CEI 64-8, art. 473.2) :

- 1) avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto in cui è installato (è ammesso tuttavia, CEI 64-8 art. 434.3.1, l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo che abbia il necessario potere di interruzione, in tale caso l'energia specifica ($I^2 \times t$) che lascia passare il dispositivo a monte non deve essere superiore a quella massima

soportabile dal dispositivo o dalle condutture situate a valle;

- 2) deve intervenire in un tempo inferiore a quello che farebbe superare al conduttore la massima temperatura ammessa (CEI 64-8, art. 434.3.2), cioè deve essere soddisfatta, qualunque sia il punto della condotta interessata dal corto circuito, la condizione:

$$(I^2 \times t) \leq K^2 \times S^2$$

dove è:

($I^2 \times t$): Energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il cortocircuito ;

K: Coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e dall'isolamento, che per una durata del corto circuito ≤ 5 secondi, vale :

K = 115 per cavi in Cu isolati in PVC ;

K = 135 per cavi in Cu isolati in gomma butilica ;

K = 143 per cavi in Cu isolati in gomma etilenpropilenica.

S: Sezione del conduttore da proteggere, in mmq ;

T: Tempo di intervento del dispositivo di protezione che si assume ≤ 5 secondi.

Come detto, la relazione suddetta, deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della condotta interessato al cortocircuito, in pratica è sufficiente la verifica immediatamente a valle degli organi di protezione, dove si ha la corrente di cortocircuito massima e nel punto terminale del circuito dove si ha la corrente di cortocircuito minima. Questa seconda verifica è necessaria per verificare che la lunghezza del conduttore permetta, in caso di guasto, lo stabilirsi di una corrente di cortocircuito sufficiente a fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

Tale corrente di cortocircuito minima è calcolabile mediante le formule semplificate (CEI 64-8, art 533.3 commenti) :

$$I_{cc} = \frac{0.8 \times U \times S}{1.5 \times \rho \times 2L} \quad \text{nel caso di neutro non distribuito ;}$$

$$I_{cc} = \frac{0.8 \times U_0 \times S}{1.5 \times \rho \times (1+m)L} \quad \text{nel caso di neutro distribuito}$$

Ponendo I_{cc} eguale al valore di taratura I_m dello sganciatore magnetico e ricavando L si ottiene la lunghezza massima di cavo protetta dall'interruttore scelto:

$$L_{max} = \frac{0.8 \times U \times S}{2 \times \rho \times 1.2 I_m} \quad \text{nel caso di neutro non distribuito ;}$$

$$L_{max} = \frac{0.8 \times U_0 \times S}{2 \times \rho \times 1.2 I_m} \quad \text{nel caso di neutro distribuito.}$$

$$2 \times \rho (1+m) \times 1,2 I_m$$

dove:

- U: è la tensione concatenata nominale in [V] ;
- U_0 : è la tensione concatenata nominale in [V] ;
- 0.8: è un fattore che tiene conto dell'abbassamento di V durante il corto circuito ;
- S: è la sezione del conduttore in mmq ;
- ρ : è la resistività a 20 °C del materiale dei conduttori, 0,018 Ohm mmq/m per il rame ;
- 2: è un fattore che tiene conto che la corrente di cortocircuito interessa un conduttore di lunghezza 2L.
- I_m : è la corrente di cortocircuito minima che provoca l'apertura dell'interruttore.
- m : è il rapporto tra resistenza del conduttore di neutro e quella del conduttore di fase ;
- 1,2 : è un fattore di tolleranza previsto dalle norme.

Se il dispositivo di protezione risponde alle condizioni di cui al sovraccarico e di cui al corto circuito, non è necessario effettuare la verifica in corrispondenza della corrente minima di corto circuito, pertanto risultando i conduttori protetti dal sovraccarico in base alla relazione precedente ed essendo previsto l'uso di interruttori a norme CEI 23.3 o CEI 17.5, con curva caratteristica " C " e dotati di soglia di intervento degli sganciatori magnetici inferiore a 10 I_n , è sufficiente la verifica della massima corrente di corto circuito, calcolata ai morsetti dell'interruttore.

e) Prescrizioni secondo la natura dei circuiti (CEI 64-8, art. 473.3)

1) protezione dei conduttori di fase :

- il dispositivo di protezione deve rilevare le sovracorrenti su ogni fase, provocando l'interruzione del conduttore dove la sovracorrente è rilevata, ma non necessariamente l'interruzione di altri conduttori attivi ad eccezioni dei casi di cui al punto 2) ;
- nei sistemi TN e TT per circuiti fase - fase con neutro non distribuito, può essere non prevista la rilevazione delle sovracorrenti su una fase a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due seguenti condizioni : vi sia posta a monte sullo stesso circuito una protezione differenziale che interrompa tutte le fasi ; il neutro non sia distribuito da un punto "neutro artificiale" posto a valle del dispositivo differenziale sopraccitato.

2) protezione del conduttore di neutro nei sistemi TN e TT:

- la protezione del conduttore di neutro contro le sovracorrenti è necessaria se la sua sezione è inferiore a quella dei conduttori di fase. La protezione deve essere effettuata mediante dispositivo che provochi l'interruzione dei conduttori di fase stessi, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro ;
- la protezione del conduttore di neutro non è necessaria : se la sua sezione è uguale o di impedenza equivalente a quella dei conduttori di fase ; se il conduttore di neutro è protetto contro i corto circuiti da dispositivo di protezione di conduttori di fase del circuito ; se la

massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della sua portata ;

- nei sistemi TN-C il conduttore PEN non deve mai essere interrotto.

Protezione contro i contatti diretti ed indiretti.

Si definisce contatto diretto il contatto con ogni parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro. La protezione contro i contatti diretti verrà ottenuta mediante le seguenti misure di protezione totale (CEI 64-8, artt. 3.1.14 e 481.2.3):

- 1) Isolamento delle parti attive : parti attive ricoperte completamente con isolamento che può essere rimosso solo a mezzo di distruzione ; altri componenti elettrici devono essere provvisti di isolamento resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio.
- 2) Adozione di involucri o barriere : parti attive contenuti entro involucri o barriere con grado minimo di protezione pari a IP XXB ; superfici orizzontali delle barriere o degli involucri a portata di mano, con grado di protezione non inferiore a IP XXD ; involucri o barriere saldamente fissati in modo da garantire la protezione nel tempo ; barriere o involucri devono poter essere rimossi o aperti solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo speciale ; il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri.

Inoltre, dato che per il sistema in esame si adopereranno interruttori magnetotermici differenziali di protezione con $I_d=30$ mA, essi costituiscono anche una protezione addizionale dai contatti diretti (CEI 64-8, art. 412.5).

Si definisce contatto indiretto il contatto con una massa, o con una parete conduttrice connessa con la massa, durante un guasto di isolamento. Si adotta la protezione totale contro i contatti indiretti che si può attuare, come previsto per i sistemi TN-S, mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso: dovrà essere verificata e soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito BT, la condizione relativa alla corrente di guasto a terra I_g :

$$I_g \geq I_a$$

dove :

$$I_g = U_0 / Z_s$$

essendo :

U_0 tensione nominale (V) verso terra dell'impianto;

- Z_s impedenza totale (Ω) del circuito di guasto franco a terra;
- I_a corrente di intervento (A) del dispositivo di protezione a massima corrente, in relazione ad un tempo convenzionale definito dalla Tab. 41A della norma CEI 64-8, che, per tensioni di esercizio normalizzate (230 V), risulta pari a 0,4 s.

In pratica, tale tempo convenzionale massimo (0,4 s per ambienti ordinari con tensione 230 V), si applica solo ai circuiti terminali (alimentazione di componenti elettrici mobili/potatili/trasportabili), mentre per i circuiti di distribuzione o per circuiti terminali che alimentano solo componenti fissi il tempo di intervento convenzionale massimo può essere assunto non superiore a 5 s: nel caso in cui si adottano dispositivi di protezione differenziali, I_a è il valore in ampere della corrente di intervento differenziale in quel dato tratto di circuito (quindi risulta senz'altro sempre soddisfatta la relazione precedente visto il basso valore di I_a).

I cavi di alimentazione sono stati dimensionati secondo i seguenti criteri:

- a) massima portata di corrente: le sezioni sono state determinate considerando che in condizioni regolari di esercizio la densità di corrente deve essere tale da non superare la portata stabilite nelle tabelle CEI - IEC 364-5-523 in relazione alla sezione, al tipo di cavo ed alle condizioni di posa.
- b) caduta di tensione in linea e perdite percentuali: le sezioni dei conduttori scelti con criterio di cui alla lettera a) sono state verificate in modo che la caduta di tensione e le perdite per effetto Joule in linea non siano superiori al 4% della tensione nominale.

Tali verifiche sono state effettuate utilizzando le formule seguenti, secondo le tabelle UNEL 35023-70:

a) $c.d.t. = R * I * L * \cos \phi + X * I * L * \sin \phi$

Le apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti, cioè gli interruttori automatici magnetotermici sono stati scelti calcolando:

- 1) La corrente di cortocircuito all'inizio dell'impianto ovvero dove è posizionata l'apparecchiatura di protezione.
- 2) La corrente di cortocircuito di cui al punto 1) in base a cui si è scelto il potere di interruzione.

Si è inoltre verificata la tempestività dell'intervento delle apparecchiature stesse.

Nell'allegato vengono riportati in forma schematica e tabellare i risultati dei calcoli.

Prescrizioni aggiuntive per luoghi a maggior rischi in caso di incendio.

Oltre alle prescrizioni generali di cui alla norma CEI 64-8 ed a quelle sopra riportate, gli impianti in questione, essendo classificabili tra quelli relativi agli ambienti di cui alla CEI 64-8 art. 751.03.1, soddisferanno alle prescrizioni aggiuntive di cui all'art. 751.04.1 lettere : a) - b) - c) - d) - e) - f) - g) - h) - i3) - m) - n).

7. IMPIANTO DI TERRA

7.1. - Premesse.

Come sopra detto, il sistema di distribuzione che verrà adottato è del tipo TT, trattasi quindi di un impianto di II categoria con alimentazione in bassa tensione.

Nei i paragrafi a seguire, vengono individuate le linee guida progettuali seguite descrivendo i criteri generali e le principali norme di riferimento che sono state adottate, nonché le modalità di calcolo adoperate per il dimensionamento dell'impianto di terra.

7.2. - Dimensionamento dell'impianto di terra.

Per impianto di terra si intende un impianto costituito dai seguenti elementi:

- dispersori;
- conduttori di terra;
- collettori (o nodi) principali di terra;
- conduttori di protezione;
- conduttori equipotenziali principali e supplementari.

L'impianto di terra è destinato a realizzare la messa a terra di protezione, che, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, realizza il metodo denominato "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione".

Questo metodo di protezione è quello più comunemente utilizzato contro i contatti indiretti, contro i contatti cioè di una persona con una massa che sia in tensione per un guasto o con una parte conduttrice in contatto con questa massa durante il guasto: esso inoltre è il solo ammesso per impianti elettrici alimentati da sistemi di categoria superiore alla I categoria.

I vari elementi che costituiscono l'impianto di terra (dispersore-conduttore di terra-collettore (o nodo) principale di terra-conduttori di protezione-conduttori equipotenziali), svolgono funzioni diverse:

- il dispersore è caratterizzato da una sua resistenza, il cui dimensionamento dipende dal tipo di guasto che è chiamato a disperdere a terra, esso è costituito da elementi metallici posati nel terreno ed a contatto con esso, possono essere considerati anche elementi del dispersori i cosiddetti dispersori naturali quali ferri di armatura, eventuali tubazioni metalliche, etc.;
- il conduttore di terra ha la funzione di collegare il dispersore ed il collettore (o nodo) principale di terra ed eventualmente i vari dispersori tra loro: la sua continuità elettrica deve pertanto essere sempre garantita per assicurare l'efficacia della protezione;
- il collettore (o nodo) principale di terra ha la funzione di realizzare il collegamento fra conduttori di terra, conduttori di protezione e conduttori equipotenziali principali: una interruzione dei collegamenti, può rendere inefficace tutto il sistema di protezione, per tale motivo, esso deve essere facilmente controllabile ed individuabile nei collegamenti;
- la funzione dei conduttori di protezione in generale è quella di convogliare la corrente di guasto dalle masse metalliche fino al sistema disperdente: nel caso in questione, come accennato, serve principalmente alla chiusura dell'anello di guasto che deve avere certe caratteristiche per permettere l'intervento delle protezione e quindi l'efficacia del sistema che verrebbe meno qualora si verificasse una interruzione del conduttore di protezione, con la conseguenza di fare permanere sulle masse la tensione di guasto: è opportuno pertanto effettuare controlli periodici per accertare sempre il buono stato dei collegamenti;
- la funzione dei conduttori equipotenziali è quella di assicurare la equipotenzialità tra le masse e le masse estranee, intendendo per quest'ultime quegli elementi conduttori in grado di introdurre un potenziale pericoloso: a tale scopo si chiarisce che si considererà tale solo quella massa che presenta una resistenza verso terra inferiore a 1000 Ohm (valore limite al di sopra del quale gli eventuali valori di corrente che attraverserebbero il corpo umano non risultano pericolosi secondo l'IEC n° 479). Con i collegamenti equipotenziali, si evita che in caso di guasto si possano manifestare differenze di tensione pericolose tra masse diverse a portata di mano. Per collegamenti equipotenziali principali si intendono quelli che collegano il collettore principale di terra alle masse estranee alla base dell'edificio, in particolare alle tubazioni metalliche, mentre per collegamenti equipotenziali secondari si intendono quelli collegati in alcuni ambienti come ad esempio i locali bagno.

7.3. Impianto di terra esterno.

L'impianto di terra è costituito da:

- treccia nuda di rame da 35 mmq. posata ad anello per una lunghezza complessiva di circa 300 ml.
- conduttore di protezione PE giallo verde di sezione mmq. 25 e 16.
- picchetto in acciaio zincato di lunghezza ml. 1,5 e sezione a croce di dimensioni mm. 50x5; il picchetto è integrato al conduttore di terra mediante opportuno sistema di connessione con morsetto a pettine ed è disposto come indicato in planimetria.

Al sistema di dispersione si collegano i seguenti collettori di terra:

- BTM n.0 Quadro Generale;
- BTM n.1 Quadro Spogliatoio;
- BTM n.2 Quadro Bagni;
- BTM n.2 Quadro Biglietteria.

I collettori sono collegati mediante conduttore di terra realizzato con cavo giallo verde di sezione 25 e 16 mmq.

Il sistema di distribuzione dei conduttori di protezione fino ai carichi elettrici è realizzato tramite conduttori in rame isolato in PVC, posti sottotraccia, e di sezione pari a quella di fase.

Le parti metalliche quale le tubazioni in rame saranno collegate all'impianto di terra mediante cavi equipotenziali, di sezione minima mmq. 6, direttamente dalla più vicina BTM o mediante collegamento equipotenziale supplementare, il costruttore fornisce in merito degli appositi accessori di collegamento che ne garantiscono la continuità metallica (si ricorda che le giunzioni introdotte non devono presentare in serie una resistenza superiore a 0,15 Ohm).

Particolare attenzione sarà posta alla equipotenzializzazione di tutte le masse metalliche ed estranee presenti nei locali, inoltre ciascuna linea sarà dotata di conduttore di protezione di sezione come appresso specificato. (Si considereranno masse estranee e quindi da collegare all'impianto di terra tutte quelle masse che presentano una resistenza di terra inferiore a 1 kOhm).

Tutti conduttori sia equipotenziali che di protezione, saranno del tipo N07V-K, colore giallo-verde. I conduttori di terra avranno sezione non inferiore a quella necessaria per il conduttore di protezione avente sezione maggiore. I conduttori di protezione avranno sezione pari a metà di quella del conduttore di fase per sezioni di quest'ultimo superiori a 35 mmq, per sezioni comprese tra 16 mmq e 35 mmq, il conduttore di protezione avrà sezione pari a 16 mmq, mentre per sezioni minori di 16 mmq del conduttore di fase, il conduttore di protezione avrà la stessa sezione di quest'ultimo, in ogni caso la sezione non sarà inferiore a: 2,5 mmq se è prevista una protezione meccanica, 4 mmq se non è prevista protezione meccanica.

Per quanto riguarda i conduttori di equipotenzializzazione, quelli principali devono avere una sezione non inferiore di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata, con un minimo di 6 mmq, non è richiesto tuttavia che la sezione superi i 25 mmq se il conduttore è di rame; quelli supplementari, che collegano due diverse masse, devono avere una sezione non

inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato con queste masse, mentre se si devono collegare una massa con una massa estranea, il conduttore equipotenziale deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Il terreno è di tipo roccioso per una profondità di circa 100 cm. e costituito da calcareniti superiori con resistività complessiva di circa 500 Ω m. La resistenza di progetto del dispersore risulta pari a 2 Ω , tale valore si coordina con l'interruttore differenziale generale, di taratura 300mA, in maniera da soddisfare la relazione:

$$R_A \leq 50/I_{dn}$$

8. VERIFICHE E PRESCRIZIONI

L'esercizio la manutenzione e la sorveglianza dell'impianto deve essere affidato a personale addestrato secondo la 64-8.

Il personale deve avere a disposizione schemi funzionali ed attrezzatura idonea per la manutenzione dell'impianto.

Le verifiche dovranno essere effettuate secondo le seguenti scadenze:

Verifiche iniziali

1. Esami a vista;
2. Continuità dei conduttori PE ed EQ;
3. Resistenza d'isolamento dell'impianto elettrico;
4. Intervento differenziale degli interruttori;
5. Prova di polarità;
6. Prova di tensione applicata;
7. Prove di funzionamento;
8. Resistenza di terra.

Verifiche semestrali

1. Efficienza ed autonomia degli apparecchi di illuminazione di emergenza;
2. Intervento differenziale degli interruttori.

Verifiche annuali

1. Funzionamento dei componenti elettrici
2. Efficienza ed autonomia degli apparecchi di illuminazione di emergenza;
3. Intervento differenziale degli interruttori.

Verifiche biennali

1. Misura della resistenza di isolamento verso terra;
2. Verifica dell'impianto di terra;

3. Efficienza ed autonomia degli apparecchi di illuminazione di emergenza;
4. Intervento differenziale degli interruttori.

Tutte le verifiche effettuate dovranno essere annotate in apposito registro timbrato e firmato dal tecnico incaricato e riportante la data della verifica.

Il registro va tenuto nei locali oggetto della verifica.

Il Progettista e D.L.

ALLEGATO A

CALCOLI ILLUMINOTECNICI
LOCALI SPOGLIATOI

Il Progettista e D.L.

ALLEGATO B

CALCOLI QUADRI ELETTRICI

Il Progettista e D.L.