

Committente :



MINISTERO DELLA DIFESA
Ufficio Autonomo Lavori - G.M. per M.D.
Via Firenze, 35 - 00184 - Roma

Progetto : **PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA**
LAVORI DI AMMODERNAMENTO E RINNOVAMENTO STRUTTURALE ED IMPIANTISTICO
DEL FABBRICATO "EX TEATRO" PER LA REALIZZAZIONE DI UN CENTRO SPORTIVO
ADIBITO ALLA PREPARAZIONE DEL PERSONALE MILITARE ALLE P.E.F.O.
CIG : B10CA30BA1

Descrizione elaborato : **ELABORATO DESCRITTIVO**
RELAZIONE TECNICA - IMPIANTI ELETTRICI



Progettista :

DAI
S R L

Viale di Trastevere 143,
00153 Roma
P.IVA 14823911004
Tel. +39 06 64561239
daisrl@aruba.pec.it
info@daisrl.com

Timbri e Firme :

Responsabile della progettazione

Ing. Matteo Domenicucci
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. A28983



REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	27/11/2024	Prima emissione	M.D.	M.D.	M.D.
01	29/01/2025	Integrazione	M.D.	M.D.	M.D.
02	26/02/2025	Integrazione	M.D.	M.D.	M.D.
Codice elaborato : PFTE-PAL-REL-ELE-001		Livello progettuale : PFTE	Scala : -	Elaborato : ELE-01	

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. DATI PRINCIPALI	2
2.1. Generalità.....	2
2.2. Classificazione degli ambienti.....	2
3. RETE DI DISTRIBUZIONE.....	5
3.1. Distribuzione primaria	5
3.2. Distribuzione secondaria	5
3.3. Manutenibilità.....	6
4. ILLUMINAZIONE.....	6
4.1. Illuminazione ordinaria	6
4.2. Illuminazione di emergenza	7
5. IMPIANTI SPECIALI.....	7
5.1. Impianto trasmissione dati e Wi-Fi.....	7
5.2. Impianto TVCC e TV.....	7
5.3. Impianto chiamata bagno	7
6. PROTEZIONI	8
6.1. Protezione dal sovraccarico	8
6.2. Protezione dal cortocircuito	8
6.2.1. Calcolo della corrente di corto circuito.....	9
6.2.2. Scelta del dispositivo di protezione.....	10
6.2.3. Selettività	11
6.3. Protezione dai contatti diretti e indiretti.....	11
7. CAVI	12
7.1. Cadute di tensione	12
8. QUADRI.....	12
8.1. Quadro fornitura (Q.F).....	13
8.2. Quadro Palestra (QEG)	13
8.3. Quadro Centrale Termica (QECT)	13
9. IMPIANTO DI TERRA.....	13
10. IMPIANTO DI PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE.....	14
11. BUILDING AUTOMATION	15
12. NORMATIVA.....	15

1. PREMESSA

L'oggetto della presente relazione è il progetto di fattibilità tecnico economica per la realizzazione di una palestra all'interno dell'edificio "Ex Teatro" ubicato nel cortile n° 5 del compendio Palazzo Esercito.

Il progetto è stato redatto sulla base del DIP e seguendo gli indirizzi progettuali derivanti dalle esigenze della Committenza.

La presente relazione è parte integrante del progetto dell'impianto elettrico a servizio della nuova palestra.

2. DATI PRINCIPALI

2.1. Generalità

L'edificio si sviluppa su due piani fuori terra ed un piano seminterrato che ospiterà un locale le centrali tecnologiche ed i relativi quadri elettrici. Date le dimensioni e le dotazioni tecnologiche, sia per quanto riguarda gli impianti elettrici che quelli meccanici, sarà previsto l'allaccio alla fornitura BT esistente. Dovranno essere predisposte le necessarie partenze dal quadro di fornitura esistente dedicate alla impiantistica così come indicato nell'elaborato degli schemi unifilari dei quadri elettrici. Anche considerando le nuove attrezzature installate e le relative potenze elettriche sarà sufficiente una fornitura in Bassa Tensione.

Dal quadro di fornitura (Q.F) esistente, partiranno le linee per l'alimentazione della nuova palestra e della relativa Centrale Termica che arriverà direttamente al quadro generale (QEG) dal quale saranno sottesi tutti gli altri quadri.

La destinazione d'uso e le dimensioni fanno ricadere gli ambienti nella definizione di luogo a basso rischio in caso di incendio, il progetto è stato sottoposto a valutazione progetto da parte del competente servizio VVF.

Gli impianti previsti sono:

- Elettrico forza motrice;
- Trasmissione dati;
- TVCC;
- Illuminazione interna;
- Illuminazione esterna;
- Impianto di termoregolazione.

2.2. Classificazione degli ambienti

L'edificio prevede un numero di presenze contemporanee di 50 persone.

Per quanto sopra per gli impianti elettrici e speciali la progettazione è stata condotta nel rispetto delle prescrizioni di cui alle norme CEI 64-8 CEI 64-52. Gli impianti verranno realizzati con tubazioni rigide e canalette sospese all'interno del controsoffitto e tubazioni in pareti cave.

I locali ad uso bagno sono da considerare ambiente particolari rientranti fra quelli definiti dalle norme CEI 64-8/7 Sezione 701;

I locali da bagno vengono divisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono le seguenti regole particolari:

- **Zona 0:** È il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili.
- **Zona 1:** È il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m

dal pavimento: sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50V.

- **Zona 2:** È il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno e agli altri apparecchi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminati dotati di doppio isolamento (Classe II).

Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado di protezione IP x 4).

Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (ad esempio con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante.

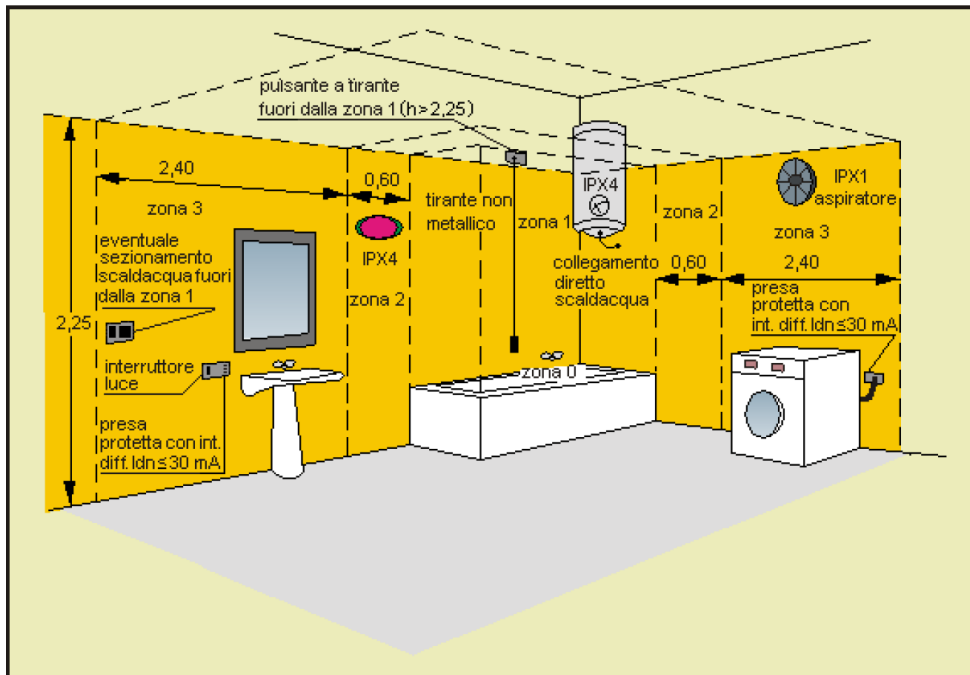
- **Zona 3:** È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP X1, come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP X5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

a. bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (SELV ex BTS).

Le parti attive del circuito in bassissima tensione devono comunque essere protette contro i contatti diretti;

b. trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;

c. interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.



Le regole enunciate per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno. Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès, ma deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, come, ad esempio, la scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

È vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione. Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

2,5 mm² (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;

4 mm² (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

L'alimentazione nei locali da bagno può essere effettuata come per il resto dei locali, se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti si devono estendere ai locali da bagno. La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o a un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

Le aule, gli uffici e i locali adibiti a servizi e similari sono da considerare ambienti di tipo ordinario in quanto, in base alle definizioni delle norme CEI, non esistono al loro interno condizioni speciali che impongano particolari precauzioni di installazione o limitazioni nella scelta e nell'impiego di macchinari, apparecchiature e condutture. Gli impianti saranno realizzati in esecuzione ordinaria

con utilizzo di tubazioni posate in pareti cave secondo la norma CEI EN 60695-2-11 resistenza al fuoco "Glow wire test" (filo incandescente) alla temperatura di 850 °C. Nel progetto sono previsti attuatori, in custodia sottovetro frangibile per la disattivazione dell'energia elettrica così come indicato negli elaborati grafici. Il pulsante dovrà essere tenuto premuto dal vetro della custodia ed in caso di rottura dello stesso, fuoriuscendo, dovrà cambiare il proprio stato rimanendo in questa posizione fino a quando non verrà ripristinato manualmente. Sul pulsante dovrà essere posizionata una lampadina di segnalazione che indicherà l'integrità del circuito di sgancio. Il pulsante dovrà agire sugli interruttori posti nel quadro di fornitura.

In tutti i vari ambienti dovranno essere previsti dei corpi illuminanti autonomi per luce di sicurezza atti ad entrare automaticamente ed istantaneamente in funzione al mancare della tensione dalla rete; tali corpi illuminanti dovranno avere autonomia minima di 60 minuti e tempo di ricarica non superiore alle 12 ore.

In corrispondenza delle uscite e delle vie di esodo dovranno essere garantiti i livelli di illuminamento minimi richiesti dalle norme pari a 5 lux; negli altri ambienti sarà sufficiente garantire un livello di illuminamento minimo di 0,5 lux.

Per quanto relativo all'illuminazione ordinaria sono previste ovunque lampade a tecnologia LED. I livelli di illuminamento minimi non dovranno essere inferiori a quelli richiesti dalle norme UNI EN 12464-1.

3. RETE DI DISTRIBUZIONE

L'edificio è alimentato da una fornitura in Bassa Tensione, pertanto si avrà un impianto del tipo TN-S.

3.1. Distribuzione primaria

Le linee di alimentazione del fabbricato verranno realizzate con cavi del tipo FG16(O)R16 passati in controsoffittatura.

All'interno dell'edificio le dorsali saranno realizzate mediante cavo del tipo FG16 (O)M16 posato in canalina metallica asolata sospesa sopra il controsoffitto del corridoio; tutte le linee sono calcolate in funzione delle potenze impegnate e delle lunghezze dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) come risulta dalle tavole di progetto. In ogni caso non superano i valori delle portate di corrente ammesse dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

I calcoli delle sezioni dei cavi in rapporto alla taratura degli interruttori a monte ed ai carichi impegnati sono stati sviluppati con apposito software e verificano:

- Correnti di Sovraccarico
- Correnti di Cortocircuito
- Cadute di Tensione

Il cablaggio dei dispositivi di emergenza sarà realizzato con cavi del tipo FG16(O)M16.

Il cablaggio all'interno della palestra sarà effettuato all'interno di tubi rigidi in PVC autoestinguento in parete o in controsoffitto.

Le dorsali dei locali servizi correranno invece nella controsoffittatura in canalette caratterizzate da elevata durabilità e lavorabilità.

3.2. Distribuzione secondaria

Ogni singola linea che si deriva da qualsiasi quadro è corredata da un interruttore magnetotermico o magnetotermico- differenziale individuale. Per ogni tipologia di locale sono completamente divise le linee luce dalle linee prese, come evidenziato dagli schemi dei quadri elettrici.

Per tutto l'impianto elettrico è stata prevista una distribuzione conforme alla norma CEI 64-8 come per la distribuzione secondaria realizzata con cavo unipolare con conduttore di protezione in tubo corrugato PVC autoestinguente di vario diametro posato in parete o controsoffitto o tubazione rigida a vista.

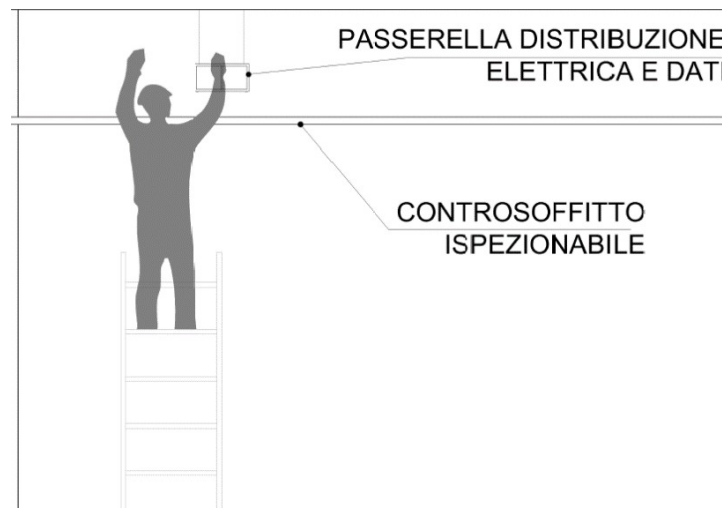
Il cablaggio elettrico nei vari locali è stato effettuato mediante cavi di tipo FG16(O)M16 450/750 kV, con isolamento in mescola termoplastica secondo Norma CEI 20-22 III Cat. C, CEI 20-37, CEI 20-38.

Le sezioni adottate sono di 1,5-2,5-4-6-10-16 mm². Anche per i cablaggi da e verso l'esterno sono stati adottati cavi unipolari e doppio isolamento in gomma qualità G16 di tipo FG16(O)R16 0,6-1 kV, secondo Norma CEI 20-13 e CEI 20-22 III Cat. C, CEI 20-37, CEI 20-38.

Tutti gli apparati di comando e di prelievo di energia (Interruttori, Deviatori, Prese etc.) sono stati realizzati ad incasso in pareti cave in contenitori conformi alle norme CEI 23-48.

3.3. Manutenibilità

Tutte le distribuzioni degli impianti elettrici, dati, idrici e aeraulici passeranno nel controsoffitto dei corridoi. Questo ne permetterà la facile ispezionabilità e manutenibilità in qualsiasi momento e in qualsiasi tratto anche durante l'esercizio dell'edificio senza disturbare le attività.



La totale sostituibilità degli impianti aumenterà considerevolmente la durata di vita del fabbricato riducendo inoltre i costi di manutenzione.

4 ILLUMINAZIONE

4.1. Illuminazione ordinaria

Per l'illuminazione della palestra e dei servizi sono stati previsti corpi illuminanti del tipo a tecnologia LED con ottica anabbagliante, idonei quindi allo specifico impiego. Nelle aree corridoi e ambienti controsoffittati sono previsti corpi illuminanti del tipo a led ad incasso.

Nei locali dove non è previsto il controsoffitto, sono stati previsti corpi illuminanti con lampada LED con ottica opale, idonei quindi allo specifico impiego.

Tipo attività	di	illuminamento medio mantenuto [lx]	UG R	Uniformità di illuminamento	Resa cromatica
---------------	----	------------------------------------	------	-----------------------------	----------------

Area di attività	500			
Bagni	200	22	0.4	80
Ingresso	200	22	0.4	80
Spogliatoi	300	19	0.6	80
Scale	200	22	0.4	80

4.2. Illuminazione di emergenza

L'impianto di Emergenza è costituito da lampade autoalimentate.

Come visibile nelle tavole di progetto, la disposizione dei corpi è stata effettuata evidenziando con accuratezza i percorsi delle vie di esodo. Il criterio di funzionamento è stabilito con l'attivazione del sistema di Emergenza in caso di Blackout, per cessata erogazione da parte dell'Ente fornitore, oppure in caso di guasto in un punto dell'impianto. Non si verifica l'accensione delle luci di Emergenza fino a quando l'impianto luci ordinario resta normalmente sotto tensione.

Tutte le luci di Emergenza dispongono a bordo di batteria ricaricabile con autonomia non inferiore ad 1 ora continuativa. Inoltre, tutti i corpi SA dispongono di pittogramma raffigurante il percorso verso la via di esodo.

5. IMPIANTI SPECIALI

5.1. Impianto trasmissione dati e Wi-Fi

È prevista la realizzazione di un impianto di cablaggio strutturato, da realizzare con cavi S/FTP del tipo LS0H in cat. 6, che collegano le prese dati al rack trasmissione.

L'alloggiamento dei cavi S/FTP dovrà essere realizzato nella stessa passerella dei cavi di energia, posta a controsoffitto, ma con un setto separatore appositamente previsto per evitare interferenze. I cavi non dovranno essere sottoposti a trazioni verticali.

L'impianto di trasmissione dati sarà composto da prese cat. 6 (RJ45) poste in scatole da frutto dedicate in numero diverso a seconda della destinazione d'uso dei locali; da access point serviti da prese RJ45 lungo i corridoi per consentire l'accesso ai dispositivi. Nelle sale sono previste prese RJ45 per la connessione di dispositivi multimediali, così come indicato negli elaborati grafici. Le prese RJ45 in cat. 6 presenti nelle scatole di frutto dedicate potranno essere utilizzate indifferentemente come prese dati e/o prese di fonia (telefoniche), grazie agli switch installati all'interno dei rack. È prevista inoltre la presenza di un apposito router da installare nel Rack per la connessione ad Internet dell'impianto dati cablato dell'edificio.

La struttura dell'impianto dati rispecchierà la suddivisione funzionale del complesso, è previsto un solo Rack generale al piano terra.

5.2. Impianto TVCC e TV

L'impianto video a circuito chiuso sarà realizzato mediante cavi UTP in categoria 6. L'apparato centrale sarà installato nel medesimo rack del cablaggio strutturato.

L'impianto TV sarà realizzato con rete di distribuzione interna, impianto antenna su palo e amplificatore di segnale.

5.3. Impianto chiamata bagno

I locali bagno sono equipaggiati da chiamata di soccorso mediante comando a tirante posto in posizione comodamente accessibile. Un dispositivo di segnalazione sonora e visiva provvede ad avvisare della richiesta di soccorso il personale addetto. Un sistema di disattivazione dell'allarme è posizionato all'interno dei locali bagno, in modo che l'allarme cessi solo quando un addetto è presente sul luogo di richiesta soccorso.

6. PROTEZIONI

Le protezioni delle linee costituiscono la parte essenziale di un impianto elettrico sia per garantirne il regolare funzionamento sia per evitare danni alle persone ed alle cose. Le Norme CEI 64-8 impongono la realizzazione delle seguenti protezioni:

- Contro i sovraccarichi;
- Contro i cortocircuiti;
- Contro i contatti indiretti.

6.1. Protezione dal sovraccarico

La Norma CEI 64-8/3 prescrive che i circuiti di un impianto (salvo eccezioni) debbano essere provvisti di dispositivi di protezione adatti ad interrompere correnti di sovraccarico prima che esse possano provocare un riscaldamento eccessivo ed il conseguente danneggiamento dell'isolante del cavo del circuito. Per garantire tale protezione è quindi necessario che vengano rispettate le seguenti regole:

Regola 1 $I_b \leq I_n \leq I_z$

Regola 2 $I_f \leq 1,45 \leq I_z$

dove:

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale dell'interruttore

I_z = Portata a regime permanente del cavo

I_f = Corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico

La prima regola soddisfa le condizioni generali di protezione del sovraccarico.

La regola 2, impiegando per la protezione dal sovraccarico un interruttore automatico, è sempre verificata, poiché la corrente di sicuro funzionamento I non è mai superiore a $1,45 I_n$.

Essa deve essere invece verificata nel caso in cui il dispositivo di protezione sia un fusibile. Analizzando la regola generale di protezione (regola 1) risulta evidente che si possano realizzare due condizioni di protezione distinte: una condizione di massima protezione, realizzabile scegliendo un interruttore con una corrente nominale prossima od uguale alla corrente di impiego I_b , ed una condizione di minima protezione scegliendolo con una corrente nominale prossima od uguale alla massima portata del cavo.

È chiaro che scegliendo la condizione di massima protezione si potrebbero verificare delle situazioni tali da pregiudicare la continuità di servizio, perché sarebbe garantito l'intervento dell'interruttore anche in caso di anomalie sopportabili. Per contro la scelta di un interruttore con una corrente regolata uguale alla portata del cavo porterebbe alla massima continuità di servizio a discapito del massimo sfruttamento del rame installato.

6.2. Protezione dal cortocircuito

Le condizioni richieste per la protezione dal cortocircuito sono sostanzialmente le seguenti:

- a) L'apparecchio non deve avere corrente nominale inferiore alla corrente di impiego (questa condizione è imposta anche per la protezione da sovraccarico);
- b) L'apparecchio di protezione deve avere potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nel punto ove l'apparecchio stesso è installato;
- c) L'apparecchio deve intervenire, in caso di cortocircuito che si verifichi in qualsiasi punto della linea protetta, con la necessaria tempestività al fine di evitare che gli isolanti assumano temperature eccessive.

6.2.1. Calcolo della corrente di corto circuito

La corrente presunta di cortocircuito in un punto di un impianto utilizzatore è la corrente che si avrebbe nel circuito se nel punto considerato si realizzasse un collegamento di resistenza trascurabile tra i conduttori in tensione. L'entità di questa corrente è un valore presunto perché rappresenta la peggiore condizione possibile (impedenza di guasto nulla, tempo di intervento talmente lungo da consentire che la corrente raggiunga dei valori massimi teorici). In realtà il cortocircuito si manifesterà sempre con valori di corrente effettiva notevolmente minori. Per gli impianti utilizzatori in BT per corrente presunta di cortocircuito si deve considerare la componente simmetrica. Poiché le prove del potere di interruzione degli interruttori automatici sono basate sulla componente simmetrica non è corretto ai fini della protezione da cortocircuito in BT tener conto del valore di picco della corrente di cortocircuito.

L'intensità della corrente presunta di cortocircuito dipende essenzialmente dai seguenti fattori:

- Potenza del trasformatore di cabina, nel senso che maggiore è la potenza, maggiore è la corrente;
- Lunghezza della linea a monte del guasto, nel senso che maggiore è la lunghezza minore è la corrente. Nei circuiti trifase con neutro e conduttore di protezione si possono avere quattro diverse possibilità di cortocircuito:
 - Fase - Fase
 - Fase - Neutro
 - Fase - Conduttore di protezione
 - Trifase equilibrato

Tali correnti di cortocircuito dipendono da Z_m (impedenza della rete di alimentazione riportata al secondario del trasformatore), Z_t (impedenza del trasformatore) e Z_l (impedenza della linea). L'impedenza Z_m la si può considerare prevalentemente reattiva senza commettere errori apprezzabili. Per il calcolo di X_m si può usare la seguente formula:

$$X_m = \frac{V_n^2}{A_{cc}}$$

dove:

V_n = Tensione concatenata nominale lato BT

A_{cc} = Potenza di cortocircuito nel punto di consegna dell'energia (tale valore è fornito dall'ente erogatore dell'energia).

L'impedenza del trasformatore Z_t si ricava attraverso le formule:

$$Z_t = \frac{V_{cc}\% \cdot V_n^2}{100A_n}$$

$$R_t = \frac{P_{cu} \cdot V_n^2}{A_n^2}$$

$$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2}$$

dove:

A_n = Potenza nominale del trasformatore

$V_{cc}\%$ = Tensione percentuale di cortocircuito del trasformatore
 P_{cu} = Perdite negli avvolgimenti del trasformatore

6.2.2. Scelta del dispositivo di protezione

I dispositivi idonei alla protezione contro i cortocircuiti devono corrispondere alle seguenti condizioni:

Avere un potere di interruzione (P_i) non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione ($I_{cc\ max}$) (tranne quando si effettua la protezione in serie);

Intervenire in modo tale che tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito siano interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile.

Al fine di verificare tale condizione è necessario che, per ogni valore possibile di corto, l'energia specifica passante dal dispositivo di interruzione sia inferiore all'energia specifica di cortocircuito sopportabile dai cavi. L'energia specifica è una grandezza introdotta dalle Norme per valutare l'entità dell'energia termica specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il cortocircuito.

L'energia specifica passante è facilmente calcolabile se il tempo di apertura dell'interruttore è superiore a 0,1sec. In questo caso $=I^2t$ dove I è il valore efficace della corrente di cortocircuito e t è il tempo di intervento del dispositivo.

Per durate molto brevi (<0,1sec) e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente, il valore di energia specifica passante devono essere indicati dal costruttore del dispositivo di protezione.

L'energia specifica di cortocircuito sopportabile da un cavo è facilmente calcolabile per valori di correnti di cortocircuito alti (>1000A). In questo caso, supponendo un funzionamento adiabatico del cavo, avremo: $E_{ss}=K^2S^2$, dove S è la sezione in mm^2 e K è indicato dalla norma e vale 115 o 143 per cavi isolati rispettivamente con PVC o EPR.

Se la protezione viene fatta con un interruttore magnetotermico che protegge la conduttura da sovraccarico si possono avere due casi:

Caso A). Conduttura completamente protetta per correnti di cortocircuito inferiori a I_n . In questo caso è necessario effettuare la sola verifica $I_{cc\ max} \leq I_n$, in quanto per qualsiasi corrente di

cortocircuito per guasto all'estremità della linea, di valore tale da non provocare l'intervento del relè magnetico, la linea è comunque protetta dal relè termico. Vale la pena notare che in questo caso la linea è protetta anche per cortocircuiti non franchi.

Caso B) Condutturata protetta per correnti I tali che $I_b \leq I \leq I_a$ e per correnti $I \leq I_b$. Al fine di avere una protezione totale dai cortocircuiti è perciò necessario che risulti: $I_{cc \text{ min}} \geq I$ $I_{cc \text{ max}} \geq I_a$.

Essendo $I_{cc \text{ min}}$ e $I_{cc \text{ max}}$ rispettivamente la massima e la minima corrente di cortocircuito presunta al termine ed all'inizio della condutturata.

6.2.3. Selettività

Per selettività si intende il coordinamento dei dispositivi di protezione in modo tale che il guasto che si verifichi in un punto qualsiasi della rete possa essere eliminato dall'apparecchio di protezione immediatamente a monte del guasto, e solamente da esso.

Considerando due apparecchi in serie, la selettività è totale se realizzata per ogni valore di sovracorrente, oppure parziale quando si accetta che l'intervento del solo dispositivo di protezione a valle si verifichi fino ad un determinato valore della sovracorrente, mentre per valori superiori si ammette l'intervento di entrambi le protezioni. La selettività in caso di sovraccarico è facile da realizzare. È normalmente sufficiente che l'interruttore a monte abbia una corrente nominale almeno doppia di quella dell'interruttore a valle.

Nel caso di cortocircuito la selettività si presenta senz'altro più problematica del caso del sovraccarico. Infatti, per interrompere elevate correnti di cortocircuito lo sganciatore magnetico interviene in un tempo estremamente breve: da ciò deriva che tutti gli interruttori posti a monte del punto di guasto e perciò attraversati dalla corrente di cortocircuito, possono intervenire se tale corrente supera quella di intervento dei relè magnetici. Per ottenere un'ottima selettività è possibile aggiungere appositi ritardi ai tempi di intervento dei relè degli interruttori a monte. Questa soluzione non è molto usata perché un ritardo di apertura produce un incremento notevole dell'energia specifica passante. Si ottiene una buona selettività distanziando opportunamente le correnti di intervento e degli sganciatori magnetici e le correnti nominali degli apparecchi sfruttando cioè la naturale diminuzione delle correnti di cortocircuito verso valle ed il fatto che le masse inerziali degli sganciatori sono differenti con la conseguenza che l'interruttore a valle, più piccolo e spesso più veloce, interviene anticipando l'apertura rispetto all'interruttore a monte che rimane chiuso.

6.3. Protezione dai contatti diretti e indiretti

La protezione contro i contatti diretti è stata assicurata adottando un grado di protezione idoneo al luogo in cui saranno installati le varie apparecchiature elettriche. Per apparecchiature predisposte ad un'altezza superiore ai 2,5 metri e senza particolari prescrizioni, il grado di protezione non sarà inferiore ad IP20, mentre per i locali come centrale termica è stato adottato un grado di protezione non inferiore ad IP4X.

L'impianto elettrico si sviluppa con una distribuzione elettrica che avviene all'interno di controsoffitto ispezionabile, non accessibile involontariamente, mentre nelle aule ed altri locali la distribuzione avviene sottotraccia, riducendo al minimo la possibilità di contatti diretti.

Le prese nei vari locali sono con alveoli protetti. È stato infine previsto anche in caso di un imprudente contatto o perché viene meno la protezione passiva che ogni linea partente dal quadro sia protetto con protezione differenziale ad alta sensibilità con corrente di intervento da 30 mA.

La protezione contro i contatti indiretti è stata realizzata collegando tutte le masse e masse estranee al conduttore giallo verde. Si è adottato la protezione con interruzione automatica del circuito, ovvero in caso di contatto indiretto interviene automaticamente l'interruttore nel quadro che disalimenta la linea. Per tale motivo, essendo in un sistema TT, ogni linea è stata protetta con interruttore differenziale da 30 mA, dove si prevede alto il rischio di un contatto indiretto e tutte le linee hanno il conduttore di protezione giallo verde.

7. CAVI

Le sezioni dei cavi per il cablaggio nelle varie sezioni di impianto sono tali da assicurare una durata soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio.

L'intensità massima ammissibile per i cavi elettrici in relazione al materiale di costruzione e alle condizioni di posa è riportata nelle Norme CEI-UNEL 35024 e CEI-UNEL 35026. Per calcolare la portata del cavo la corrente I_{amm} fornita dal costruttore deve essere modificata considerando dei fattori di correzione adeguati:

$$I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2$$

Dove:

I_0 Portata in aria a 30 °C relativa al metodo di installazione previsto
 K_1 Fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30 °C
 K_2 Fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato
 I_z Portata del cavo

7.1. Cadute di tensione

La caduta massima di tensione tra l'origine di un impianto e l'utilizzatore deve essere contenuta secondo la norma entro il 4 %.

Per il calcolo della caduta di tensione percentuale ΔU % è stata utilizzata la seguente formula:

$$\Delta U \% = 100 \left(\frac{\rho L}{S} \right) \frac{P_{max}}{U^2}$$

Dove:

ΔU % = Caduta di tensione percentuale

ρ = Resistività del rame alla temperatura di utilizzo L Lunghezza della tratta considerata

P_{max} = Potenza massima

U = Tensione

8. QUADRI

Tutti i quadri elettrici dovranno contenere gli interruttori automatici indicati nello schema dei quadri elettrici allegato. Gli interruttori automatici dovranno essere dello stesso costruttore, al fine di poter gestire le tabelle di selettività tra interruttori posti a monte ed interruttori posti a valle.

Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere non inferiore a quello indicato, per ciascun interruttore, nello schema unifilare dei quadri elettrici.

Il grado di protezione sarà, di norma, IP 4X.

Al termine dell'assemblaggio e del cablaggio ciascun quadro deve essere sottoposto alle prove

individuali definite dalla Norma CEI 17-113. Lo scopo di queste prove è quello di verificare eventuali difetti di fabbricazione o di assemblaggio dei componenti e devono quindi essere effettuate dalla ditta che ha curato il montaggio dell'apparecchiatura. Le prove individuali comprendono:

- ispezione dell'apparecchiatura ivi compreso il controllo del cablaggio e, se necessario, una prova di funzionamento elettrico;
- verifica della resistenza dell'isolamento o in alternativa prova della tensione applicata;
- verifica dei mezzi di protezione e della continuità elettrica dei circuiti di protezione.

Tutti gli interruttori automatici dovranno essere coordinati, sia per le correnti di corto circuito che per le correnti di guasto a terra, con gli interruttori sottesi, in modo da garantire, nei limiti delle possibilità offerte dalla configurazione dell'impianto, selettività di intervento tra interruttori posti a monte ed interruttori posti a valle.

Nel complesso saranno presenti i seguenti quadri: Quadro fornitura (Q.F), esistente e ampliato Quadro generale Palestra (QEG)
Quadro Palestra (QEP)

Quadro Centrale (QECT)

8.1. Quadro fornitura (Q.F)

È prevista la fornitura in opera dal quadro individuato nella Cabina elettrica esistente

8.2. Quadro Palestra (QEG)

È prevista la fornitura in opera del quadro completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

8.3. Quadro Centrale Termica (QECT)

È prevista la fornitura in opera del quadro completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

9. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra si sviluppa nell'area esterna dell'edificio ed è costituito da un dispersore orizzontale in corda in rame di $S=50 \text{ mm}^2$ che si estende ad anello intorno alla palestra, come indicato nelle planimetrie allegate. L'impianto dovrà essere interconnesso ai ferri delle strutture in cemento armato, sarà collegato all'impianto di terra dell'edificio, e dovrà soddisfare le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Per la protezione delle persone da contatti indiretti dovranno essere installati, a protezione di tutte le utenze finali, interruttori differenziali con $I_{dn}=0,03/0,3$ A.

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto è il TN-S: il neutro è collegato all'impianto di terra dell'ente distributore, e le masse dell'impianto utente sono collegate a un impianto di terra separato, realizzato dall'utente. A differenza del sistema TT, nel TN-S il conduttore di protezione (PE) è separato dal neutro (N) lungo tutto il percorso dell'impianto.

L'impianto di terra è unico per tutto il complesso ed è costituito da:

- dispersore: realizzato con corda in rame di $S=50$ mm² che si estende, interrato, con percorso orizzontale;
- conduttore di terra: corda in rame nudo di $S=35$ mm² che collega il collettore di terra principale, posizionato nel Q.F, al dispersore;
- collettori di terra: punti di collegamento fra dispersore, rete dei conduttori di protezione e conduttori equipotenziali, costituiti da sbarre in rame; ogni quadro elettrico dovrà esserne provvisto;
- conduttori di protezione PE: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde, posati lungo gli stessi percorsi dei conduttori di energia, aventi la funzione di collegare tutte le masse dell'impianto elettrico; tutti i quadri elettrici sottesi al Q.F sono collegati al collettore di terra principale mediante conduttore di protezione appartenente alla stessa conduttura del cavo di alimentazione; tutti i cavi multipolari utilizzati nell'impianto sono provvisti, ove possibile, di conduttore di protezione integrato;
- conduttori equipotenziali: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde per il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse estranee. Essi si distinguono in conduttori principali, utilizzati per collegare ai collettori di terra le masse estranee, e conduttori supplementari, utilizzati per collegare masse estranee fra loro e ai conduttori di protezione per la realizzazione dell'equipotenzialità locale; il tubo di adduzione dell'acqua all'edificio, se realizzato in materiale metallico, deve essere collegato all'impianto di terra. Il tubo di adduzione del gas, se realizzato in materiale metallico, deve essere collegato all'impianto di terra. Tutte le strutture metalliche portanti dell'edificio devono essere collegate all'impianto di terra.

Quest'ultimo dovrà essere controllato per verificare che siano soddisfatte le prescrizioni di dimensionamento previste dalla norma CEI 64-8 edizione 2012.

Per rendere il sistema (impianto di terra – dispositivo di protezione) efficace agli effetti della protezione contro i contatti indiretti dovrà essere soddisfatta la relazione:

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

L'intero impianto è protetto da interruttore differenziale di tipo selettivo con I_d max pari a 3 A e con ritardo di intervento di 0,3 secondi. Pertanto, dovrà essere

$$R_E \leq 50/3 = 16,6 \Omega$$

Si ricorda infine che dovranno essere collegate a terra tutte le masse metalliche presenti all'interno del locale che presentino $R < 1000 \Omega$ verso terra.

10. IMPIANTO DI PROTEZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Relativamente alla protezione contro i fulmini è stata effettuata una prima valutazione ai sensi delle norme CEI EN 62305, CEI 81-29 e CEI 81-30. Da tale valutazione emerge che, vista la geometria della struttura e il basso numero di fulminazioni, l'edificio risulta autoprotetto per ciò che concerne la protezione dai fulmini. Poiché il rischio complessivo R_1 è inferiore a quello tollerato R_T , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo. In fase di progettazione esecutiva,

la valutazione dovrà essere fatta con le nuove caratteristiche dei materiali.

11. BUILDING AUTOMATION

L'edificio sarà dotato di un sistema di Building Automation che semplificherà e unificherà le funzioni di gestione degli impianti meccanici e della gestione dei corpi illuminanti.

Il sistema proposto combina le qualità dei principali protocolli di gestione e li utilizza in modo da massimizzarne l'efficacia nella gestione dell'edificio.

BAC NET: il protocollo è stato progettato per consentire la comunicazione di sistemi di automazione e controllo degli edifici per applicazioni quali riscaldamento, ventilazione e controllo dell'aria condizionata (HVAC), controllo dell'illuminazione, controllo accessi e sistemi di rivelazione incendi e le relative apparecchiature. Il protocollo BACnet fornisce meccanismi per i dispositivi di automazione degli edifici computerizzati per lo scambio di informazioni, indipendentemente dal particolare servizio di costruzione che svolgono.

DALI: è un protocollo specificatamente pensato per il controllo dell'illuminazione

12. NORMATIVA

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici:

- Legge 1.03.1968 n. 186: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici";
- Legge 8.10.1977 n. 791: "Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità Europee (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- D.M. 16-2-82: "Modificazioni del decreto ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alle visite di prevenzione incendi";
- DM 10.4.1984: "Eliminazione dei radiodisturbi";
- Legge 9.01.1989 n. 13: "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati";
- Direttiva 89/336/CEE, recepita con D.lgs. 476/92: "Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica";
- Decreto 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro"
- Decreto 4 maggio 1998 "Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi dei vigili del fuoco";

-
- DPR 06/06/2001 n. 228/01: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)";
 - DPR 22/10/2001 n. 462: "Regolamento di semplificazione del 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";
 - D.M. 37-2008: "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
 - Decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81: "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
 - DPR 1° agosto 2011, n. 151: "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, ...";
 - DECRETO 20 dicembre 2012: "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi";
 - Norma CEI 0-2 (2002): Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
 - norma CEI 0-21 II ed. 06-2012: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
 - norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo";
 - norma CEI 11-20: "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria";
 - CEI EN 61439-1 (Class.CEI:17-113): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali";
 - CEI EN 61439-2 2012-02: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza";
 - norma CEI 20-40 (1998): Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
 - norma CEI 20-67 (2001): Guida per l'uso di cavi 0,6/1 kV;
 - norma CEI 31-35 ed. 02-2012: "Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)";
 - guida CEI 31-35 A ed. 02-2012: "Atmosfere esplosive. Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione";
 - norma CEI 64-8, e 06-2012: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
 - norma CEI 64-50 ed. 06-2007: "Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri Generali";
 - CEI 64-57 2007-06: "Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici Impianti di piccola produzione distribuita";
 - norme CEI EN 62305 ediz. 2013 (CEI 81-10 parti 1-2-3-4): Protezione contro i fulmini, serie;

- Tabella CEI UNEL 35024/1(1997): cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- Norma UNI EN 12464-1 ed. 2011 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro"
- Norma UNI 9795 ed. 2010: Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di segnalazione incendio; eventuali prescrizioni o specifiche del committente.
- eventuali prescrizioni o specifiche del committente.