



SETTORE EDILIZIA ED IMPIANTISTICA SPORTIVA

PROGETTO ESECUTIVO

COMPLETAMENTO PALESTRA ISTITUTO TECNICO
PER GEOMETRI DI ROSSANO (CS)



TAVOLA N° IE01

SCALA

Data: GIUGNO '19

RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO

PROGETTISTA

ARCHITETTONICO

IMPIANTI

Arch. Angelo Marcello Gaccione

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

DIRETTORE DEI LAVORI

Arch. Angelo Marcello Gaccione

IMPRESA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Giuseppe Pancaro

INTRODUZIONE

La relazione di calcolo degli impianti elettrici che segue si riferisce al progetto per la costruzione di una *Palestra scolastica annessa all'Istituto Tecnico per Geometri di Rossano (CS)* sito alla Via Papa Giovanni XXIII. In particolare il presente *progetto di completamento* prevede la realizzazione del corpo Servizi.

SCELTE PROGETTUALI E SPECIFICHE TECNICHE

Le scelte progettuali che riguardano l'impianto elettrico, sono state effettuate dopo aver accuratamente analizzato quanto dispongono le norme CEI 64-8, le Norme UNI, nonché le leggi vigenti in materia d'impianti elettrici: legge n° 186 dell'1.3.1968; decreto n. 37 del 22/01/08 e s.m.i..

PUNTO DI CONSEGNA

L'impianto elettrico da realizzare nella Palestra sarà del tipo TT; il punto di consegna da parte dell'Ente Erogatore è quello già esistente a servizio dell'edificio scolastico, di cui la palestra in esame è pertinenza, nei pressi del cancello di ingresso su Vittorio Emanuele II. Tutte le dorsali e colonne montanti di alimentazione elettrica saranno realizzate con cavo unipolari o multipolari trifase neutro e conduttore PE del tipo FTG10(O)M1 e saranno posate in canale metallico o in tubazioni corrugate flessibili sottotraccia.

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PROGETTUALI

Gli impianti da realizzare per tali edifici si possono riassumere in:

- Impianto elettrico correnti forti;
- Impianto di Illuminazione Normale Spogliatoi;
- Impianto di illuminazione di emergenza e sicurezza Spogliatoi;
- Impianti speciali e correnti deboli (rivelazione e segnalazione incendi, segnalazione allarme da bagni e diffusione sonora);
- Impianto di terra ed equipotenziale.

1. Impianto elettrico correnti forti

L'impianto ha origine dal punto di consegna dell'ente erogatore, derivandosi da esso con una dorsale di sezione adeguata si alimenterà il quadro Generale previsto in progetto. Dal quadro generale verranno derivati tutti i centralini elettrici a servizio

dei locali annessi secondo la disposizione riportata sulle piante. Il quadro Generale alimenterà oltre i centralini, l'impianto prese della palestra, l'impianto illuminazione normale ed emergenza della palestra, le utenze elettriche varie. I centralini alimenteranno l'impianto prese e l'impianto luci delle varie zone.

2. Impianto di Illuminazione Normale Spogliatoi

L'impianto di illuminazione Normale per il corpo servizi prevede per i spogliatoi e locali annessi delle plafoniere a soffitto del tipo stagno IP55 di potenza 2x58W, 2X36W o 2x18W ed in alternativa, in alcuni locali, si possono utilizzare plafoniere di tipo circolare con grado di protezione IP40 di potenza fino a 100W.

3. Impianto di illuminazione di emergenza e sicurezza Spogliatoi

L'impianto di illuminazione di emergenza e sicurezza previsto per gli spogliatoi e locali annessi è costituito da punti luce plafone con grado di protezione IP55 da 24W con batteria tampone di autonomia > ad 1 h. Ed in alternativa in alcune plafoniere è prevista una batteria tampone con autonomia di 1 h, in funzione di lampada di emergenza. Queste lampade potranno essere del tipo (SE), cioè ad accensione alla sola mancanza dell'energia di rete, e del tipo (SA) ovvero sempre accese con pittogramma indicante EXIT o via di fuga. Tutti gli apparecchi di emergenza saranno dotati di kit di inibizione che entrerà in funzione quando volutamente sarà aperto l'interruttore generale (chiusura attività giornaliera).

4. Impianti speciali e correnti deboli - rivelazione e segnalazione incendi, segnalazione allarme bagni, diffusione sonora

Gli impianti speciali previsti sono:

Rivelazione Incendi

È prevista l'installazione di rivelatori di fumo in tutti i locali a rischio d'incendio, nei corridoi e nei rispettivi controsoffitti dove previsti, pulsanti a rottura di vetro e pannelli ottico acustici allarme incendio nei pressi delle vie di fuga, tutto l'impianto è collegato alla centralina antincendio.

L'impianto di rilevazione incendi ha la funzione di fornire le segnalazioni di allarme, in conseguenza all'entrata in funzione di un rivelatore, o all'azionamento di uno dei

pulsanti manuali avvisatori d'incendio, e di trasmettere alla centrale gli allarmi suddetti, onde attuare le procedure di emergenza.

Il sistema di rivelazione incendi è costituito da:

- una centrale antincendio. Centrale del sistema di rivelazione incendi in grado di collegare sino ad un massimo di 2 zone di rivelazione per un massimo di 31 rivelatori per zona, (rivelatori, pulsanti) in conformità a EN54 su 2 linee di rivelazione analogiche attive di tipo aperto o chiuso ad anello.
- Rivelatore di fumo analogico-attivo ad indirizzamento individuale
- Ripetitore ottico per la segnalazione remota dello stato di allarme dei rivelatori di incendio: predisposto per installazione superficiale. Idoneo al collegamento in parallelo con i rivelatori di incendio.
- Pulsanti di allarme incendio;
- Pannello di segnalazione ottico e acustico con scritta "ALLARME INCENDIO".
- Modulo di comando per il sistema di rivelazione incendi analogico attivo, idoneo ad asservimenti di installazioni antincendio decentralizzate.
- da una rete cavi di collegamento, tra le centrali, i sensori ed i moduli di comando, costituita da cavi a due fili; questi cavi collegheranno in serie sia i sensori che i moduli, e dovranno essere posati nelle canalizzazioni destinate alle correnti deboli.

Impianto di Segnalazione allarme bagni

L'impianto prevede la dislocazione di pulsanti a tirante e da pulsanti di annullo nei bagni, e da lampade di segnalazione fuoriporta corredate di ronzatore per la segnalazione ottico acustica, dislocate sulle piante di progetto, il sistema sarà alimentato elettricamente da un impianto a bassa tensione 12 – 24V tramite trasformatori.

5. Impianto di terra ed equipotenziale.

È prevista la realizzazione dell'impianto di terra e dell'impianto equipotenziale per la palestra ed i locali ad essa annessi oggetto di progettazione. Al conduttore equipotenziale saranno collegate tutte le masse estranee, quali condutture idriche, canali metallici, infissi in materiale metallico, ed ogni altro corpo metallico non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra. Il lavoro da eseguire consiste nella stesura e posa in opera di cavo di colore giallo-

verde di sezione pari a quella di fase e comunque non inferiore a 16 mm² per la dorsale. Ogni quadro elettrico avrà una morsettiera di terra a cui sarà collegata con cavo giallo verde da 6 mm² tutti gli infissi metallici e i canali dell'impianto idrico ecc. La dorsale dell'impianto sarà connessa ai nodi equipotenziali di ogni quadro o di ogni piano previsti in progetto e da questi agli spendenti posti all'esterno.

Per quanto non espressamente riportato nella presente relazione si rimanda alla relazione di calcolo allegata e ai disegni esecutivi.

CRITERI DI CALCOLO

Bassa Tensione

- **SCELTA DEI CAVI**
- **TIPO DI IMPIANTO**
- **CONDIZIONI DI POSA DEI CAVI**
- **SERVIZIO MOBILE**
- **TIPO DI POSA IN ARIA**
- **CONDUTTORE DI NEUTRO E DI PROTEZIONE (PE)**
- **NUMERO DI CONDUTTORI ATTIVI**
- **PARAMETRI PROGETTUALI**
- **LUNGHEZZA DEL COLLEGAMENTO**
- **SCELTA DELLE SEZIONI**
- **CALCOLO DELLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO**
- **SCELTA DEGLI INTERRUTTORI**
- **CALCOLO ILLUMINOTECNICO**

SCELTA DEI CAVI

La scelta dei cavi elettrici è effettuata sulla base delle caratteristiche principali dell'impianto, dell'ambiente d'installazione e di tutti gli elementi utili per un corretto dimensionamento.

La scelta della sezione nominale dei cavi elettrici è fatta in funzione dei valori richiesti di portata. I calcoli sono effettuati tenendo conto delle Norme CEI e delle tabelle CEI – UNEL 35024/1, aggiornate al 1 Agosto 1997 e in vigore alla data d'elaborazione del progetto.

In fase di progettazione di un impianto elettrico, ai fini di una corretta impostazione, è necessario conoscere:

- a. le caratteristiche elettriche del sistema;
- b. l'ambiente d'installazione;

- c. le condizioni di posa ed il tipo d'installazione;
- d. la portata di corrente;
- e. la tensione d'esercizio, il fattore di potenza ($\cos \varphi$) e la lunghezza dei collegamenti;
- f. il tempo d'intervento delle protezioni.

Note le grandezze sopra richiamate, si è in grado di:

- a. scegliere il tipo di cavo idoneo in base alla tipologia dell'ambiente d'installazione;
- b. calcolare e verificare la sezione in conformità a:
 - tipo d'ambiente;
 - tipo di posa e d'installazione;
 - temperatura ambiente;
 - temperatura massima d'esercizio del materiale isolante;
 - resistività termica del terreno, se la posa è interrata;
- c. determinare la temperatura effettiva del conduttore alla corrente impostata;
- d. determinare per i cavi la massima corrente di corto circuito sopportabile dal cavo, la corrente minima di corto circuito ai fini della protezione della linea e all'energia specifica passante (I^2t), in relazione al tempo d'intervento delle protezioni;
- e. determinare per i cavi a Bassa Tensione la Caduta di Tensione.

TIPO D'IMPIANTO

Il sistema da realizzare è di tipo TT, l'utilizzo dell'energia avviene in ambiente sotto forma corrente alternata trifase e monofase 400V/230V.

Per quanto riguarda le tensioni nominali dei cavi (U_0/U) e il grado d'isolamento si riporta di seguito la tabella di corrispondenza:

GRADO ISOLAMENTO	TENSIONE NOMINALE	SIMBOLO DI DESIGNAZIONE CEI 20-27
1.5	300/300 V	03
2	300/500 V	05
3	450/750 V	07
4	0.6/1.0 KV	1

Ambiente d'installazione

La tipologia dell'ambiente d'installazione è in funzione delle particolari situazioni che possono presentarsi. Nel caso particolare le scelte effettuate tengono conto dei requisiti delle norme:

CEI 11-17 "Linee in cavo"

CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori ..."

Da un punto di vista generale gli Ambienti sono così suddivisi:

- Ambiente Normale;
- Ambiente a Solo Rischio d'Incendio;
- Ambiente a Rischio d'Incendio e con Pericolosità di Fumi.

CONDIZIONI DI POSA DEI CAVI

Le norme prevedono la seguente suddivisione:

- CAVI POSATI IN ARIA
- CAVI POSATI PER UN TRATTO IN ARIA ED UN TRATTO NEL TERRENO (POSA MISTA)
- CAVI POSATI NEL TERRENO.

SERVIZIO MOBILE

Per l'utilizzo in Servizio Mobile sono previsti esclusivamente i cavi idonei a sopportare movimentazioni nel tempo (prolunghe). Tali cavi possono essere installati anche in posa fissa essendo un servizio meno gravoso (i cavi per tamburo avvolgicavo non sono riconducibili a questa tipologia).

TIPO DI POSA IN ARIA

La posa in ARIA comprende tutte quelle condizioni in cui i cavi sono posati a diretto contatto con l'aria o racchiusi in canaline o in tubi a loro volta posati in aria (a quest'ultimo caso si riconduce anche la posa sotto modanatura) oppure racchiusi in un cavedio.

CONDUTTORE DI NEUTRO E DI PROTEZIONE (PE)

Il neutro e il conduttore di protezione PE sarà del tipo flessibile e d'opportuna sezione.

NUMERO DI CONDUTTORI ATTIVI

Nei sistemi elettrici in corrente alternata trifase il numero dei conduttori attivi è pari a tre (fasi RST). Nei sistemi elettrici in corrente alternata monofase o in corrente continua i conduttori attivi possono essere o due o quattro.

Scelta del tipo d'isolamento del cavo

Il calcolo è eseguito sulla base della tipologia dell'ambiente d'installazione e degli altri parametri impostati nelle fasi precedenti, selezionando i cavi adatti. La scelta del tipo di cavo tiene conto della tensione d'esercizio ed il tipo di servizio richiesto.

I cavi elettrici sono suddivisi in base al tipo d'isolamento utilizzato:

- PVC
- GOMMA

La scelta del tipo d'isolamento tiene conto delle temperature caratteristiche dei materiali isolanti:

	$T_z (^{\circ}\text{C})$	$T_{cc} (^{\circ}\text{C})$
PVC	70	160
GOMMA	90	250

La simbologia dei cavi risponde alla Norma CEI 20-27 (traduzione in italiano della norma CENELEC HD 361) oppure alla tabella CEI UNEL 35011. L'impiego delle sigle di designazione a Norma CEI 20-27 è riservato esclusivamente ai cavi armonizzati (ad eccezione dei cavi autorizzati in passato dal CENELEC). Per i cavi di tipo nazionale (e per eventuali futuri tipi armonizzati) la sigla di designazione deve essere concorde alla simbologia della tabella CEI UNEL 35011.

Altro aspetto importante da richiamare sono le norme che definiscono i cavi nei confronti del fuoco.

La Norma CEI 20-35 prevede la prova di NON PROPAGAZIONE DELLA FIAMMA SU UN SINGOLO CAVO. Un singolo cavo posato verticalmente è sottoposto alla fiamma: per superare la prova il danneggiamento o la carbonizzazione non devono superare i limiti fissati dalla norma in oggetto.

La Norma CEI 20-22, che contraddistingue le prove quindi i cavi NON SIANO PROPAGANTI L'INCENDIO, si divide in due parti: il capitolo II (metodologia più severa di prova) ed il capitolo III.

Il capitolo II prevede che siano oggetto prove campioni di cavo lunghi 4,5 m, aventi non meno di 10 kg/m di materiale non metallico; le tracce di combustione non devono superare i 3,5 m dal bordo del bruciatore. Per quanto riguarda i cavi con tensione nominale inferiore a 0,6/1 KV, privi di rivestimento protettivo e che non siano isolati in PVC, il materiale metallico non deve essere meno di 5 kg/m.

Il capitolo III prevede che i campioni di cavo, non inferiori a 3,5 m, corrispondano nel loro insieme, ad un volume di $1,5 \text{ dm}^3$ per metro di materiale non metallico; le tracce di combustione non devono superare 2,5 m dal bordo del bruciatore.

La Norma CEI 20-36 fornisce le caratteristiche dei cavi RESISTENTI AL FUOCO e il metodo per la loro prova. Il cavo sottoposto ad una serie di fiamme che raggiungono i 750°C per un periodo continuativo di 3 ore deve mantenere la propria continuità elettrica, tale continuità deve manifestarsi anche oltre 12 ore dallo spegnimento della fiamma.

La Norma CEI 20-37 tratta dei cavi a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi. In particolare si suddivide in tre parti:

1. La prima parte definisce il metodo per la determinazione della quantità di GAS CORROSIVI emessi durante la combustione.
2. La seconda parte definisce il metodo per la determinazione della quantità di GAS TOSSICI emessi durante la combustione.
3. La terza parte definisce il metodo per la determinazione dell'OPACITA' DEI FUMI.

La Norma CEI 20-38 si occupa dei cavi isolati e rivestiti con materiale avente ridotta emissione di fumi e gas tossici/corrosivi. Per i cavi con tensioni nominali non superiori a 1 KV se ne occupa la prima parte, mentre, per quelli a tensione superiore se ne occupa la seconda parte. La norma stabilisce i criteri costruttivi ed i valori delle metodologie di prove delle norme CEI specifiche.

PARAMETRI PROGETTUALI

Temperatura Ambiente

Nella posa in aria i valori ammessi sono compresi tra 15°C e 65°C , il valore considerato è di 30°C .

Tensione D'Esercizio

BT 400/230 V.

Fattore di potenza $\cos\phi$

Questo parametro è richiesto in caso di sistema trifase o sistema monofase. E' adottato il valore 0,9 essendo previsto il Rifasamento per le diverse apparecchiature.

LUNGHEZZA DEL COLLEGAMENTO

La lunghezza in metri della linea su cui calcolare la caduta di tensione è determinata utilizzando le planimetrie annesse. La stessa è determinata in base alle tabelle CEI UNEL 35023-70 con alcune, più accurate, approssimazioni.

La resistenza dei conduttori è quella relativa alla massima temperatura di funzionamento dei cavi e si riferisce ai conduttori di classe 2 in caso di corda rigida ed ai conduttori di classe 5 in caso di conduttori flessibili, secondo la norma CEI 20-29.

La reattanza dei cavi unipolari non distanziati è riferita a cavi posati a trifoglio chiuso o in piano accostati. Per i cavi unipolari distanziati la reattanza è calcolata in base alla distanza interassiale.

Cadute di tensione

Rappresentano le cadute di tensione, in valore percentuale, sulla linea. Sono valutate considerando i conduttori a 70°C per isolamento in PVC ed a 90°C per isolamento in HEPR o AFUMEX.

La formula utilizzata per ottenere la caduta di tensione è la seguente:

$$V = K \times LI \times (R \times \cos\varphi + X \times \sin\varphi)$$

Tale relazione è valida anche nella determinazione della caduta di tensione per sistemi elettrici in corrente continua in tal caso si deve porre $\cos\varphi = 1$ e $\sin\varphi = 0$ (corrente e tensione in fase).

Si ricorda inoltre che, in prima approssimazione, si può determinare la caduta di tensione dalla tabella CEI UNEL 35023 – 70.

Numero di cavi per fase

Nei casi in cui è ammesso dalle norme CEI, è possibile considerare l'inserimento di più cavi per fase. Sono ammessi valori compresi fra 1 e 9 per entrambe le tipologie di posa (ARIA o INTERRATA).

I cavi devono avere la stessa lunghezza e devono essere disposti in maniera tale da equilibrare le reattanze; è, inoltre, fondamentale rispettare la disposizione delle fasi al fine di assicurare una corretta suddivisione della corrente.

Numero di circuiti limitrofi

Occorre specificare il numero dei circuiti limitrofi per valutare i coefficienti di riduzione della portata dei cavi, dovuta all'influenza termica esistente. Nel caso in esame si sono considerati 9 circuiti limitrofi che rappresentano la condizione più sfavorevole.

SCELTA DELLE SEZIONI

Sulla base dei parametri visti, per ogni linea è calcolata la sezione ottimale dei conduttori. E' utilizzato il criterio elettrico ed il criterio termico per la scelta e la verifica delle sezioni delle membrature.

CALCOLO DELLA CORRENTE DI CORTO CIRCUITO

Il valore della corrente di corto circuito (I_{cc}) sopportabile dai cavi è calcolato in base alle prescrizioni della norma CEI 11-17 considerando la temperatura all'inizio del corto circuito pari alla temperatura massima d'esercizio del cavo e la temperatura alla fine del corto circuito pari a:

- 160°C per i cavi isolati in PVC
- 200°C per i cavi H07RN-F
- 250°C per i cavi isolati HEPR e AFUMEX

Per ottenere il valore della I_{cc} , e' richiesta la durata del cortocircuito espressa in secondi. I valori ammessi sono compresi tra 0,001 e 5,000 secondi; nel nostro caso è stato considerata una durata del corto circuito pari a 0,1 secondi.

MASSIMA CORRENTE AMMISSIBILE SUL CAVO

Per il calcolo della massima corrente ammissibile sul cavo deve essere verificata la relazione:

$$S \geq [I_{cc} \times \text{SQR}(T)] / K$$

Viceversa, data una certa sezione di conduttore, la massima corrente di corto circuito ammessa è data dalla relazione:

$$I_{ccmax} = (S \times K) / [\text{SQR}(T)]$$

Inoltre, si può calcolare il valore in ampère relativo alla corrente di corto circuito effettiva nella conduttura ai fini della scelta della protezione. Per maggiori informazioni si veda anche la norma CEI 64-8 terza edizione art. 533.3 *"Scelta dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti"*.

CORRENTE MINIMA DI CORTOCIRCUITO

Come corrente di cortocircuito minima si considera quella corrispondente ad un corto circuito che si produca tra fase e neutro (o tra fase e fase se il conduttore di neutro non è distribuito), nel punto più lontano della conduttura protetta e, nel caso l'impianto sia

alimentato da più sorgenti, si deve prendere in considerazione solo una sorgente, precisamente quella corrispondente alla corrente di cortocircuito minima.

La determinazione della corrente di cortocircuito presunta, nella maggior parte dei casi che si presentano in pratica può essere effettuata con la formula che segue, ammettendo un aumento del 50% della resistenza del circuito rispetto al valore a 20°C, dovuto al riscaldamento dei conduttori causato dalla corrente di cortocircuito, e tenendo conto di una riduzione a 80% della tensione d'alimentazione, per effetto della corrente di cortocircuito rispetto alla tensione nominale d'alimentazione.

Nel caso in cui, invece, si conosca il valore dell'impedenza del circuito a monte, il coefficiente 0,8 deve essere sostituito da un valore preciso:

$$I_{ccmin} = (0,8 \times U_0) / [1,5 \rho \times (2L / S)]$$

La formula utilizzata per il calcolo della temperatura effettiva d'esercizio è la seguente:

$$T_f = [I_n / (P_n \times N)] \times (T_e - T_a) + T_a$$

SCELTA DEGLI INTERRUTTORI

Determinate le sezioni dei cavi bisogna prevedere protezioni contro i sovraccarichi, i corto circuiti e i contatti indiretti.

La soluzione adottata è quella di utilizzare interruttori automatici dotati di relè magnetotermico differenziale ($I_{\Delta n} = 10, 30, 3000 \text{ mA}$) aventi una corrente nominale tale da soddisfare contemporaneamente le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f < 1,45 \times I_z$$

avendo posto

- I_b corrente assorbita dall'utilizzatore
- I_n corrente nominale dell'interruttore
- I_z portata del cavo
- I_f corrente di funzionamento dell'interruttore.

CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Per la determinazione del flusso luminoso totale, necessario a garantire un fissato illuminamento medio sul piano di lavoro considerato ad 0.85 m rispetto al pavimento, e quindi il numero e la potenza delle lampade, si è utilizzata la formula

$$\Phi = n \times \varphi = E \times S / C \times M$$

essendo (metodo del flusso totale):

- Φ flusso globale emesso dalle lampade [lumen]
- n numero delle lampade
- φ flusso luminoso emesso da una lampada [lumen]
- E illuminamento medio sul piano di lavoro [lux]
- S superficie del locale [m²]
- C coefficiente d'utilizzazione
- M coefficiente di manutenzione

I livelli di illuminamento orizzontale medi previsti da rispettare risultano i seguenti:

- *campo da gioco 500-600 lux*
- *spogliatoi 200 lux*
- *locali tecnici 100 lux*
- *corridoi 150 lux*
- *servizi 150 lux.*

Cosenza, giugno 2019.

IL TECNICO