



Comune di Subiaco
Città Metropolitana di Roma Capitale

Oggetto

Ristrutturazione e miglioramento dell'impianto sportivo comunale "San Lorenzo"

PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile Unico del Procedimento

Arch. Daniele Cardoli
Area Tecnica - Comune di Subiaco

Progettazione esecutiva

AVPM

Studio Tecnico

PROGETTAZIONE E DIREZIONE DEI LAVORI
Ing. Maria Antonietta Nardoni

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Ing. Valerio Orlandi

00028 SUBIACO (Rm) - Via XX Settembre, 7
tel./fax 0774/822394

RE03

Relazione tecnica e di calcolo

Impianto elettrico

INDICE

INDICE	1
NORME DI RIFERIMENTO	2
Norme.....	2
PREMESSA	4
Contesto di riferimento	4
Criteri utilizzati per le scelte progettuali	4
Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati.....	4
METODI DI CALCOLO	5
Corrente di impiego I_b	5
Caduta di tensione	5
Correnti di corto circuito	5
Corrente di corto circuito massima.....	6
Corrente di corto circuito minima.....	7
Dimensionamento	8
Dimensionamento del cavo	8
Dimensionamento del conduttore di neutro	8
Dimensionamento del conduttore di protezione.....	9
Protezione dal sovraccarico (Norma CEI 64-8/4 - 433.2).....	9
Protezione dalle correnti di corto circuito (Norma CEI 64-8/4 - 434.3).....	9
Protezione contro i contatti indiretti	10
DATI IMPIANTO	11
ALIMENTAZIONE "Arrivo da QEG"	11
Quadro "QEI".....	12
Circuito "Generale".....	13
Circuito "Luci"	13
Circuito "Prese"	15
Circuito "Servizi"	16
Dati carichi	18
Riepilogo cavi	19

NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Norme

D.Lgs. 9/4/08 n.81	TESTO UNICO sulla salute e sicurezza sul lavoro e succ. mod. e int.
D.Lgs. 3/8/09 n.106	Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
Legge 186/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
DPR 151 01/08/11	Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
D.Lgs. 22/01/08 n. 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8/1	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.
CEI 64-8/2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 2: definizioni.
CEI 64-8/3	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali.
CEI 64-8/4	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.
CEI 64-8/5	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.
CEI 64-8/6	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 6: verifiche.
CEI 64-8/7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: ambienti ed applicazioni particolari.
CEI 64-8; V1	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene modifiche ad alcuni articoli nonché correzioni di inesattezze riscontrate in alcune Parti della Norma CEI 64-8.
CEI 64-8; V2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. La Variante si è resa necessaria in seguito alla pubblicazione di nuovi documenti CENELEC della serie HD 60364.
CEI 64-8; V3	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene il nuovo Allegato A della Parte 3: "Ambienti residenziali - Prestazioni dell'impianto" e modifiche ad alcuni articoli della Norma CEI 64-8 in seguito al contenuto dell'Allegato A.
CEI 64-50	Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale.
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
CEI 17-113	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
CEI 17-114	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
CEI 23-48	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali
CEI 23-49	Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed

	apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazione fisse per uso domestico e similare.
CEI 31-30	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi
CEI 31-33	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).
CEI 31-35	Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30). Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili.
CEI 0-10	Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
CEI 81-10/1	Protezione contro i fulmini. Principi generali.
CEI 81-10/2	Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio.
CEI 81-10/3	Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
CEI 81-10/4	Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.
CEI-UNEL 35026	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
CEI-UNEL 35024/1	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.
CEI-UNEL 35023	Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.
CEI 3-50	Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature. Parte 2: Segni originali.
CEI 0-10	Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
CEI 0-11	Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
CEI 64-100/1	Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 1: Montanti degli edifici.
CEI 64-100/2	Edilizia residenziale. Guida per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti elettrici, elettronici e per le comunicazioni. Parte 2: Unità immobiliari (appartamenti).
CEI 64-13	Guida alla Norma CEI 64-4. "Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico".
CEI 64-14	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
CEI 64-17	Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri.
CEI 64-4	Impianti elettrici in locali adibiti ad uso medico.
CEI 64-51	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 particolari per centri commerciali.
CEI 64-53	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale.
CEI 64-54	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per i locali di pubblico spettacolo.
CEI 64-55	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per le strutture alberghiere.
CEI 64-56	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Criteri particolari per locali ad uso medico.
CEI 64-57	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 particolari per impianti di piccola produzione distribuita.
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di illuminazione di emergenza.
CEI 34-111	Sistemi di illuminazione di emergenza.
CEI 23-50	Spine e prese per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali.
CEI 11-25	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti.

Inoltre dovranno essere rispettate tutte le leggi e le norme vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate e le prescrizioni di Autorità Locali, VV.F., Ente distributore di energia elettrica, Impresa telefonica, ISPESL, ASL, ecc.

PREMESSA

Contesto di riferimento

Il presente progetto esecutivo riguarda l'impianto elettrico del locale adibito ad infermeria a servizio dello stadio comunale di San Lorenzo, sito in Subiaco (RM), Contrada S. Lorenzo, 28.

L'impianto elettrico è dotato di tre circuiti, uno dedicato alle luci, uno alle prese, mentre il terzo è dedicato alla pompa sommersa, al boiler e eventuali ampliamenti, quali l'installazione di un eventuale climatizzatore.

Il centralino dell'infermeria verrà alimentato a partire dal quadro generale presente attraverso un interruttore magnetotermico differenziale dedicato avente $I_n = 32 \text{ A}$ e $I_{dn} = 300 \text{ mA}$.

Essendo un locale adibito solamente ad un primo intervento di medicazione è classificato come locale di Gruppo 0, secondo la cei 64-8/7 art.710.2.1.

Il cavo di collegamento tra quadro generale e centralino dell'infermeria sarà un cavo 3G10 FG16OR16.

Il cavo di collegamento della pompa sommersa dovrà essere del tipo H07RN8-F.

Gli impianti all'interno sono installati in ambienti totalmente protetti dalle intemperie, nei quali si esclude totalmente l'uso di sostanze corrosive che possano modificare le caratteristiche dei componenti installati.

Criteria utilizzati per le scelte progettuali

Per soddisfare i requisiti dell'impianto elettrico, si sono fissati questi due fondamentali obiettivi:

- la flessibilità nel tempo: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze abitative ed organizzative;
- la sicurezza ambientale: intesa come protezione delle persone e delle cose, che in qualche modo debbano interagire con l'ambiente in piena coerenza con la norma CEI 64-8.

Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati sono adatti all'ambiente in cui sono installati e hanno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi sono rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Inoltre tutti i materiali ed apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità sono muniti del contrassegno IMQ.

METODI DI CALCOLO

Di seguito riportiamo i parametri e la modalità di calcolo dei circuiti e di scelta delle protezioni, in accordo a quanto previsto dalle norme CEI.

Corrente di impiego I_b

Il valore efficace della corrente di impiego, per i circuiti terminali, può essere così calcolato:

$$(1.1) \quad I_b = (K_u \cdot P) / (k \cdot V_n \cdot \cos \varphi) \quad [A]$$

dove:

- k è pari a 1 per circuiti monofase o a $\sqrt{3}$ per circuiti trifase
- K_u è il coefficiente di utilizzazione moltiplicativo della potenza nominale di ciascun carico e assume valori compresi tra [0..1]
- P è la potenza totale dei carichi [W]
- V_n è il valore efficace della tensione nominale del sistema [V]
- $\cos \varphi$ è il fattore di potenza.

Nel caso di circuiti di distribuzione che alimentano più circuiti derivati che potrebbero essere non tutti di tipo terminale:

$$I_b = K_c \cdot (I_{d,1} + \dots + I_{d,n}) \quad [A] \quad (1.2)$$

dove:

- K_c è il coefficiente di contemporaneità moltiplicativo dei circuiti derivati simultaneamente utilizzati
- $I_{d,j}$ è il fasore della corrente del j -mo circuito derivato.

Caduta di tensione

La caduta di tensione in un cavo può essere così calcolata:

$$(1.3) \quad \Delta V_c = k (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L \cdot I_b \quad [V]$$

$$\Delta V_c \% = \Delta V_c / V_n \quad [V] \quad (1.4)$$

dove:

- ΔV_c = caduta di tensione del cavo [V]
- V_n = tensione nominale [V]
- $k = 2$ per circuiti monofase, $\sqrt{3}$ per circuiti trifase
- R è la resistenza specifica del cavo [Ω/m]
- X è la reattanza specifica del cavo [Ω/m]
- L è la lunghezza del cavo [m]
- I_b è la corrente di impiego [A].

Correnti di corto circuito

Il valore efficace della corrente di corto circuito I_{cc} nel punto di guasto può essere calcolato come:

$$I_{cc} = V_n / (k Z_{cc}) \quad [A] \quad (1.5)$$

dove Z_{cc} è l'impedenza complessiva della rete a monte del punto considerato.

Sistema TT

Nel caso di un sistema di distribuzione TT, per caratterizzare la rete a monte del punto di consegna si

richiedono i valori presunti della corrente di corto circuito trifase ($I_{cc,tr}$) e della corrente di corto circuito fase-neutro ($I_{cc,f-n}$) forniti dall'ente erogatore di energia elettrica.

Dal valore $I_{cc,tr}$, si ricava l'impedenza totale della rete a monte del punto di consegna:

$$Z_{of} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,tr} \quad [\Omega] \quad (1.6)$$

dove:

- V_n è il valore della tensione nominale del sistema [V]

La resistenza e la reattanza si ottengono per mezzo del fattore di potenza in corto circuito $\cos \varphi_{cc}$:

$$R_{of} = Z_{of} \cdot \cos \varphi_{cc} \quad [\Omega] \quad (1.7)$$

$$X_{of} = Z_{of} \cdot \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{of}^2 - R_{of}^2)} \quad [\Omega] \quad (1.8)$$

Di seguito è riportata la tabella in cui sono presenti i valori di $\cos \varphi_{cc}$ in funzione del valore di I_{cc} :

I_{cc} (kA)	$\cos \varphi_{cc}$
$I_{cc} \leq 1.5$	0.95
$1.5 < I_{cc} \leq 3$	0.9
$3 < I_{cc} \leq 4.5$	0.8
$4.5 < I_{cc} \leq 6$	0.7
$6 < I_{cc} \leq 10$	0.5
$10 < I_{cc} \leq 20$	0.3
$20 < I_{cc} \leq 50$	0.25
$50 < I_{cc}$	0.2

Tabella CEI EN 60947-2 Class. 17-5

Dal valore di $I_{cc,f-n}$ si ricava la somma delle impedenze di fase e di neutro a monte del punto di consegna . Tale valore è necessario per effettuare il calcolo della corrente di corto circuito in caso di guasto fase-neutro in un punto qualunque del sistema TT:

$$Z_{ofn} = V_n / \sqrt{3} \cdot I_{cc,f-n} \quad [\Omega] \quad (1.9)$$

Quindi si ricavano le componenti resistive e reattive:

$$R_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \cos \varphi_{cc} \quad [\Omega] \quad (1.10)$$

$$X_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \sin \varphi_{cc} = \sqrt{(Z_{ofn}^2 - R_{ofn}^2)} \quad [\Omega] \quad (1.11)$$

Utilizzando la formula 1.5, le correnti di corto circuito I_{cc} nel punto di guasto possono essere calcolate usando le seguenti formule:

$$- I_{cc} \text{ trifase} \quad I_{cc,tr} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2)} \quad [A] \quad (1.12)$$

$$- I_{cc} \text{ fase-fase} \quad I_{cc,f-f} = V_n / 2 \cdot \sqrt{((R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2)} \quad [A] \quad (1.13)$$

$$- I_{cc} \text{ fase-neutro} \quad I_{cc,f-n} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{((R_{ofn} + R_l + R_n)^2 + (X_{ofn} + X_l + X_n)^2)} \quad [A] \quad (1.14)$$

dove

- R_l e X_l sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di fase fino al punto di guasto [Ω]

- R_n e X_n sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di neutro fino al punto di guasto [Ω]

Corrente di corto circuito massima

La corrente massima si calcola nelle condizioni che originano i valori più elevati:

- all'inizio della linea, quando l'impedenza a monte è minima;
- considerando il guasto di tutti i conduttori quando la linea è costituita da più cavi in parallelo;

La massima corrente di c.to c.to si ha per guasto trifase simmetrico $I_{cc, tr}$.

Corrente di corto circuito minima

La corrente minima si calcola nelle condizioni che originano i valori più bassi:

- in fondo alla linea quando l'impedenza a monte è massima;
- considerando guasti che riguardano un solo conduttore per più cavi in parallelo;

La corrente di c.to c.to minima si ha per guasto monofase $I_{cc, f-n}$ o bifase $I_{cc, f-f}$.

Dimensionamento

Dimensionamento del cavo

L'art. 25.5 della Norma CEI 64-8 definisce portata di un cavo "il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato". In base a questa definizione, si può affermare che la portata di un cavo, indicata convenzionalmente con I_z , deriva:

- dalla capacità dell'isolante a tollerare una certa temperatura;
- dai parametri che influiscono sulla produzione del calore, quali ad esempio resistività e la sezione del conduttore;
- dagli elementi che condizionano lo scambio termico tra il cavo e l'ambiente circostante.

Quindi, per un corretto dimensionamento del cavo, si devono verificare:

$$I_z \geq I_b \quad (1.24)$$

$$\Delta V_c \leq \Delta V_M \quad (1.25)$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego
- I_z la portata del cavo, cioè il valore efficace della massima corrente che vi può fluire in regime permanente
- ΔV_M è la caduta di tensione massima ammissibile per il cavo (la regola tecnica consiglia entro il 4% della tensione di alimentazione).

Dimensionamento del conduttore di neutro

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm² se in rame od a 25 mm² se in alluminio.

Nei circuiti trifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm² se in rame oppure a 25 mm² se in alluminio, il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro; [NOTA: la corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi]
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se in rame oppure a 25 mm² se in alluminio.

In ogni caso, il conduttore di neutro deve essere protetto contro le sovracorrenti in accordo con le prescrizioni dell'articolo 473.3.2 della norma CEI 64-8 riportate di seguito:

- a) quando la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale o equivalente a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro né un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore.
- b) quando la sezione del conduttore di neutro sia inferiore a quella dei conduttori di fase, è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro, adatta alla sezione di questo conduttore: questa rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro.

c) non è necessario tuttavia prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro se sono contemporaneamente soddisfatte le due seguenti condizioni:

- il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
- la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore al valore della portata di questo conduttore.

Dimensionamento del conduttore di protezione

Le sezioni minime dei conduttori di protezione non devono essere inferiori ai valori in tabella; se risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio S_F [mm ²]	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²]	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase S_{PE} [mm ²]
$S_F \leq 16$	$S_{PE} = S_F$	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
$16 < S_F \leq 35$	$S_{PE} = 16$	$S_{PE} = 16$
$35 < S_F$	$S_{PE} = S_F/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	$S_{PE} = S_F/2$ nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme

S_F : sezione dei conduttori di fase dell'impianto

S_{PE} : sezione minima del corrispondente conduttore di protezione

Protezione dal sovraccarico (Norma CEI 64-8/4 - 433.2)

Per la protezione dalla correnti di sovraccarico, la norma CEI 64-8 sez.4 par. 433.2, "Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione" prevede che il dispositivo di protezione selezionato soddisfi le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1.26)$$

$$I_f \leq 1.45 I_z \quad (1.27)$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego
- I_n la corrente nominale o portata del dispositivo di protezione
- I_z la corrente sopportabile in regime permanente da un determinato cavo senza superare un determinato valore di temperatura
- I_f la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale.

Protezione dalle correnti di corto circuito (Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

Per la protezione dalle correnti di corto circuito, il dispositivo di protezione selezionato deve essere in grado di interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose. In particolare devono essere verificate le seguenti condizioni:

$$I_{ccMax} \leq P.d.i. \quad (1.28)$$

dove:

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

P.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione (I_k)

$$(I^2t) \leq K^2 S^2 \quad (1.29)$$

dove:

- (I^2t) è l'integrale di joule per la durata del corto circuito
- K è un parametro che dipende dal tipo di conduttore e isolamento (dipende dal calore specifico medio del materiale conduttore, dalla resistività del materiale conduttore, dalla temperatura iniziale e finale del conduttore)
- S è la sezione del conduttore
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione.

La relazione (1.28) assicura che il dispositivo effettivamente interrompa la corrente di c.to c.to evitando conseguenze (incendio, ecc.). La condizione (1.29) assicura l'integrità del cavo oggetto del c.to c.to.

Protezione contro i contatti indiretti

Sistema TT (Norma CEI 64-8/4 - 413.1.4)

Nel caso di sistema TT, la protezione dai contatti indiretti è assicurata mediante l'uso di dispositivi di interruzione differenziale e la realizzazione di un impianto di terra che soddisfino la seguente condizione:

$$I_{dn} \leq U_l / R_E \quad (1.30)$$

dove:

- R_E è pari alla resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse
- U_l è pari a 25 V per i contatti in condizioni particolari, 50 V per i contatti in condizioni ordinarie
- I_{dn} è la corrente differenziale nominale d'intervento del dispositivo di protezione.

DATI IMPIANTO

Il presente progetto esecutivo tratta la completa ristrutturazione dell'impianto elettrico di un locale sito presso il campo sportivo "San Lorenzo" sito nel comune di Subiaco. Tale locale verrà adibito ad infermeria..

Dati generali	
Tipo intervento	trasformazione
Uso edificio	altri usi
Tipologia di utenza	attività produttiva

Nel successivo paragrafo vengono trattati i singoli circuiti dell'impianto.

ALIMENTAZIONE "Arrivo da QEG"

Alimentazione da quadro elettrico generale

L'alimentazione "Arrivo da QEG" è un sistema di distribuzione di tipo TT con connessione monofase e con una tensione di esercizio di 230 V; tutti i circuiti saranno di tipo radiale.

La potenza della fornitura è pari a 3.0 kW.

La caduta di tensione massima calcolata è 0.90 %. (La C.d.T. massima ammessa è del 4.00%).

La resistenza di terra è pari a 80 Ω .

Correnti di c.to c.to presunte nel punto di consegna	
Corrente di c.to c.to trifase (I_{cc})	10.00 kA
Corrente di c.to c.to fase-neutro (I_{cc f-n})	6.00 kA

Contributo dei motori alla corrente di c.to c.to	
Somma potenze motori	0.0 kW
Coefficiente contemporaneità	1.00

Carichi a valle	
Fase	L1 N
Potenza attiva	3.025 kW
Potenza reattiva	1.412 kvar
cos φ	0.91
Corrente I_b	14.45 A

Quadro "QEI"

Quadro Elettrico Infermeria.

Dati articolo	
Alimentazione	Arrivo da QEG
Piano	Piano 1
Grado IP	IP41
Numero moduli DIN	12
Potenza dissipabile	22.00
HxLxP	250x320x108 (mm)

Dimensionamento protezioni	
Potere di interruzione	Icn/Icu
Norma CEI EN	60898-1
Metodo selezione In	In > Ib
Tensione limite di contatto (UI)	50 V

Circuiti		
Generale	Interruttore magnetoterm.	Potenza attiva: 3.025 kW - Tipo: Monofase
Luci	Int. magnetotermico diff.	Potenza attiva: 0.161 kW - Tipo: Monofase
Prese	Int. magnetotermico diff.	Potenza attiva: 2.979 kW - Tipo: Monofase
Servizi	Int. magnetotermico diff.	Potenza attiva: 1.500 kW - Tipo: Monofase

Circuito "Generale"

Dati	
Descrizione	
Quadro	QEI
Fase	L1 N
Potenza attiva	3.025 kW
Potenza reattiva	1.412 kvar
Cos f	0.91
Corrente Ib	14.45 A
C.d.T. max a valle	0.44 %

Interruttore magnetotermico	
Numero moduli DIN	2
Grado IP	IP4X
Poli	2P
Tensione nominale Vn	400.00 V
Corrente In	25.00 A
Potere di interruzione Icn a 230V	4.500 kA
Corrente di sgancio termica Ir	25.00 A
Corrente di sgancio magnetica Ir	250.00 A
Tipo di curva	C

Verifiche	
Ib ≤ Ir (A)	14.45 ≤ 25.00
Ir ≤ Iz (A)	25.00 ≤ 24.00 (Cavi protetti da protezioni a valle)
	Ir = In
Icc max ≤ Ik (kA)	2.178 ≤ 4.500
	Ik = Icn a 230V

Condizioni di guasto	
Icc max	2.178 kA
Icc min	2.069 kA
Correnti di c.to c.to	
Icc f-n max	2.178 kA
Icc f-n min	2.069 kA
Correnti di c.to c.to a valle	
Icc f-n max	2.178 kA
Icc f-n min	2.069 kA

Circuito "Luci"

Dati

Descrizione	
Quadro	QEI
Fase	L1 N
Potenza attiva	0.161 kW
Potenza reattiva	0.000 kvar
Cos f	1.00
Corrente Ib	0.70 A
C.d.T. max a valle	0.06 %

Interruttore magnetotermico differenziale	
Numero moduli DIN	2
Grado IP	IP4X
Poli	2P
Tensione nominale Vn	230.00 V
Corrente In	10.00 A
Potere di interruzione Icn a 230V	4.500 kA
Corrente di sgancio termica Ir	10.00 A
Corrente di sgancio magnetica Ir	100.00 A
Tipo di curva	C
Tipo differenziale	AC
Tipo selettività	Istantaneo
Bobina	Interna
Immunizzazione	Non immunizzato
Corrente differenziale Idn	0.03 A
Ritardo differenziale	0.0 s

Verifiche	
Ib ≤ Ir (A)	0.70 ≤ 10.00
Ir ≤ Iz (A)	10.00 ≤ 17.50
	Ir = In
Icc max ≤ Ik (kA)	2.178 ≤ 4.500
	Ik = Icn a 230V
Rt ≤ (50/Idn)	80 ≤ (50/0.03) -> 80 ≤ 1 666.67
	La protezione protegge cavi a monte
Ir ≤ Iz (A)	10.00 ≤ 24.00

Condizioni di guasto	
Icc max	2.178 kA
Icc min	0.333 kA
Correnti di c.to c.to	
Icc f-n max	2.178 kA
Icc f-n min	2.069 kA
Correnti di c.to c.to a valle	
Icc f-n max	1.915 kA
Icc f-n min	0.333 kA

Circuito "Prese"

Dati	
Descrizione	
Quadro	QEI
Fase	L1 N
Potenza attiva	2.979 kW
Potenza reattiva	1.440 kvar
Cos f	0.90
Corrente Ib	14.39 A
C.d.T. max a valle	0.37 %

Interruttore magnetotermico differenziale	
Numero moduli DIN	2
Grado IP	IP4X
Poli	2P
Tensione nominale Vn	230.00 V
Corrente In	16.00 A
Potere di interruzione Icn a 230V	4.500 kA
Corrente di sgancio termica Ir	16.00 A
Corrente di sgancio magnetica Ir	160.00 A
Tipo di curva	C
Tipo differenziale	AC
Tipo selettività	Istantaneo
Bobina	Interna
Immunizzazione	Non immunizzato
Corrente differenziale Idn	0.03 A
Ritardo differenziale	0.0 s

Verifiche	
Ib ≤ Ir (A)	14.39 ≤ 16.00
Ir ≤ Iz (A)	16.00 ≤ 24.00
	Ir = In
Icc max ≤ Ik (kA)	2.178 ≤ 4.500
	Ik = Icn a 230V
Rt ≤ (50/Idn)	80 ≤ (50/0.03) -> 80 ≤ 1 666.67

Condizioni di guasto	
Icc max	2.178 kA
Icc min	0.779 kA
Correnti di c.to c.to	
Icc f-n max	2.178 kA
Icc f-n min	2.069 kA

Correnti di c.to c.to a valle	
Icc f-n max	1.794 kA
Icc f-n min	0.779 kA

Circuito "Servizi"

Dati	
Descrizione	
Quadro	QEI
Fase	L1 N
Potenza attiva	1.500 kW
Potenza reattiva	0.726 kvar
Cos f	0.90
Corrente Ib	7.25 A
C.d.T. max a valle	0.44 %

Interruttore magnetotermico differenziale	
Numero moduli DIN	2
Grado IP	IP4X
Poli	2P
Tensione nominale Vn	230.00 V
Corrente In	16.00 A
Potere di interruzione Icn a 230V	4.500 kA
Corrente di sgancio termica Ir	16.00 A
Corrente di sgancio magnetica Ir	160.00 A
Tipo di curva	C
Tipo differenziale	AC
Tipo selettività	Istantaneo
Bobina	Interna
Immunizzazione	Non immunizzato
Corrente differenziale Idn	0.03 A
Ritardo differenziale	0.0 s

Verifiche	
Ib ≤ Ir (A)	7.25 ≤ 16.00
Ir ≤ Iz (A)	16.00 ≤ 24.00
	Ir = In
Icc max ≤ Ik (kA)	2.178 ≤ 4.500
	Ik = Icn a 230V
Rt ≤ (50/Idn)	80 ≤ (50/0.03) -> 80 ≤ 1 666.67

Condizioni di guasto	
Icc max	2.178 kA
Icc min	0.648 kA
Correnti di c.to c.to	

Icc f-n max	2.178 kA
Icc f-n min	2.069 kA
Correnti di c.to c.to a valle	
Icc f-n max	1.794 kA
Icc f-n min	0.648 kA

Dati carichi

La seguente tabella riporta i dati dei carichi previsti nell'impianto.

Codice	Denom.	Descrizione	Piano	Tipo	Fasi	Potenza nom.	Ku	Potenza att.	Potenza reatt.	cos φ	Corrente Ib
Circuito: Prese											
PRS.004	PS1		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS2		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS3		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS5		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS6		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS7		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS8		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS9		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
PRS.004	PS10		Piano 1	Presa	L1 N	3.312 kW	0.10	0.331 kW	0.160 kvar	0.90	1.60 A
Circuito: Servizi											
-	AP1		Piano 1	Carico elettrico	L1 N	1.500 kW	1.00	1.500 kW	0.726 kvar	0.90	7.25 A
-	AP4		Piano 1	Carico elettrico	L1 N	0.000 kW	1.00	0.000 kW	0.000 kvar	0.90	0.00 A
-	AP3		Piano 1	Carico elettrico	L1 N	0.000 kW	1.00	0.000 kW	0.000 kvar	0.90	0.00 A
Circuito: Luci											
LMP.001.P33.0.F 3600	LA4		Piano 1	Lampada	L1 N	0.033 kW	1.00	0.033 kW	0.000 kvar	1.00	0.14 A
LMP.001.P33.0.F 3600	LA3		Piano 1	Lampada	L1 N	0.033 kW	1.00	0.033 kW	0.000 kvar	1.00	0.14 A
LMP.001.P33.0.F 3600	LA2		Piano 1	Lampada	L1 N	0.033 kW	1.00	0.033 kW	0.000 kvar	1.00	0.14 A
LMP.001.P33.0.F 3600	LA1		Piano 1	Lampada	L1 N	0.033 kW	1.00	0.033 kW	0.000 kvar	1.00	0.14 A
LMP.001.P14.0.F 1487	LA5		Piano 1	Lampada	L1 N	0.014 kW	1.00	0.014 kW	0.000 kvar	1.00	0.06 A
LMP.001.P14.0.F 1487	LA6		Piano 1	Lampada	L1 N	0.014 kW	1.00	0.014 kW	0.000 kvar	1.00	0.06 A
LMP.005	LA7		Piano 1	Lampada	L1 N	0.010 kW	1.00	0.010 kW	0.000 kvar	1.00	0.04 A
LMP.001	LA8		Piano 1	Lampada	L1 N	0.020 kW	1.00	0.020 kW	0.000 kvar	1.00	0.09 A
LMP.001	LA9		Piano 1	Lampada	L1 N	0.020 kW	1.00	0.020 kW	0.000 kvar	1.00	0.09 A
LMP.001	LA10		Piano 1	Lampada	L1 N	0.020 kW	1.00	0.020 kW	0.000 kvar	1.00	0.09 A



Riepilogo cavi

A seguito della determinazione della sezione dei conduttori di ogni circuito considerato, si riporta l'elenco dettagliato degli elementi connessi con indicazione della tipologia del cavo, dell'isolante, della lunghezza, della formazione, della designazione, della portata, della corrente di impiego e della caduta di tensione sulla tratta:

Denom.	Tipo	Elementi connessi	Posa	Descrizione	Lunghezza	Iz	Ib	C.d.T.
Circuito: Arrivo da QEG								
FC39	Normale	Arrivo da QEG -> QEI	22	Unipolare PVC 3(1x6.0) FS17 450/750V	10.20 m	41.00 A	14.45 A	0.47 %
Circuito: Luci (QEI)								
FC14	Normale	Luci -> CD1	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	0.80 m	24.00 A	0.70 A	0.00 %
FC13 - FC16	Normale	CD1 -> IN4 -> CD1	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	3.82 m	17.50 A	0.57 A	0.04 %
FC15	Normale	CD1 -> LA2	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	1.86 m	17.50 A	0.14 A	0.00 %
FC17	Normale	CD1 -> LA1	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	3.32 m	17.50 A	0.14 A	0.01 %
FC18	Normale	CD1 -> LA4	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	2.93 m	17.50 A	0.14 A	0.01 %
FC19	Normale	CD1 -> LA3	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	3.99 m	17.50 A	0.14 A	0.01 %
FC40	Normale	CD1 -> CD4	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	7.61 m	24.00 A	0.34 A	0.02 %
FC20 - FC21 - FC23	Normale	CD4 -> CD3 -> IN3 -> CD3	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	5.82 m	17.50 A	0.30 A	0.03 %
FC22	Normale	CD3 -> LA5	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	1.02 m	17.50 A	0.06 A	0.00 %
FC43	Normale	CD3 -> CD5	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	1.49 m	17.50 A	0.15 A	0.00 %
FC26 - FC27	Normale	CD5 -> IN2 -> LA6	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	5.22 m	17.50 A	0.06 A	0.00 %
FC44	Normale	CD5 -> LA10	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	1.15 m	17.50 A	0.09 A	0.00 %
FC45	Normale	CD3 -> LA9	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	1.12 m	17.50 A	0.09 A	0.00 %
FC41 - FC42	Normale	CD4 -> IN1 -> LA7	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	6.59 m	17.50 A	0.04 A	0.00 %
FC46	Normale	CD1 -> LA8	5	Unipolare PVC 3(1x1.5) FS17 450/750V	2.10 m	17.50 A	0.09 A	0.00 %
Circuito: Prese (QEI)								
FC29	Normale	Prese -> CD2	5	Unipolare PVC 3(1x4.0) FS17 450/750V	2.00 m	32.00 A	14.39 A	0.13 %
FC28	Normale	CD2 -> PS1	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	1.91 m	24.00 A	3.20 A	0.05 %
FC30	Normale	CD2 -> PS3	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	3.99 m	24.00 A	1.60 A	0.05 %
FC31	Normale	CD2 -> PS7	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	3.95 m	24.00 A	1.60 A	0.05 %
FC32	Normale	CD2 -> PS5	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	4.90 m	24.00 A	3.20 A	0.12 %
FC52	Normale	CD2 -> CD4	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	4.99 m	24.00 A	4.80 A	0.18 %
FC53 - FC38	Normale	CD4 -> PS8 -> PS10	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	3.04 m	24.00 A	3.20 A	0.05 %
FC54	Normale	CD4 -> PS9	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	3.16 m	24.00 A	1.60 A	0.04 %
Circuito: Servizi (QEI)								
FC50	Normale	Servizi -> CD2	5	Unipolare PVC 3(1x4.0) FS17 450/750V	2.00 m	32.00 A	7.25 A	0.07 %

FC34	Normale	CD2 -> CD4	5	Unipolare PVC 3(1x4.0) FS17 450/750V	4.99 m	32.00 A	7.25 A	0.17 %
FC36	Normale	CD4 -> AP1	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	3.69 m	24.00 A	7.25 A	0.20 %
FC48 - FC49	Normale	CD4 -> CD5 -> AP3	5	Unipolare PVC 3(1x2.5) FS17 450/750V	5.81 m	24.00 A	0.00 A	0.00 %
FC51	Normale	CD2 -> AP4	5	Unipolare EPR 3(1x2.5) H07RN8-F	10.47 m	31.00 A	0.00 A	0.00 %

Legenda posa cavi

Posa	Sigla	Descrizione
	22	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati in cavità di strutture
	5	Cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura

