

**COMUNE DI FAENZA
PROVINCIA DI RAVENNA**

**CAMPO CROSS MONTE CORALLI
OPERE DI COMPLETAMENTO IMPIANTO
DI ILLUMINAZIONE PISTA - AMPLIAMENTO
CUP: J28E23000270004
PROGETTO ESECUTIVO**

Committente: Comune di Faenza,
Piazza del Popolo 31 - 48018 Faenza (RA)

Oggetto: PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO
AI SENSI DEL D.M. 37/08

Progettista: Rambelli per. ind. Giuliano

ELABORATO N. EI		RELAZIONE GENERALE SPECIALISTICA, ENERGETICA E DI APPLICAZIONE CAM			SCALA:
RIF. 22 671 01					F.PLOT:
FILE		REVISIONI	DATA	REALIZZATO	CONTROLLATO
I	22 671 01 erel_v01	prima emissione	MAGGIO 2024	MM	MM



V.le Marconi 30/3
48018 Faenza (RA)
Tel. 0546/668163 - Fax 0546/686301
e-mail: energia@energia.ra.it
www.energia.ra.it

INDICE

I	OGGETTO DELLE OPERE.	3
1.1	Committente	3
1.2	Area di intervento	3
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3
3	DATI DI PROGETTO	3
3.1	Dati tecnici	3
3.2	Normativa di riferimento.	4
3.3	Inquinamento luminoso – Legge Regionale Emilia Romagna 19/2003 e S.M.I.	5
3.4	Criteri Ambientali Minimi (CAM): DM 11/01/2017 e DM 23/06/2022	5
3.5	Analisi energetica	5
3.6	Prodotti da costruzione – regolamento CPR 305/11	5
4	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	7
4.1	Pali	7
4.2	Proiettori	8
4.3	Quadri elettrici e distribuzione	9
4.4	Impianto DALI	9
5	PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA	10
5.1	Prescrizioni per la sicurezza contro l'incendio per le condutture	10
5.2	Protezione delle condutture contro le sovracorrenti.	10
5.2.1	Protezione contro le correnti di sovraccarico	10
5.2.2	Protezione contro le correnti di cortocircuito	10
5.3	Protezione contro i contatti diretti.	11
5.3.1	Protezione mediante isolamento delle parti attive	11
5.3.2	Protezione mediante involucri o barriere	11
5.4	Protezione contro i contatti indiretti.	11
5.4.1	Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione.	11
5.4.2	Interruttori differenziali	11
5.5	Calcolo dei cavi.	12
5.6	Gradi di protezione	13
6	IMPIANTO DI TERRA	14
6.1	Impianto di dispersione	14
6.2	Conduttori di terra	14

6.3	Conduttori di protezione	14
7	CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI PRINCIPALI.	15
7.1	Quadri elettrici	15
7.1.1	Norme di riferimento	15
7.2	Prese a spina e interruttori	15

I OGGETTO DELLE OPERE.

Oggetto delle opere è la realizzazione delle opere di miglioria straordinaria a servizio dell'illuminazione del campo da allenamento di motocross Monte Coralli, sito in Via Tebano I a Faenza (RA).

I.1 Committente

Comune di Faenza

Piazza del Popolo 31 - 48018 Faenza (RA)

I.2 Area di intervento

Campo Cross Monte Coralli

Via Tebano I – 48018 Faenza (RA)

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento prevede la realizzazione di opere di miglioria straordinaria su un impianto di illuminazione a servizio della pista da motocross "Monte Coralli". Le opere riguardano l'ampliamento dell'impianto di illuminazione della pista mediante l'installazione di quadri elettrici, cavi, torri faro e relativi proiettori al LED e sistema di controllo/gestione DALI. Risultano invece già realizzate le opere edili (plinti torri faro, cavidotti e pozzetti di derivazione).

Le opere da eseguire saranno quindi le seguenti:

- Installazione quadro generale luci pista
- Posa cavi di alimentazione torri faro
- Realizzazione dei quadri di protezione e comando posti alla base delle suddette torri;
- Installazione di n.9 nuovi pali poligonali di altezza 15m f.t. dotati di corona fissa porta-proiettori;
- Installazione di complessivi n.24 nuovi proiettori a LED;
- Realizzazione di rete DALI per gestione e controllo punti luce
- Realizzazione di impianto di terra

L'impianto sarà alimentato da due distinti gruppi elettrogeni esistenti collegati in parallelo all'utenza ed in grado di sostenere autonomamente, ai fini della sicurezza, l'intero carico dell'impianto.

3 DATI DI PROGETTO

3.1 Dati tecnici

L'impianto di distribuzione è classificato per il modo di collegamento a terra come TN.

Si prevedono due distinte fonti di alimentazione funzionanti contemporaneamente al fine di garantire la continuità del servizio di illuminazione della pista da cross.

Caratteristiche di ogni singola utenza:

potenza max impegnabile: 100 kW

corrente di corto massima sul punto di fornitura. 15kA

tensione nominale V: 230/400 V,

tipo di collegamento: TN.

3.2 Normativa di riferimento.

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

CEI 0-10 Guida alla manutenzione degli impianti elettrici

CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 17-113 (CEI EN 61439/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione regole generali

CEI 17-114 (CEI EN 61439/2) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione Quadri di potenza

CEI EN 61439 /3 Quadri di distribuzione destinati ad essere manovrati da persone comuni; /4 Quadri di cantiere; /5 Quadri di distribuzione per reti pubbliche; /6 Condotti sbarre; /7 quadri per applicazioni particolari, quali i campeggi, darsene, supermercati, per carica batterie dei veicoli elettrici ecc.; successive numerazioni sono ad oggi in fase di redazione in ambito internazionale.

CEI 20-40 Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V

CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

CEI 44-5 (CEI EN 60204-1) Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine (Quadri bordo macchina)

CEI 44-16 Sicurezza del macchinario - Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza (Quadri bordo macchina)

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua.

CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-17 Guida all'esecuzione degli impianti elettrici nei cantieri

CEI 64-19 Guida agli impianti di illuminazione esterna (Vedasi anche CEI 64-8 Sez. 714)

CEI 81-10 Protezione contro i fulmini. CEI 81-10/1: Principi generali; CEI 81-10/2: Valutazione del rischio; CEI 81-10/3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. CEI 81-10/4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

UNI 11222 Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo

UNI 12464-1 Luce e illuminazione dei posti di lavoro interni

UNI 12464-2 Luce e illuminazione dei posti di lavoro esterni

Legge 1/3/68 n.186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

D.M. 22/01/2008 n.37 Norme di sicurezza degli impianti tecnologici

Federazione Motociclistica Italiana. Regolamento tecnico Omologazione Impianti Sportivi. Edizione 2022 - Regolamento Comune, Rev. A del 16/07/2021 approvata con Delibera n.160 del Consiglio Federale F.M.I. n.6 del 23/07/2021. Deliberazione della Giunta Nazionale C.O.N.I. n.333 del 22/10/2021.

Terza direttiva per l'applicazione dell'art.2 della L.R. n.19/2003 recante Norme in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico

3.3 Inquinamento luminoso – Legge Regionale Emilia Romagna 19/2003 e S.M.I.

L'impianto di illuminazione sarà conforme alla legge regionale n.19 del 29 Settembre 2003 "Norme in materia di riduzione dell'Inquinamento Luminoso e di risparmio energetico" ed alle sue successive modifiche, in particolare alla TERZA direttiva per l'applicazione dell'art.2 della Legge Regionale n. 19/2003.

In particolare l'impianto sarà rispondente all'art.6 comma 1 "Illuminazione di impianti/aree destinate ad attività sportive" che cita quanto segue:

L'illuminazione degli impianti sportivi e delle aree destinate allo svolgimento di attività sportive di qualsiasi tipo, deve:

- essere realizzata con sorgenti luminose a scarica o con LED (3) nel rispetto dei requisiti minimi contenuti nelle norme Italiane ed Europee di settore (es. UNI EN 12193/2008 e s.m.i.);
- non emettere luce verso l'alto nel rispetto di quanto indicato all'art. 4, comma 1, lett.b) punto I) della presente direttiva nel caso si possano ospitare sino a 5000 posti a sedere e non si prevedano riprese televisive. Negli altri casi, al fine di limitare la luce intrusiva, è necessario contenere al minimo la dispersione di luce al di fuori dell'area destinata all'attività sportiva;
- utilizzare appositi sistemi di riduzione di potenza in relazione alle differenti attività/avvenimenti (es. allenamenti, gare, riprese televisive, ecc) ed essere spenta immediatamente dopo l'ultimazione delle attività.

3.4 Criteri Ambientali Minimi (CAM): DM 11/01/2017 e DM 23/06/2022

L'impianto elettrico sarà conforme ai nuovi criteri ambientali minimi, di cui al Decreto 11 gennaio 2017 del Ministero dell'Ambiente e Decreto 23 giugno 2022. Tale decreto è parte integrante del piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della sola Pubblica Amministrazione e in generale ribadisce ai fini impiantistici/energetici il rispetto della legislazione nazionale, con ulteriori indicazioni più restrittive.

Tutti i corpi illuminanti saranno del tipo a led e conformi alle direttive CAM (Criteri Ambientali Minimi) pubblicati in data 23/06/2022, in particolar modo i sistemi di illuminazione devono essere a basso consumo energetico ed alta efficienza.

A tal fine gli impianti di illuminazione devono essere progettati considerando che:

- i prodotti devono essere progettati in modo da consentire di separare le diverse parti che compongono –
- l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.

I corpi illuminanti saranno dimmerabili al fine di garantire l'illuminazione richiesta per la tipologia di attività.

3.5 Analisi energetica

L'impianto di completamento risulta costituito da 24 proiettori al led aventi ciascuno potenza 935W.

Se ne desume un consumo orario pari a 22,44kWh. Ipotizzando un utilizzo giornaliero medio di 4 ore per 50 giorni l'anno il consumo stimato è di circa 4500kWh/anno.

Si utilizzeranno proiettori con efficienza pari a 126 lumen/W.

L'utilizzo di tecnologia garantisce inoltre un'immediata accensione del proiettore evitando dispersioni energetiche in fase di accensione del proiettore e permettendo la creazione di scenari diversi grazie all'utilizzo del DALI.

3.6 Prodotti da costruzione – regolamento CPR 305/11

Il Regolamento (UE) 305/2011 disciplina l'immissione e la libera circolazione sul mercato europeo dei prodotti da costruzione e riguarda tutti i prodotti (materiali, manufatti, sistemi, ecc.) che sono realizzati per diventare parte permanente di opere di costruzione.

Tutti i prodotti previsti rispettano requisiti e prestazioni relazionate ai sette requisiti essenziali dell'opera da costruzione:

- resistenza meccanica e stabilità;
- sicurezza in caso di fuoco;
- igiene, sicurezza e ambiente;
- sicurezza in uso;
- protezione contro il rumore;
- risparmio energetico;
- uso sostenibile delle risorse naturali per la realizzazione delle costruzioni.

Il regolamento impone tra gli obblighi del fabbricante, quello di garantire la rintracciabilità per consentire l'eventuale ritiro o richiamo del prodotto dal mercato nel caso il fabbricante abbia motivo di credere che il

prodotto immesso sul mercato non rispetti la conformità e la corrispondenza espresse dalla Marcatura CE. Il concetto chiave del nuovo Regolamento 305/11, rispetto alla Direttiva CPD 89/106/CEE, è la Dichiarazione di Prestazione (DoP) che va a sostituire la precedente Dichiarazione di Conformità dei prodotti da costruzione. Se quest'ultima attestava la conformità di un prodotto ai requisiti di una norma tecnica (art. 13 CPD), la dichiarazione di prestazione:

- è obbligatoria per tutti i prodotti coperti da una norma armonizzata;
- deve contenere informazioni sull'impiego previsto;
- deve contenere le caratteristiche essenziali pertinenti l'impiego previsto;
- deve includere le performance di almeno una delle caratteristiche essenziali;
- informa che il fabbricante si assume la responsabilità delle prestazioni dichiarate.

4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

Si prevede l'ampliamento di un impianto di illuminazione per la pista da cross conforme a quanto previsto dalle norme CONI per attività non agonistiche (allenamento) secondo quanto previsto dalla "Tabella B – Caratteristiche illuminotecniche consigliate per attività sportive motoristiche".

Verrà quindi garantito un illuminamento medio di 80 lux con uniformità 0,5.

L'impianto è alimentato da due gruppi elettrogeni collegati in parallelo ed in grado di sostenere ciascuno autonomamente l'intero carico dell'impianto ai fini della sicurezza. Questo garantisce la continuità di funzionamento dell'impianto di illuminazione in maniera che non venga meno l'alimentazione delle luci durante lo svolgimento delle attività di allenamento da parte dei crossisti sulla pista.

Dal parallelo dei due gruppi elettrogeni si andrà ad alimentare il quadro generale luci della pista.

Dal quadro generale luci partiranno tre diverse linee elettriche che andranno ad alimentare i quadri elettrici posti in prossimità della torre faro all'interno dei quali è presente la protezione magnetotermica differenziale dei proiettori installate sulla torre stessa. Dall'interruttore si andrà a collegarsi con idoneo cavo agli alimentatori dei proiettori posti in sommità dei pali.

I quadri saranno realizzati in vetroresina ed avranno grado di protezione minimo IP55; saranno dimensionati al fine di avere uno spazio dedicato all'alloggiamento della morsettiera del quadro ed alle protezioni magnetotermiche differenziali.

Le lampade previste saranno di tipo DALI al fine di garantire la possibilità di accensione e spegnimento luci da pulsanti e/o da remoto, la dimmerazione e la creazione di scenari

4.1 Pali

Si prevede l'installazione di pali troncoconici a sezione poligonale in due tronchi ad innesto forzato per sovrapposizione, ottenuti mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale eseguita con procedimento automatico MAG omologato dal R.I.N.A. e dall'I.I.S. (Istituto Italiano della Saldatura). Tali pali avranno altezza 15m f.t., diametro di base 320mm, diametro di testa 90mm, spessore 4mm, idoneo a sostenere una superficie complessiva esposta al vento in sommità pari a 1,2mq, peso complessivo 345kg; i pali, predisposti per l'ancoraggio al basamento mediante piastra di base e tirafondi nel blocco di fondazione, dovranno essere completi di attacco m.a.t. Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051. Protezione contro la corrosione mediante zincatura a caldo, ottenuta con il seguente ciclo: grassaggio; decapaggio; lavaggio; flussaggio; preriscaldamento; zincatura in zinco fuso a 440÷450 gradi centigradi, con percentuale minima di zinco nel bagno di zincatura 98.5%. Rivestimento ottenuto conforme alla norma UNI EN ISO 1461 con spessori minimi di 55 microns e medi di 70 microns.

I pali saranno equipaggiati con la seguente attrezzatura:

- Piastra di base, dimensionata considerando il massimo momento resistente alla base del palo considerato, saldata al palo da saldatori qualificati dall'I.I.S. (Istituto Italiano della Saldatura) e controllo qualità saldature secondo EN ISO 3834. Dimensioni 450x450x20mm con 4 fori x M24 i.380, saldata al palo diametro 320mm. Tirafondi in acciaio S355, M24 L.Sv.1000, curvato uncino, grezzo, con dadi e rondelle zincate, peso complessivo 20kg.
- Traversa sommitale porta proiettori costruite utilizzando profilati per carpenteria e predisposte per il fissaggio a testa palo mediante innesto a bicchiere e fissaggio con viti. I profili utilizzati sono in acciaio di qualità Fe360B (S235JR). La zincatura viene ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso. Lo spessore dello strato di zinco sarà conforme alle normative UNI EN 40, ISO 1461. Staffa traversa circolare D.1700 con bicchiere per pali con cima 90mm, attacchi per 6 proiettori su 360°.
- Scala marinara con piano di riposo.

4.2 Proiettori

Si è prevista l'installazione di proiettori a led in numero massimo di sei apparecchi per torre; al di là del numero e della tipologia di proiettori che l'operatore economico potrà proporre è di fondamentale importanza ribadire i limiti dimensionali sovra-ordinati, in ordine di importanza:

- esposizione al vento in sommità non superiore a 1,2mq (compresi i possibili e futuri ampliamenti, in termini di numero totale di proiettori);
- potenza impegnata per singola torre non superiore a 6 kW (compresi i possibili e futuri ampliamenti, in termini di numero totale di proiettori);
- posizione dei proiettori finalizzata ad ottenere valori di illuminamento dettati dalle norme tecniche vigenti (così come successivamente trattate).

Per quanto attiene invece le caratteristiche prestazionali dei proiettori a led, sono da considerarsi vincolanti le seguenti caratteristiche minime:

- apparecchio certificato secondo le leggi regionali contro l'inquinamento luminoso con emissione luminosa inferiore 0.49 cd/1000 lm sopra i 90°;
- corpo in alluminio pressofuso EN AC 44300, con tenore di rame inferiore a 0,1 e resistenza alla corrosione non inferiore ai requisiti della categoria C5 (Corrosività molto elevata) della norma ISO 9223;
- vetro frontale di chiusura temprato, inclinato internamente di 21°, con spessore 5 mm e trattamento antiriflesso;
- visiera integrata in lamiera d'acciaio speculare con trattamento di protezione
- sistema ottico composto da 2 moduli led da 132 lenti in policarbonato; modulo posteriore a distribuzione luminosa ellittica e modulo superiore a distribuzione asimmetrica;
- staffa di fissaggio in acciaio zincato e verniciato con inclinazione di 45° in modo da permettere il montaggio di due apparecchi sovrapposti senza mascheramenti del fascio luminoso;
- grado di protezione del corpo illuminante non inferiore a IP66 e grado di resistenza agli urti IK08;
- scatola di raccordo integrata con coperchio in pressofusione d'alluminio EN44100 e pressacavo per permettere il collegamento alla piastra di alimentazione mediante cavo a 5 poli di diametro tra 15 e 21 mm, distanza tra i due elementi fino a 200 m;
- flusso luminoso in uscita non inferiore a 117.000 lm, consumo elettrico incluso il gruppo di alimentazione non superiore a 940 W ed efficienza luminosa dell'apparecchio non inferiore a 125 lm/W, incluse le perdite sui driver;
- peso non superiore a 24Kg.

Relativamente ai gruppi di alimentazione, da installarsi a base palo, all'interno di quadri di alimentazione o in esterno, si considerino le seguenti caratteristiche minime:

- corpo della scatola di alimentazione in alluminio EN AC44300 dotato di connettori a molla per una rapida e veloce installazione e manutenzione con LED di segnalazione presente sul fronte per segnalare lo stato di funzionamento del driver;
- distanza tra scatola di alimentazione e proiettore fino a 200 metri con possibilità di alimentare più moduli o proiettori con la stessa scatola di alimentazione;
- efficienza oltre il 96% e fattore di potenza superiore a 0.96 a pieno carico;
- possibilità di montaggio sia all'aperto sia in ambienti interni e quadri;
- tensione di alimentazione 250-440 V. Grado di Protezione IP66;
- peso non superiore a 6Kg;
- protezione 10kV sia in modo comune che differenziale;
- temperatura di funzionamento da -40°C a +45°C.
- regolazione fino allo 0,4% e controllo remoto degli apparecchi con protocollo DALI V2.
- flickering inferiore all'1% fino a 1000 FPS dal 100 al 50% del livello di dimmerazione.

4.3 Quadri elettrici e distribuzione

La distribuzione delle linee di illuminazione avrà origine presso il quadro luci posto in prossimità della partenza.

I quadri saranno realizzati con carpenteria in vetroresina e conterranno le protezioni delle linee di alimentazione dei quadri torri faro oltre che agli scaricatori per la protezione contro le sovratensioni

I cavi saranno posati all'interno di canalizzazioni interrato esistenti. Saranno coordinati con i relativi interruttori di protezione, di tipo FGI 6ORI 6 e sezione adeguata.

4.4 Impianto DALI

Si prevede inoltre l'installazione di un sistema di gestione e controllo centralizzato dell'illuminazione che utilizza tecnologie DALI. Il sistema DALI (Digital Addressable Lighting Interface) è uno standard di interfaccia digitale per sistemi elettronici di gestione dell'illuminazione d'interni ed esterni creato dai principali produttori di reattori elettronici. Il sistema DALI descrive un protocollo di comunicazione con gli alimentatori elettronici, è uno standard non proprietario e quindi garantisce l'intercambiabilità tra gli alimentatori elettronici DALI di diversi produttori. Le caratteristiche di questo standard sono inserite come appendice E4 nella norma europea EN 60929 ed è quindi, a tutti gli effetti, uno standard industriale europeo per gli alimentatori elettronici.

DALI consente di controllare i singoli apparecchi di illuminazione associando un proprio indirizzo ad ogni alimentatore; questo permette al cambio di utilizzo dell'ambiente di riconfigurare il sistema senza i costi e i disagi degli interventi di cablaggio. È un sistema ad intelligenza distribuita in cui i valori di emissione luminosa dei differenti scenari illuminotecnici e il raggruppamento delle diverse sorgenti luminose sono memorizzati all'interno degli alimentatori elettronici stessi. La centralina di comando del sistema ha, invece, la funzione di richiamare un determinato scenario comandando l'alimentatore elettronico ad agire di conseguenza. Con i sistemi a tecnologia DALI si possono gestire tutte le sorgenti luminose che sono regolate in potenza.

Il sistema offre molte possibilità tra cui:

- comando centralizzato.
- indirizzabilità della singola sorgente luminosa o a gruppi o complessiva.
- gestione di informazioni di controllo di ritorno dall'alimentatore o dalla sorgente luminosa, come ad esempio: lampada accesa o spenta; stato di funzionamento; lampada fuori servizio; percentuale di flusso luminoso emesso
- maggiore semplicità di cablaggio e di impianto perché i gruppi e gli scenari possono essere programmati dopo l'installazione dell'impianto.
- il sistema è modificabile in ogni momento con una riprogrammazione senza intervenire sull'impianto.

L'impianto sarà costituito da una centrale a 4 canali da cui partiranno le linee di controllo degli alimentatori. Dovendo le linee DALI avere una lunghezza massima di 300 metri si prevede, al raggiungimento di tale distanza, l'installazione di un ripetitore di linea in grado di ripetere il segnale e garantire un'estensione di altri 300 metri di linea bus. Si prevede l'installazione di pulsanti che generano scenari preimpostati collegati alla linea DALI tramite accoppiatori dedicati,

5 PRESCRIZIONI PER LA SICUREZZA

5.1 Prescrizioni per la sicurezza contro l'incendio per le condutture

I cavi di alimentazione saranno adeguati al luogo di installazione ed idonei al tipo di posa. In particolare i cavi dovranno essere non propaganti l'incendio (CEI 20-22 II), e marcati IMQ.

Il diametro interno delle condutture non dovrà essere inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi contenuti. Per forme non circolari il rapporto fra sezione utile e sezione occupata dai cavi non sarà inferiore a 2. Nei tubi protettivi non dovranno esserci giunzioni o morsetti.

Le condutture in vista situate fino a 2,5 m dal suolo saranno protette in modo da non essere soggette a danneggiamenti causati da sollecitazioni meccaniche.

5.2 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti.

5.2.1 Protezione contro le correnti di sovraccarico

Sarà assicurata mediante l'installazione di dispositivi di protezione in grado di interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare danneggiamenti all'isolante, ai collegamenti o all'ambiente circostante le condutture. Per il dimensionamento delle protezioni contro il sovraccarico, tramite l'utilizzo di interruttori automatici magnetotermici, saranno garantite le seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 * I_Z$$

indicando con:

I_B : corrente di impiego del circuito,

I_Z : portata in regime permanente della conduttura,

I_N : corrente nominale del dispositivo di protezione,

I_f : corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione

Con l'utilizzo di fusibili a protezione delle condutture la relazione di cui sopra sarà soddisfatta mediante la seguente:

$$I_N \leq 0,9 * I_Z$$

5.2.2 Protezione contro le correnti di cortocircuito

Saranno previsti dispositivi di protezione in grado di interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti risponderà alle seguenti condizioni:

- il potere di interruzione dei dispositivi di protezione non sarà inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. I dispositivi di protezione dovranno essere ubicati all'inizio delle linee;
- tutte le correnti provocate da un corto circuito saranno interrotte dai dispositivi di protezione in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile. In particolare sarà garantita la seguente condizione

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

Indicando con:

$I^2 t$: l'integrale di joule per la durata del corto circuito espresso in $A^2 s$;

K : 115 per i conduttori in rame isolati in PVC/termoplastici;

143 per i conduttori in rame isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

92 per i conduttori in alluminio isolati in PVC;
92 per i conduttori in rame isolati in gomma etilenpropilenica e propilene reticolato
S : la sezione del conduttore espressa in mm².

5.3 Protezione contro i contatti diretti.

5.3.1 Protezione mediante isolamento delle parti attive

Le parti attive devono essere completamente ricoperte con un isolamento che possa essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento dei componenti elettrici deve soddisfare le relative Norme.

5.3.2 Protezione mediante involucri o barriere

Le parti attive devono essere poste entro involucri o barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X od IPXXB. Le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD.

Unitamente ai dispositivi di protezione descritti si utilizzeranno, come protezioni aggiuntive, interruttori differenziali con corrente nominale differenziale uguale o inferiore a 30 mA.

5.4 Protezione contro i contatti indiretti.

5.4.1 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione saranno coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito di guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

A tal fine sarà soddisfatta la condizione:

$$R_E * I_{dn} \leq U_L$$

dove:

R_E : è la resistenza del dispersore, in ohm;

I_{dn} : è la corrente nominale differenziale, in ampere,

U_L : è il massimo valore della tensione di contatto che è possibile mantenere per un tempo indefinito in condizioni ambientali specificate. Per i sistemi in c.a. si assume $U_L = 50V$. Per gli ambienti ad uso medico si assume $U_L = 25V$

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 secondo.

5.4.2 Interruttori differenziali

In relazione alla forma d'onda delle correnti verso terra alle quali sono sensibili, gli interruttori differenziali sono classificati in:

- tipo AC: interviene per correnti sinusoidali;
- tipo A: interviene per correnti sinusoidali e per correnti pulsanti unidirezionali sovrapposte ad una componente continua;
- tipo F: interviene per correnti sinusoidali, per correnti pulsanti unidirezionali sovrapposte ad una componente continua e per corrente multifrequenza verso terra;
- tipo B: interviene per correnti sinusoidali, fino a 1 kHz, per correnti pulsanti unidirezionali sovrapposte ad una componente continua e per componenti continue.

Per le correnti sinusoidali a 50Hz la soglia di intervento del dispositivo differenziale è pari a I_{dn} , per le componenti pulsanti unidirezionali la soglia di intervento aumenta a $1,4 I_{dn}$ per gli interruttori differenziali di tipo A e a $2 I_{dn}$ per gli interruttori differenziali di tipo B.

Qualora sia necessario l'utilizzo di interruttori differenziali di tipo B, è opportuno dimezzare il valore della tensione di contatto limite $U_L(25V)$ che equivale a dimezzare il valore di resistenza di terra R_E .

Obbligo interruttore differenziale	Destinazione	Note e riferimenti normativi
Tipo A o tipo B	Circuiti prese di corrente fino a 32 A, nei locali medici di gruppo 1	CEI 64-8 art. 710.413.1.3
	Tutti i circuiti non alimentati dal sistema IT-M nei locali medici di gruppo 2	
Tipo B	Impianti fotovoltaici qualora l'inverter per costruzione non sia in grado di evitare l'immissione in rete di componenti continue verso terra	CEI 64-8 art. 712.413.3.1.1.1.1
Tipo A	Ogni punto monofase di ricarica di veicoli elettrici	CEI 64-8 art. 722.531.1
Tipo B	Ogni punto trifase di ricarica di veicoli elettrici	
Tipo A	Linee UPS monofasi	CEI EN 62040-1 Il differenziale può essere di tipo AC se i componenti interni all'UPS che possono produrre correnti unidirezionali hanno isolamento doppio o rinforzato verso terra
Tipo B	Linee UPS trifasi e tri-monofasi	
	Linee per apparecchiature per saldatura ad arco	CEI EN 60974-9 art. 7.10: l'interruttore differenziale "deve essere sensibile a tutti i tipi di corrente"
	Linee per lavatrici Linee per condizionatori	CEI 64-8 art. 37.4.1 In ambito domestico è consigliato l'interruttore differenziale di tipo A
Tipo F	Linea per inverter per comando motori (circuiti monofase)	Necessario tipo B o tipo F per garantire la sicurezza
Tipo B	Linea per inverter per comando motori (circuiti trifase o fase-fase)	

Non è consentito installare interruttori differenziali di tipo AC, A, o F a monte di interruttori differenziali di tipo B, CEI EN 62477-1 art. 4.4.8 e CEI EN 50178 art. 5.3.2.3

5.5 Calcolo dei cavi.

Per il dimensionamento dei cavi di ogni circuito è stata usata la formula:

$$I_B \leq I_Z$$

Indicando con:

I_B : corrente di impiego del circuito,

I_Z : portata in regime permanente della conduttura,

La corrente di impiego viene calcolata in base alle potenze installate, tenendo conto di opportuni coefficienti di impiego e di contemporaneità. La portata dei cavi viene determinata in base alle modalità di posa e al tipo di cavo.

E' stato inoltre verificato che la caduta di tensione su ogni linea sia non superiore al 4%.

5.6 Gradi di protezione

La norma CEI EN 60529 permette di indicare attraverso il codice IP i gradi di protezione previsti per le apparecchiature elettriche contro l'accesso alle parti in tensione e contro la penetrazione dell'acqua e dei corpi solidi estranei.

La prima cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione di corpi solidi estranei

IP	Significato
0	nessuna protezione
1	protetto contro corpi solidi superiori a 50 mm di diametro
2	protetto contro corpi solidi superiori a 12 mm di diametro
3	protetto contro corpi solidi superiori a 2,5 mm di diametro
4	protetto contro corpi solidi superiori a 1 mm di diametro
5	protetto contro le polveri (nessun deposito nocivo)
6	totalmente protetto contro le polveri

La seconda cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione di liquidi

IP	Significato
0	nessuna protezione
1	protetto contro le cadute verticali di gocce d'acqua
2	protetto contro le cadute di gocce d'acqua o pioggia fino a 15° dalla verticale
3	protetto contro le cadute di gocce d'acqua o pioggia fino a 60° dalla verticale
4	protetto contro gli spruzzi d'acqua da tutte le direzioni
5	protetto contro i getti d'acqua
6	protetto contro i getti d'acqua potenti
7	protetto contro gli effetti delle immersioni temporanee
8	protetto contro gli effetti delle immersioni continue

La lettera aggiuntiva indica il grado di protezione contro l'accesso a parti pericolose

IP	Significato
A	protetto contro l'accesso con la mano
B	protetto contro l'accesso il dito
C	protetto contro l'accesso con attrezzo
D	protetto contro l'accesso con filo

La lettera supplementare fornisce informazioni relative alla protezione del materiale

IP	Significato
H	adatto per apparecchiatura ad alta tensione
M	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura sono in moto
S	provato contro gli effetti dannosi dovuti all'ingresso d'acqua quando le parti mobili dell'apparecchiatura non sono in moto
W	adatto all'uso in condizioni atmosferiche specificate e dotato di misure o procedimenti addizionali

6 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra è finalizzato al collegamento alla stessa terra di tutte le parti metalliche conduttrici e accessibili dell'impianto elettrico (collegamento o messa a terra di protezione).

La messa a terra di protezione, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, quale ad esempio il relè differenziale, realizza il metodo di „Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione“ che è il metodo correntemente utilizzato contro i contatti indiretti.

6.1 Impianto di dispersione

L'impianto di dispersione sarà realizzato mediante fittoni di terra posti nei pozzetti alla base delle torri faro interconnessi tra loro con cavo G/V sezione 16mmq.

6.2 Conduttori di terra

I conduttori di terra devono avere sezioni non inferiori a quelle indicate nelle Tab. 54A

Tab. 54A - Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16mmq rame 16 mmq ferro zincato (*)
Non protetti contro la corrosione	25 mmq rame 50 mmq ferro zincato (*)	
(*) Zincatura secondo la Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente		

6.3 Conduttori di protezione

Per il dimensionamento dei conduttori di protezione si utilizza la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} \quad (543.1)$$

dove:

S_p : è la sezione del conduttore di protezione, espressa in mmq;

I : è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile;

t : è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (sec);

K : fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali. Per i valori di K si fa riferimento alle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E del capitolo 543 della norma CEI 68-8/5;

In alternativa si può utilizzare la seguente tabella:

Tab. 54F - Sezioni minime convenzionali dei conduttori di protezione

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ 16 $S_p = S/2$

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a 25mmq (rame) e 35mmq (alluminio).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mmq se è protetto meccanicamente
- 4 mmq se non è prevista una protezione meccanica.

7 CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI PRINCIPALI.

7.1 Quadri elettrici

I quadri di distribuzione dovranno essere conformi alla normativa CEI 17/113 (quadri BT), corredati della relativa certificazione, targa identificativa e schema elettrico.

I centralini ad uso domestico e similare dovranno essere rispondenti alla normativa CEI 23/51 (quadri BT fino a $I_n < 125A$ e $U_n < 440V$), corredati della relativa certificazione, targa identificativa e relativi schemi elettrici. Tutte queste apparecchiature dovranno essere provviste della marcatura CE.

I quadri elettrici costituiti da carpenterie metalliche, con ingresso cavi di alimentazione non in doppio isolamento, dovranno avere un interruttore differenziale posto a monte della linea di ingresso, in altro involucro separato, per la protezione dai contatti indiretti dovuti al contatto accidentale con la carcassa del quadro metallico.

7.1.1 Norme di riferimento

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Regole generali

CEI EN 61439-2 (CEI 17-114): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Quadri di potenza

CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

7.2 Prese a spina e interruttori

Tutti i componenti elettrici saranno montati entro custodie protettive con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione, e con i seguenti gradi di protezione:

- uso esterno IP44;
- uso interno IP20;
- uffici e simili: IP2X, IPXXB e IPXXD.

Le prese a spina dovranno essere protette da ogni prevedibile danneggiamento e con l'asse di inserzione verticale, ad evitare che eventuali cadute di liquidi possano direttamente infiltrarsi negli alveoli. In particolare dovranno essere conformi alle seguenti normative:

- per usi industriali, norma EN 60309 (CEI 23-12);
- per usi domestici e similari, norma CEI 23-50.

Il grado di protezione IP di un componente elettrico indica la capacità dell'involucro di impedire la penetrazione di liquidi e polveri, inoltre di ridurre il pericolo di contatto di una persona con le parti attive interne all'involucro stesso. Nelle prese a spina ad uso industriale il grado di protezione IP si riferisce alla presa con e senza spina. Nelle prese ad uso domestico il grado di protezione è riferito alla sola presa senza la spina inserita. Qualora sia necessario installare delle prese ad uso domestico in ambienti tali ove sia richiesto il grado di protezione minimo IP44, sarà necessario che tali prese vengano installate in contenitori che permettano di rispettare il grado di protezione richiesto anche con la spina inserita.

Il tecnico