



Città di Trani
PROVINCIA BT

**REALIZZAZIONE DI TORRI FARO PER
L'ILLUMINAZIONE DEL CAMPO DI CALCIO
STADIO COMUNALE DI TRANI
PROGETTO DEFINITIVO**

COMMITTENTE: **Settore Lavori Pubblici**
Città di Trani

R.U.P. : **Ing. Luigi Puzziferri**



R.T.P. :

Ing. Alessandro Cafagna

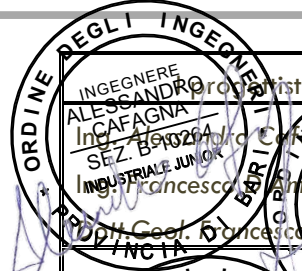

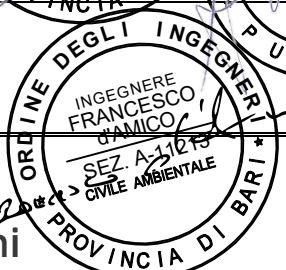
Ing. Francesco D'Amico

Dott. Geol. Francesco Bianco

Collaboratore:
Ing. Paolo Chisu

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO IMPIANTO ELETTRICO

ELABORATO: DOC 03
Rev.00

 INGEGNERE ALESSANDRO CAFAGNA SEZ. B N. 776	II R.U.P.	
 geologo ING. LUIGI PUZZIFERRI N. 776	Ing. Luigi Puzziferri	
 INGEGNERE FRANCESCO D'AMICO SEZ. A N. 776		

Trani

Ottobre 2019

Sommario

1. PREMESSA	3
2. IMPIANTO ELETTRICO	3
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	6
4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI.....	6
5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	17
6. VERIFICHE E NORME DI COLLAUDO PER GLI IMPIANTI.....	17

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha lo scopo di illustrare la realizzazione dell'impianto elettrico nell'ambito

Della realizzazione dell'illuminazione artificiale del Campo Sportivo Comunale di Trani (BT) secondo i requisiti del Sistema delle Licenze Nazionali FIGC – Criteri Infrastrutturali Lega Nazionale Dilettanti

Le lavorazioni previste sono:

- Scavi per plinti di fondazione per torri faro
- Scavi per linee elettriche
- Posa in opera di n° 4 nuove torri faro di altezza 25 metri fuori terra, predisposte per un futuro aumento dei proiettori qualora fosse necessario aumentare i livelli di illuminamento per passaggio a Categorie di gioco);
- Nuova linea elettrica interrata per alimentare i proiettori;
- Installazione di n° 28 proiettori (n° 7 per torri faro);
- Rifacimento quadri elettrici a servizio delle nuove torri faro e rifacimento quadro elettrico generale di comando e protezione dedicato alle torri faro.

2. IMPIANTO ELETTRICO

2.1. Disposizioni normative

Gli impianti ed i componenti saranno realizzati a regola d'arte (Legge 186 dell'01.03.1968). Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, corrisponderanno alle norme di legge e di regolamenti vigenti ed in particolare saranno conformi ai seguenti riferimenti normativi:

LEGGI:

- Legge n. 186 dell'01.03.68 – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiali ed impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 791 del 18.10.77 – Direttiva CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato all'utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.M. del 15.12.78 – Designazione del Comitato Elettrotecnico Italiano CEI di Normalizzazione elettrotecnica ed elettronica;
- D.M. del 23.07.79 – Designazione degli organismi incaricati di rilasciare certificati e marchi ai sensi di legge n. 791 del 18.10.77;
- D.M. 22 gennaio 2008 n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 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;
- D. Lgs. 09 aprile 2008 n. 81: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. NORME CEI.

Impianti

- CEI 64-7 Fascicolo 4618 *Impianti elettrici di illuminazione pubblica*
- CEI 64-8 V4 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (che aggiorna la Norma CEI 64-8 alle disposizioni del Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/2011)
- CEI 64-8/7 Sezione 714 *Impianti di illuminazione situati all'esterno*

Involucri di protezione

- CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP) (Seconda edizione)
- CEI 70-2 Protezione delle persone e delle apparecchiature mediante involucri.

Protezione contro i fulmini

- CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini (Terza edizione)
- CEI 81-3 Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei comuni d'Italia, in ordine alfabetico. (Terza edizione)
- CEI 81-4 Protezione delle strutture contro i fulmini. Valutazione del rischio dovuto al Fulmine

Apparecchiature a bassa tensione

- CEI 23-3 Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari (Quarta edizione)
- CEI 23-26 Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori (Seconda edizione)
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi – CEI 23-32 Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete.
- CEI 23-39 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 23-42 Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Parte 1: Prescrizioni generali (Seconda edizione)
- CEI 23-43 Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari - Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruptori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete
- CEI 23-46 Sistemi di tubi accessori per installazioni elettriche - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- 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 23-54 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI 23-55 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI 23-56 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- CEI 23-58 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 23-80 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali"
- CEI 23-81 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori"
- CEI 23-82 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori"
- CEI 23-83 "Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori"
- CEI 23-116 "Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati"

Cavi per energia

- CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo da 1 a 45 kV"
- **Regolamento prodotti da costruzione UE 305/11**
- CEI 20-19/10 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano (Quarta edizione)
- CEI 20-19/12 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore

- CEI 20-19/13 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V - Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi
- CEI 20-20/1 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – CEI 20-22/0 Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio. prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente in fascio – Parte generalità e scopo
- CEI 20-22/2 Prove d'incendio su cavi elettrici
- CEI 20-27 Cavi per energia e per segnalamento - Sistema di designazione (Seconda edizione)
- CEI 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia a tensione U_0/U non superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 20-36 Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici in condizioni di incendio
- CEI 20-38/2 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi - Parte 2: Tensione nominale U_0/U superiore a 0,6/1 kV
- CEI 20-45 Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV Seconda edizione)
- CEI 20-48 Cavi da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 Kv – CEI 20-49 Cavi per energia 0,6/1 kV con speciali caratteristiche di comportamento al fuoco per impiego negli impianti di produzione dell'energia elettrica
- CEI 20-63 Norme per giunti, terminali ciechi e terminali per esterno per cavi di distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV
- CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
- CEI 20-67 Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati nell'impianto elettrico saranno adatti all'ambiente in cui andranno installati ed avranno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche dovute alla umidità alla quale possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutte le apparecchiature, qualunque sia la loro destinazione, presenteranno un grado di protezione non inferiore a IP 20 e, per quelle che andranno posizionati in ambienti umidi, dovranno essere del tipo non inferiori a IP 44; per quelle, infine, poste all'aperto si dovrà adottare il grado di protezione almeno IP 55.

Tutti i materiali e gli apparecchi saranno rispondenti alle relative Norme CEI e tabelle di Unificazione CEI – UNEL, ove queste esistono (garanzia di sicurezza dei materiali elettrici).

2.2. Fonti di alimentazione

La fornitura elettrica verrà effettuata mediante n. 01 allacciamenti alla rete di bassa tensione (B.T.) dell'Ente distributore locale per la parte di impianto esistente ed avrà le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 380V trifase
- frequenza di rete: 50 Hz
- tipo di distribuzione T-T in bassa tensione secondo le norme CEI 64-8.

La parte di impianto di nuova realizzazione, con le stesse caratteristiche dell'esistente, verrà collegato alla rete o, alternativamente, ad un generatore (gruppo elettrogeno).

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

3.1. Schema funzionale dell'impianto

Il progetto di illuminazione prevede l'installazione di n° 4 torri faro da 25 metri fuori terra.

Ogni torre faro sarà dotata di n° 7 proiettori a LED da 1200W ciascuno:

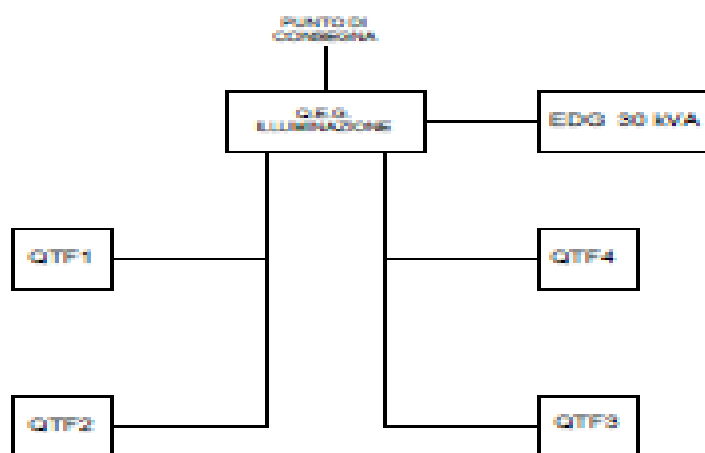
Al fine di consentire la doppia accensione dell'impianto di illuminazione (allenamento e competizione) e per ottimizzare l'impianto elettrico esistente si avrà:

- Accensione 1: n° 4 proiettori per torre (4.8 kW)
- Accensione 2: n° 2 proiettori per torre (4.8+3,6kW)

Per una potenza massima assorbita pari a 8,4kW

L'impianto elettrico sarà realizzato in modo da alimentare i proiettori in aggiunta e, soprattutto, non ne consentirebbe un successivo e ulteriore incremento (come riportato dalla documentazione della FIGC).

Pertanto l'impianto elettrico verrà strutturato come segue:



La quota parte di impianto elettrico per l'illuminazione a realizzarsi avrà origine dal nuovo quadro elettrico dedicato Q.E.G. ILLUMINAZIONE, la cui installazione è prevista accanto all'esistente Q.E.G.1 in un ambiente interno.

I lavori riguarderanno in modo particolare la realizzazione del quadro elettrico di comando e protezione Q.E.G. illuminazione, la realizzazione dei singoli quadri torri faro QTF1, QTF2, QTF3, QTF4 e le rispettive linee di collegamento.

Al fine di garantire un'illuminazione di sicurezza minimo nell' "accensione 1)" per ciascuna torre uno dei proiettori sarà collegato sotto emergenza il tutto come meglio evidenziato negli elaborati grafici dei quadri elettrici.

La potenza massima impegnata, necessaria per l'illuminazione del campo di calcio, è pari a 33,60kW.

4. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

Impianto di terra.

L'impianto di terra esistente, costituito da una corda di rame nudo della sezione di 50 mmq interrato nei tracciati dei cavidotti di alimentazione collega i plinti di fondazione delle torri faro. Le nuove torri faro verranno collegate a tale impianto.

Impianto di distribuzione.

I nuovi conduttori di distribuzione saranno posati entro i cavidotti ad una profondità di almeno 0,6 m.

I nuovi cavidotti da Q.E.G. alle torri faro avranno sezione Ø100 mentre il cavidotto da posizione di eventuale gruppo elettrogeno a Q.E.G.2 avrà sezione Ø160.

I cavi di distribuzione del nuovo impianto, conformi alla nuova normativa CPR, (del tipo FG16(O)M16).

Cavidotti e pozzetti.

Lungo i cavidotti dovranno essere predisposti pozzetti d'ispezione in corrispondenza delle derivazioni, delle torri faro, dei cambi di direzione e con funzioni di rompi-tratta, in modo da facilitare la posa dei cavi, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per riparazioni o ampliamenti. I pozzetti avranno dimensioni 400x400 mm in modo da consentire l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura ammesso. Inoltre, verranno eseguite le operazioni di scavo per la posa dei nuovi cavidotti corrugati interrati da 90 mm a doppia parete (2 corrugati per ogni torre faro al fine di consentire futuri ampliamenti), non inferiore a 0,5 m di profondità.

I nuovi cavidotti transiteranno dal nuovo quadro generale torri faro Q.E.G.2 all'interno del locale dedicato ai singoli quadri torri faro contenenti le unità esterne di alimentazione delle lampade a ioduri metallici e ubicati sotto ogni torre faro.

La sezione dei cavidotti (Ø100) è stata dimensionata per consentire un successivo infilaggio per eventuali necessità di potenziamento dell'impianto di illuminazione e/o di ulteriori implementazioni impiantistiche.

Quadro di distribuzione.

Il quadro Q.E.G.2 verrà posizionato nel locale tecnico all'interno dell'edificio spogliatoi, accanto all'esistente Q.E.G.1 e conterrà tutte le protezioni e i dispositivi di comando. Tutte le apparecchiature saranno modulari con attacco rapido su guida DIN. Le portate degli interruttori e le sezioni delle relative linee di distribuzione sono indicate negli allegati schemi elettrici. Il quadro dovrà essere realizzato conformemente a:

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113)

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 1

CEI EN 61439-2 (CEI 17-114)

Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) – Parte 2

CEI 17-43

Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)

CEI 17-52

Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS)

CEI 17-70

Guida all'applicazione delle norme dei quadri in bassa tensione

Sul pannello frontale dovranno essere disposti cartelli o targhette che diano una chiara indicazione della funzione dei diversi dispositivi.

La massima caduta di tensione ammessa dal punto di consegna dell'energia da parte dell'ente distributore all'ultimo utilizzatore dovrà essere contenuta entro il valore del 4%.

La corrente di guasto più elevata sul sistema trifase è di 10kA nominali. Il valore più basso di tenuta al cortocircuito degli interruttori sarà di 10kA nominali.

Le protezioni principali contro i contatti indiretti saranno l'interruzione automatica dell'alimentazione e l'esecuzione delle condutture in doppio isolamento.

Protezione dalle tensioni di contatto diretto.

La protezione dalle tensioni di contatto diretto sarà effettuata prevedendo adeguati isolamenti per tutte le parti in tensione e richiudendo le parti attive degli impianti, nonché le giunzioni e le morsettiere entro custodie, che saranno in metallo o in materiale plastico autoestinguente.

Ogni volta che si renderà necessario, per ragioni di esercizio, aprire involucri o rimuovere barriere, verranno utilizzate chiavi o attrezzi affidati a personale addestrato, non si potrà accedere a parti attive

di quadri elettrici in tensione senza prima aver provveduto al sezionamento delle stesse.

Protezione dalle tensioni di contatto indiretto.

La protezione contro i contatti indiretti sarà effettuata con il collegamento a terra delle masse e con l'inserzione di dispositivi automatici che interrompano automaticamente l'alimentazione in caso di guasto; in particolare all'impianto di messa a terra verranno collegate tutte le masse metalliche presenti.

Tutte le protezioni aggiuntive saranno coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito di guasto se la tensione di contatto assumesse valori pericolosi.

Protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti.

Tutte le condutture saranno protette dai sovraccarichi e le protezioni saranno realizzate esclusivamente con interruttori automatici rispondenti alle norme CEI 17-5 e CEI 23-3, cioè, con corrente convenzionale di funzionamento (I_f) non superiore a 1,45 volte la corrente nominale (I_n).

Verrà rispettata la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Dove:

- I_b è la corrente impiegata dall'utilizzatore;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_z è la massima corrente sopportata dal cavo di alimentazione.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le cinque tabelle utilizzate sono:

- IEC 448;
- IEC 365-5-523;
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026.

Esse, oltre a riportare la tensione ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come segue:

$$I_{zmin} = I_n / k$$

Dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- Tipo di materiale conduttore;
- Tipo di isolamento del cavo;
- Numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- Eventuale declassamento deciso dall'utente.

Le protezioni dai cortocircuiti saranno realizzate dagli stessi interruttori citati quali protezione per i sovraccarichi e soddisferanno anche le seguenti condizioni:

- Potere di interruzione uguale o superiore alla corrente di cortocircuito (I_{cc}) presunta nel punto di installazione;
- Tempo di intervento inferiore al limite ammissibile di temperatura;

Per ogni conduttura dovrà essere rispettata la condizione:

$$I^2 t < K^2 S^2 \text{ (Norma CEI 64-8)}$$

Dove:

- $I^2 t$ è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito (in A^2s);
- S è la sezione dei conduttori in rame in mm^2 (se il cortocircuito impegna conduttori di diversa sezione, per S si assumerà la sezione del conduttore di sezione inferiore);
- K è un coefficiente dipendente dal tipo di isolamento dei conduttori.

I valori del coefficiente K riportati dalla norma per i conduttori di fase sono:

- Cavo in rame e isolato in PVC $K = 115$
- Cavo in rame e isolato in gomma G $K = 135$

PROGETTO DEFINITIVO

- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7 K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico K = 115

Tipi e sezioni dei conduttori.

Dovranno essere impiegati conduttori rispondenti alle Norme costruttive stabilite dal CEI, alle norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di Marchio Italiano di Qualità. Verranno utilizzati i seguenti tipi di cavo adatti per posa entro tubazioni, in canali, passerelle portacavi e posa interrata:

- Cavo flessibile, multipolare, isolato con gomma EPR ad alto modulo, guaina in HEPR, conduttore a corda flessibile di rame rosso ricotto, tensione nominale 0,6/1kV, sigla di designazione FG16(O)M16, non propagante l'incendio (Norma CEI 20-35), contenuta emissione di gas corrosivi (Norma CEI 20-37), guaina con mescola antiabrasiva, adatto per posa entro tubazioni, in canali e passerelle portacavi e per posa interrata.

Rispetto al progetto definitivo la tipologia di cavi è stata modificata in ottemperanza all'introduzione del Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) attraverso il D.L. 16 giugno 2017 n°106 e della variante V4 alla Norma CEI 64-8.

Tale Regolamento riguarda tutti i prodotti fabbricati per essere installati in modo permanente negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile.

Ai fini della sicurezza delle costruzioni, all'interno delle caratteristiche ritenute rilevanti, la Commissione Europea ha deciso di considerare la reazione e la resistenza al fuoco in caso di incendio.

Per la determinazione della portata dei cavi (Iz) per posa interrata in regime permanente, si applicherà la tabella CEI-UNEL 35026, tenendo conto dei coefficienti di riduzione relativi alla condizione di installazione e al raggruppamento dei cavi, considerando inoltre una temperatura ambiente di 20°C.

Il colore gialloverde sarà riservato esclusivamente al conduttore di terra e non sarà utilizzato per altri conduttori, i quali devono essere di un solo colore. In ogni caso, la colorazione delle guaine dei conduttori di cavi multipolari sarà in accordo con la tabella CEI UNEL 00722.

I cavi di distribuzione del nuovo impianto, conformi alla nuova normativa CPR, avranno sezione 3,5x35mmq (del tipo FG16(O)M16).

Tale sezione è stata calcolata e verificata sulla tratta di maggiore lunghezza (tra Q.E.G. ILLUMINAZIONE e torre faro n°3).

Il dimensionamento, considerando una caduta di tensione massima ammissibile del 4%, da in output una sezione 3x25mmq. Si è scelto di utilizzare il 3x35mmq per consentire eventuali incrementi di carico (che saranno necessari in virtù dei futuri adeguamenti di illuminazione secondo la Normativa FIGC). La tratta è ovviamente verificata con l'utilizzo del 3,5x35mmq.

PROGETTO DEFINITIVO

Quadro:					Tavola:					Impianto: Progetto Impianto Elettrico																			
Quadro Generale Illuminazione																													
Sigla Arrivo:					Cliente:					Descrizione Quadro:																			
Generale QG illum.																													
Sistema di distribuzione: TT					Resistenza di terra [Ohm]: 10					C.d.t. Max ammissa % : 4					Ik di barratura [kA]: 14,74					Tensione [V]:									
Circuito					Apparecchiatura					Corto circuito										Sovraccarico									
Lunghezza ≤ Lunghezza max										Ik max ≤ P.d.I.					I ² t ≤ K ² S ²					I _b ≤ I _n ≤ I _z					I _t ≤ 1,45 I _n				
C.d.t. % con I _b ≤ C.d.t. max																													
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I _b	Tipo	Distribuzione	I _b	P.d.I.	Ik max	I di Int. Prot.	I g _t Fondo Linea	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I ² t max Inizio Linea	K ² S ²	I _b	I _n	I _z	I _t	1,45 I _n							
	[mm ²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A ² S]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]							
Generale QG illum.				0,05	3VX10/1 TM210 FTFM 3R	Quadripolare		16	14,74									71	100		130								
Contattori interbloccati				0,05		Quadripolare	1		14,46	1	5							71	100		130								
Limitatore di sovratensione				0,05	3NW6 Gr. 22x58	Quadripolare	1	100	14,46	1	5							0	100		160								
				0,05	3NW6 Gr. 10x38 Ridotto	Quadripolare	1	100	14,46	1	5							0	2		4,2								
Multimetro		0		0,05	3NW6 Gr. 10x38	Quadripolare	1	100	14,46	1	5							0	6		11								
	1(5G4)	20	12.228	0,06	SSV64107+SSM23 420	Quadripolare	0,03 - C	15	14,46	0,03	4,93	2,92E+04	3,27E+05	1,11E+04	3,27E+05	0	3,27E+05	0,16	10	21	13	30							
QTF1	4(1x16)+(1PE16)	45	408	0,51	SSV64207+SSM26 458	Quadripolare	0,3 - CL	15	14,46	0,3	4,96	7,68E+04	5,23E+06	2,54E+04	5,23E+06	0	5,23E+06	18	20	55	26	80							
QTF2	4(1x16)+(1PE16)	115	408	1,19	SSV64207+SSM26 458	Quadripolare	0,3 - CL	15	14,46	0,3	4,9	7,68E+04	5,23E+06	2,54E+04	5,23E+06	0	5,23E+06	18	20	55	26	80							
QTF3	4(1x25)+(1PE25)	230	633	1,51	SSV64207+SSM26 458	Quadripolare	0,3 - CL	15	14,46	0,3	4,87	7,68E+04	1,28E+07	2,54E+04	1,28E+07	0	1,28E+07	18	20	72	26	104							
QTF4	4(1x16)+(1PE16)	170	408	1,71	SSV64207+SSM26 458	Quadripolare	0,3 - CL	15	14,46	0,3	4,85	7,68E+04	5,23E+06	2,54E+04	5,23E+06	0	5,23E+06	18	20	55	26	80							
Generale QG illum.				0	SSV44637+SSM26 458	Quadripolare	1 - CL A	15	5	1	5							0	63		82								
Limitatore di sovratensione				0	3NW6 Gr. 22x58	Quadripolare	1	100	4,84	1	5							0	100		160								
				0	3NW6 Gr. 10x38 Ridotto	Quadripolare	1	100	4,84	1	5							0	2		4,2								
Alimentazione per proiettori Emergenza				0		Quadripolare	1		4,84	1	5							0	63		82								
TR aux				0	3NW6 Gr. 10x38 Ridotto	Monofase L3+N	1	100	2,89	1	5							0	2		4,2								

Quadro:					Tavola:					Impianto: Progetto Impianto Elettrico																				
QTF1																														
Sigla Arrivo:					Cliente:					Descrizione Quadro:																				
Gen. QTF1																														
Sistema di distribuzione:					Resistenza di terra [Ohm]:					C.d.t. Max ammassa % :					Ik di barratura [kA]:					Tensione [V]:										
TT					30					4					3,41					400										
Circuito					Apparecchiatura					Corto circuito										Sovraccarico					Test					
Lunghezza ≤ Lunghezza max										Ik max ≤ P.d.I.					I²t ≤ K²S²					Ib ≤ In ≤ Iz					Ir ≤ 1,45 Iz					
C.d.t. % con Ib ≤ C.d.t. max																														
															FASE					NEUTRO					PROTEZIONE					
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con Ib	Tipo	Distribuzione	Ib	P.d.I.	Ik max	I di Int. Prot.	I gt Fondo Linea	I²t max Inizio Linea	K²S²	I²t max Inizio Linea	K²S²	I²t max Inizio Linea	K²S²	Ib	In	Iz	Ir	1,45Iz								
	[mm²]	[m]	[m]	[%]			[A]	[kA]	[kA]	[A]	[A]	[A²s]	[A²s]	[A²s]	[A²s]	[A²s]	[A²s]	[A]	[A]	[A]	[A]	[A]								
Gen. QTF1				0,52	STL14320	Quadripolare	0,3		3,41	0,3	4,96							18	20		26		SI							
Limitatore di sovratensione				0,52	3NWS Gr. 14x51 3NWS Gr. 10x38	Quadripolare	0,3	100	3,38	0,3	4,96							0	50		80		SI							
				0,52	Ridotto	Quadripolare	0,3	100	3,38	0,3	4,96							0	2		4,2		SI							
Gen. accensione e allanamento				0,52	SSV36426	Quadripolare	0,3 - Cl		3,38	0,3	4,96							12	20		26		SI							
Faro Led 1	1(2x4)	35	136	1,45	SSL45108	Monofase L1+N		10	1,5			3,59E+03	3,27E+05	3,59E+03	3,27E+05			5,925	10	39	13	57	SI							
Faro Led 2	1(2x4)	35	136	1,45	SSL45108	Monofase L2+N		10	1,5			3,59E+03	3,27E+05	3,59E+03	3,27E+05			5,925	10	39	13	57	SI							
Faro Led 3	1(2x4)	35	136	1,45	SSL45108	Monofase L3+N		10	1,5			3,59E+03	3,27E+05	3,59E+03	3,27E+05			5,925	10	39	13	57	SI							
Faro Led 4	1(2x4)	35	136	1,45	SSL45108	Monofase L3+N		10	1,5			3,59E+03	3,27E+05	3,59E+03	3,27E+05			5,925	10	39	13	57	SI							
Gen. accensione e partita				0,52	SSV36426	Quadripolare	0,3 - Cl		3,38	0,3	4,96							5,925	20		26		SI							
Faro Led 5	1(2x4)	35	136	1,45	SSL45108	Monofase L1+N		10	1,5			3,59E+03	3,27E+05	3,59E+03	3,27E+05			5,925	10	39	13	57	SI							
Faro Led 6	1(2x4)	35	136	1,45	SSL45108	Monofase L2+N		10	1,5			3,59E+03	3,27E+05	3,59E+03	3,27E+05			5,925	10	39	13	57	SI							
Faro Led 7	1(2x4)	35	136	1,45	SSL45108	Monofase L3+N		10	1,5			3,59E+03	3,27E+05	3,59E+03	3,27E+05			5,925	10	39	13	57	SI							

Schede tipologia cavi:

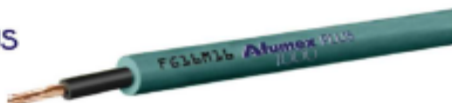
BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

FG16M16 0,6/1 kV Afumex[®] PLUS 1000

Cca - s1b, d1, a1

In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR

According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR



Norma di riferimento
CEI 20-13

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Colori delle anime

● nero

Rivestimento interno

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

Guaina

Termoplastica speciale di qualità M16, colore verde

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro:

PRYSMIAN (G) FG16M16 Afumex 1000 PLUS 0.6/1 kV

1x... Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP anno

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea
Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Cavi unipolari per energia a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37). Ideali in ambienti a rischio d'incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (esempio: scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche, uffici, ecc.).

Adatti per posa fissa su muratura e su strutture metalliche.

Standard
CEI 20-13

Cable design

Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

Core identification

● black

Bedding

Filler/sheath non hygroscopic material

Sheath

Special thermoplastic, M16 type, colour green

Marking

Ink marking:

PRYSMIAN (G) FG16M16 Afumex 1000 PLUS 0.6/1 kV

1x... Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP year

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European Construction
Product Regulation (CPR UE 305/11)

Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Single core power cables with low emission of smoke and toxic gases (according the CEI 20-38 in conformity with CEI 20-37 for expected tests). Suitable for environments with high fire hazards risk, where it's essential to guarantee the safety of people and preserve systems and equipments from the corrosive gases (e.g. schools, hospitals, public premises, hotels, supermarkets, tubes, cinemas, theatres, discotheques, public offices).

For fixed installation on walls and metallic frames.



Condizioni di posa / Laying conditions



LEADING
THE WAY
TO SAFETY

Prysmian
Group

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

FG16M16 0,6/1 kV Afumex PLUS
1000



FG16M16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 30 °C in tubo in aria	20 °C interrato in tubo	20 °C interrato	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C	in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C		minimum bending radius
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			p=1°C m/W	p=1,5 °C m/W	(mm)

1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35324

10	3,9	0,7	10,9	189	1,91	80	66	63	59	57	85	45
16	5,0	0,7	11,4	228	1,21	107	88	82	77	125	110	50
25	6,4	0,9	13,2	332	0,780	135	117	108	100	160	141	60
35	7,7	0,9	14,6	426	0,554	169	144	132	121	191	169	60
50	9,2	1,0	16,4	580	0,386	207	175	166	150	226	199	70
70	11,0	1,1	18,3	785	0,272	268	222	204	184	277	244	80
95	12,5	1,1	20,4	990	0,206	328	269	242	217	331	292	90
120	14,2	1,2	22,4	1250	0,161	383	312	274	251	377	332	95
150	15,8	1,4	24,8	1540	0,129	444	355	324	287	420	370	100
185	17,5	1,6	27,4	1900	0,106	510	417	364	323	476	419	110
240	20,1	1,7	30,4	2410	0,0801	607	490	427	379	550	484	130

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

FG160M16 0,6/1 kV Afumex PLUS 1000



Cca - s1b, d1, a1

In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR

According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

Norma di riferimento
CEI 20-13

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto

Isolante

Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

Colori delle anime

● blu chiaro-marrone	● marrone-nero-grigio
● blu chiaro-marrone-nero-grigio	● giallo/verde-blu chiaro-marrone
● giallo/verde-marrone-nero-grigio	● giallo/verde-blu chiaro-marrone-nero-grigio

Le anime dei cavi per segnalamento sono nere, numerate ed è previsto il conduttore di terra giallo/verde

Gualina

Termoplastica speciale di qualità M16, colore verde

Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro:

PRYSMIAN (G) FG160M16 Afumex 1000 PLUS 0.6/1 kV

...X... Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP anno

Marcatura metrica progressiva

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Cavi multipolari per energia e segnalamento a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37). Ideali in ambienti a rischio d'incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (esempio: scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche, uffici, ecc.).

Adatti per posa fissa su muratura e su strutture metalliche.

Standard
CEI 20-13

Cable design

Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

Core identification

● light blue-brown	● brown-black-grey
● light blue-brown-black-grey	● yellow/green-light blue-brown
● yellow/green-brown-black-grey	● yellow/green-light blue-brown-black-grey

Conductors for signalling cables are black, with numbers and with yellow/green earth conductor

Sheath

Special thermoplastic, M16 type, green colour

Marking

Ink marking:

PRYSMIAN (G) FG160M16 Afumex 1000 PLUS 0.6/1 kV

...X... Cca-s1b,d1,a1 IEMMEQU EFP year

Progressive metric marking

Compliant with the requirements of European Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Multicore power and signalling cables with low emission of smoke and toxic gases (according to the CEI 20-38 in conformity with CEI 20-37 for expected tests). Suitable for environments with high fire hazards risk, where it's essential to guarantee the safety of people and preserve systems and equipments from the corrosive gases (e.g. schools, hospitals, public premises, hotels, supermarkets, tubes, cinemas, theatres, discotheques, public offices).

For fixed installation on walls and metallic frames.

TEMPERATURA PULSIONAMENTO / DROUING TEMPERATURE	TEMPERATURA CONDIZIONE / SHOCK-IMPACT TEMPERATURE	USO SOLO CPR	FLESSIBILE / FLEXIBLE
90°C	250°C		

Condizioni di posa / Laying conditions

TEMPERATURA MIN. DI POSA / MIN. INSTALLATION TEMPERATURE	TUBO DI CAVALLINA IN ASIA / DUCT ON CABLE TRAY	CANALE INTERMONTATO / BURIED TROUGH	TUBO INTERMONTATO / BURIED DUCT	AREA LIBERA / OPEN AIR	INTERMONTATO CON PROTEZIONE / BURIED WITH PROTECTION

LEADING
THE WAY
TO SAFETY

Prysmian
Group

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

FG160M16 0,6/1 kV **Afumex** PLUS
1000

FG160M16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolamento	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in kV.km	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 30 °C in tubo in aria	20 °C interrato in tubo	20 °C interrato	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C (Ω/km)	in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C	buried at 20 °C	minimum bending radius
(mm²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(Ω/km)			p=7°C m/W p=15 °C m/W	p=1 °C m/W p=3.5 °C m/W	(mm)

2 conduttori / 2 cores - tab. CEI-UNEL 35324

1.5	1.5	0.7	12.0	150	13.3	26	22	24	23	36	31	55
2.5	2.0	0.7	13.0	190	7.98	36	30	31	30	47	41	60
4.0	2.5	0.7	14.2	280	4.95	49	40	41	39	61	55	65
6.0	3.0	0.7	15.4	370	3.30	63	51	52	49	77	68	70
10.0	3.9	0.7	17.3	440	1.91	86	69	70	66	105	92	80
16.0	5.0	0.7	19.4	600	1.21	115	91	92	86	136	120	90
25.0	6.4	0.9	23.0	850	0.780	149	119	118	111	177	156	100
35.0	7.7	0.9	25.7	1130	0.554	185	146	145	136	212	185	110
50.0	9.2	1.0	29.3	1580	0.386	225	175	180	168	252	221	120

3 conduttori / 3 cores - tab. CEI-UNEL 35324

1.5	1.5	0.7	12.5	170	13.3	23	19.5	20	19	30	26	55
2.5	2.0	0.7	13.6	220	7.98	32	26.0	26	25	40	36	60
4.0	2.5	0.7	14.9	280	4.95	42	35.0	33	32	51	45	65
6.0	3.0	0.7	16.2	370	3.30	54	44.0	43	41	65	56	70
10.0	3.9	0.7	18.2	530	1.91	75	60.0	59	55	88	78	85
16.0	5.0	0.7	20.6	740	1.21	100	80.0	76	72	114	101	90
25.0	6.4	0.9	24.5	1060	0.780	127	105.0	100	93	148	130	110
35.0	7.7	0.9	27.3	1420	0.554	158	128.0	122	114	178	157	120
50.0	9.2	1.0	31.2	1960	0.386	192	154.0	152	141	221	185	130
70.0	11.0	1.1	35.6	2700	0.272	235	194.0	189	174	259	227	150
95.0	12.5	1.2	40.0	3430	0.206	298	233.0	226	206	311	274	170
120.0	14.2	1.2	44.4	4190	0.161	348	268.0	260	238	355	311	190

3 conduttori con giallo/verde / 3 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35324

1.5	1.5	0.7	12.5	170	13.3	23	19.5	20	19	30	26	55
2.5	2.0	0.7	13.6	220	7.98	36	30	31	30	47	41	60
4.0	2.5	0.7	14.9	280	4.95	49	40	41	39	61	55	65
6.0	3.0	0.7	16.2	370	3.30	63	51	52	49	77	68	70
10.0	3.9	0.7	18.2	530	1.91	86	69	70	66	105	92	85
16.0	5.0	0.7	20.6	740	1.21	115	91	92	86	136	120	90
25.0	6.4	0.9	24.5	1060	0.780	149	119	118	111	177	156	110
35.0	7.7	0.9	27.3	1420	0.554	185	146	145	136	212	185	120
50.0	9.2	1.0	31.2	1960	0.386	225	175	180	168	252	221	130
70.0	11.0	1.1	35.6	2700	0.272	289	221	223	207	310	272	150
95.0	12.5	1.2	40.0	3430	0.206	352	265	265	245	371	325	170
120.0	14.2	1.2	44.4	4190	0.161	410	305	310	284	423	370	190

Note / Notes:

Le portate dei cavi quadripolari e pentapolari sono state calcolate per tre conduttori attivi. Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.
Current carrying capacities for cables consisting of 4/5 conductors are calculated assuming three working conductors. Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.

Prysmian
Group

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

FG160M16 0,6/1 kV **Afumex** PLUS 1000



FG160M16

sezione nominale	diámetro indicativo nominal	spessore medio isolante	diámetro esterno maximo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 30 °C in C.C.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 30 °C in tubo in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C interrato in tubo	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C interrato	raggio minimo di curvatura
conductor core section	approximate conductor diameter	average insulation thickness	maximum outer diameter	approx. weight	maximum DC resistance at 20 °C [Ω/km]	in open air at 30 °C	in duct in air at 20 °C	permissible current rating (A) in buried duct at 20 °C	buried at 20 °C	minimum bending radius
[mm²]	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	[Ω/km]			p=1°C m/W p=5,5 °C m/W	p=1 °C m/W p=5,5 °C m/W	(mm)

4 conduttori / 4 cores - tab. CEI-UNEL 35324

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	60
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26	26	25	40	36	65
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35	33	32	51	45	70
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44	43	41	65	56	75
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60	59	55	88	78	90
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80	76	72	114	101	120
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105	100	93	148	130	150
35+1x25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128	122	114	178	157	180
50+1x25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154	152	141	211	185	210
70+1x25	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	245	194	189	178	255	227	260
95+1x25	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233	226	206	311	274	300
120+1x70	14,2	1,2	46,9	4700	0,151	346	268	260	238	355	311	350

4 conduttori con giallo/verde / 4 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35324

1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	60
2,5	2,0	0,7	14,6	260	7,98	32	26	26	25	40	36	65
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35	33	32	51	45	70
6,0	3,0	0,7	17,5	430	3,30	54	44	43	41	65	56	75
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60	59	55	88	78	90
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80	76	72	114	101	120
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105	100	93	148	130	150
35+1x25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128	122	114	178	157	180
50+1x25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154	152	141	211	185	210
70+1x25	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	245	194	189	178	255	227	260
95+1x25	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233	226	206	311	274	300
120+1x70	14,2	1,2	46,9	4700	0,151	346	268	260	238	355	311	350

5 conduttori con giallo/verde / 5 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35324

1,5	1,5	0,7	14,4	230	13,3	23	19,5	20	19	30	26	65
2,5	2,0	0,7	15,6	310	7,98	32	26	26	25	40	36	70
4,0	2,5	0,7	17,3	400	4,95	42	35	33	32	51	45	75
6,0	3,0	0,7	18,9	520	3,30	54	44	43	41	65	56	80
10,0	3,9	0,7	21,5	780	1,91	75	60	59	55	88	78	95
16,0	5,0	0,7	24,4	1120	1,21	100	80	76	72	114	101	110
25,0	6,4	0,9	29,3	1680	0,780	127	105	100	93	148	130	150
35,0	7,7	0,9	32,8	2150	0,554	158	128	122	114	178	157	180

Note / Notes:

Le portate dei cavi quadripolari e pentapolari sono state calcolate per tre conduttori attivi. Le portate dei cavi interrati sono state calcolate considerando una profondità di posa di 0,8 m.
Current carrying capacities for cables consisting of 4/5 conductors are calculated assuming three working conductors. Current carrying capacities for buried cables are calculated assuming a laying depth of 0,8 m.



Prysmian
Group

BASSA TENSIONE / LOW VOLTAGE

FG160M16 0,6/1 kV Afumex PLUS 1000



Comando e segnalamento / Control and signalling - FG160M16

numero conduttori	diámetro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diámetro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 30 °C in aria	30 °C in tubo in aria	20 °C interrato in tubo	raggio minimo di curvatura
number of cores	approximate conductor diameter (mm)	average insulation thickness (mm)	maximum outer diameter (mm)	approximate weight (kg/km)	maximum DC resistance at 20 °C (Ω/km)	permissible current rating (A)			minimum bending radius (mm)
(mm²)						in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	in buried duct at 20 °C p=1°C m/W p=1,5°C m/W	

Sezione 1,5 mm² / 1,5 mm² cross-section - tab. CEI-UNEL 35328

5 G	1,5	0,7	14,4	230	13,3	16	14	25	23	95
7 G	1,5	0,7	15,4	275	13,3	13	11,5	18,5	16	110
10 G	1,5	0,7	18,7	365	13,4	13	11,5	18,5	16	120
12 G	1,5	0,7	19,3	410	13,4	11	9,5	14,5	12,5	120
16 G	1,5	0,7	21,1	510	13,4	11	9,5	14,5	12,5	130
19 G	1,5	0,7	22,1	580	13,4	9	8,0	13	11,5	140
24 G	1,5	0,7	25,4	700	13,5	9	8,0	13	11,5	160

Sezione 2,5 mm² / 2,5 mm² cross-section - tab. CEI-UNEL 35328

7 G	2,0	0,7	16,8	310	7,98	17,5	15,5	24	21	120
10 G	2,0	0,7	20,6	395	8,06	17,5	15,5	24	21	130
12 G	2,0	0,7	21,3	445	8,06	13,5	12	20	17,5	130
16 G	2,0	0,7	23,3	545	8,06	13,5	12	20	17,5	150
19 G	2,0	0,7	24,5	615	8,06	12,0	10,5	16	14,0	150
24 G	2,0	0,7	28,3	750	8,10	12,0	10,5	16	14,0	180

Dimensionamento dei conduttori di protezione.

Le norme CEI 64-8 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- Determinazione in relazione alla sezione di fase;
- Determinazione mediante il calcolo con l'integrale di Joule.

Il secondo criterio determina la sezione del conduttore di protezione che non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \sqrt{I^2 t / K}$$

Dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mmq);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore. In entrambi i casi si deve tener conto che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere inferiore a:

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

E' possibile altresì determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Proiettori montati su torre faro

Il progetto prevede, a seguito di verifica illuminotecnica, l'installazione di n° 7 proiettori led per ciascuna torre faro, così caratterizzati:

Caratteristiche elettriche.

Gli elementi costruttivi degli apparecchi dovranno essere tali da garantire la sicurezza elettrica di coloro che maneggiano i suoi componenti. Le classificazioni IEC e CEE degli apparecchi garantiscono la protezione elettrica richiesta.

Dati di targa degli apparecchi di illuminazione.

Sull'apparecchio di illuminazione devono essere riportati i seguenti dati di targa:

- Nome della casa costruttrice;
 - Numero di identificazione o modello;
 - Tensione di funzionamento;
 - Limiti della temperatura ambiente per cui è garantito il funzionamento ordinario, se diverso da 25°C;
 - Grado di protezione IP;
 - Simbolo della classe di appartenenza;
 - Potenza nominale in W e tipo di lampada
 - Fotometria:
 - Asimmetrica per **4 proiettori**
 - Simmetrica per **3 dei proiettori** per torre (lo stesso sarà dotato di specifica visiera al fine di ridurre il flusso luminoso verso l'alto.
- Tale accensione verrà utilizzata solo ed esclusivamente durante le partite di calcio

Caratteristiche tecniche delle unità di alimentazione.

Ogni proiettore necessita di una unità esterna di alimentazione che verrà inserita alla base della torre faro in apposito armadio in vetroresina.

6. VERIFICHE E NORME DI COLLAUDO PER GLI IMPIANTI

Al termine delle opere di installazione l'installatore deve provvedere alle verifiche previste dalle norme CEI 64-8/6, e dal D.M. 37/08.

La verifica accerterà che gli impianti siano in condizione di poter funzionare normalmente, che siano state rispettate le vigenti norme di legge per la prevenzione degli infortuni ed in particolare dovrà controllare:

- lo stato di isolamento dei circuiti;
 - la continuità elettrica dei circuiti;
 - il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;
 - l'efficienza dei comandi e delle protezioni nelle condizioni del massimo carico previsto;
 - l'efficienza delle protezioni contro i contatti indiretti.
- In particolare, nel collaudo definitivo dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:
- che siano osservate le prescrizioni e indicazioni dell'ENEL;
 - che siano osservate le norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);

6.1. Esame a Vista

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, delle norme degli impianti di terra e delle norme

specifiche per l'impianto installato. Detto controllo deve accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

Tra i controlli a vista devono essere effettuati i controlli relativi a:

- protezioni, misura di distanze nel caso di protezione con barriere;
- presenza di adeguati dispositivi di sezionamenti e interruzione, polarità, scelta del tipo di apparecchi e misure di protezione adeguate alle influenze esterne, identificazione dei conduttori di neutro e di protezione, fornitura di schemi cartelli ammonitori, identificazione di comandi e protezioni, collegamenti dei conduttori.

Inoltre è opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

6.2. Verifica del Tipo dei Componenti l'impianto e dell'apposizione dei Contrassegni

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché, correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

6.3. Verifica della Sfilabilità dei Cavi

Si deve estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o condotto compreso tra due cassette o scatole successive e controllare che questa operazione non abbia provocato danneggiamenti agli stessi. La verifica va eseguita su tratti di tubo o condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% ed il 5% della lunghezza totale. A questa verifica prescritta dalle norme CEI 11- 11 (Impianti elettrici degli edifici civili) si aggiungono, per gli impianti elettrici negli edifici prefabbricati e costruzioni modulari, anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o condotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto; e al dimensionamento dei tubi o condotti. Quest'ultima si deve effettuare a mezzo apposita sfera come descritto nelle norme per gli impianti sopradetti (art. 5.1.05).

6.4. Misura della Resistenza di Isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmetro la cui tensione continua sia circa 125 V nel caso di misura su parti di impianto di categoria 0, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di 1a categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni copia di conduttori tra loro. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 400.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

6.5. Misura della Caduta di Tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle

condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

6.6. Verifica delle protezioni contro i corto circuiti ed i sovraccarichi

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

6.7. Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti

Devono essere eseguite le verifiche dell'impianto di terra descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8).

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- esame a vista dei conduttori di terra e di protezione. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché, lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre verificare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra quelli di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- si deve eseguire la misura del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza del suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e dispersore ausiliario;
- deve essere controllato in base ai valori misurati il coordinamento degli stessi con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente o differenziale; per gli impianti con fornitura in media tensione, detto valore va controllato in base a quello della corrente convenzionale di terra, da richiedersi al distributore di energia elettrica.

6.8. Materiali di installazione

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

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle relative norme CEI e dotati del marchio IMQ o in alternativa provvisto di un marchio od un attestato rilasciato dagli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della CEE o con dichiarazione del fabbricante stesso. Gli impianti saranno eseguiti mediante posa di tubazioni sottotraccia per quanto riguarda i locali servizi ed il bar ed a vista per il locale tecnico.

Le tubazioni posate sottotraccia dovranno risultare conformi alle seguenti caratteristiche tecniche:

- Tubo isolante flessibile autoestinguente.
- Serie corrugata pesante - P.
- Materiale: termoplastico a base di PVC.
- Schiacciamento: superiore a 750 N su 5 cm a 20 °C.
- Rigidità dielettrica superiore a 2000 V A 50 Hz per 15 minuti.
- Resistenza di isolamento superiore a 1000 Mohm per 500 V per 1 minuto.
- Marchio IMQ.
- Conformità alla Norma CEI 23-14.
- Marcatura: CE

Per eventuali "stacchi" tra tubo rigido ed utenza potrà essere usata guaina flessibile di tipo "spiralato" avente le seguenti caratteristiche:

- Materiale: termoplastico a base di PVC autoestinguente.
- Colore grigio RAL 7035.
- Schiacciamento: superiore a 350 N su 5 cm a 20 °C.
- Rigidità dielettrica superiore a 2000 V A 50 Hz per 15 minuti.
- Resistenza di isolamento superiore a 1000 Mohm per 500 V per 1 minuto.
- Raggio di curvatura pari al diametro esterno senza subire deformazioni.
- Conformità alla Norma CEI 23-25 (metodologie di prova).

6.9. Verifiche periodiche

Gli impianti elettrici in generale devono essere controllati regolarmente, agli intervalli di tempo sotto precisati, da un tecnico qualificato.

Tali controlli periodici avranno per oggetto:

- la misura della resistenza di isolamento, da effettuare secondo le prescrizioni del Cap. X della Norma CEI 64-8, ad intervalli non superiori a due anni;
- l'efficienza dell'impianto di terra ad intervalli non superiore a due anni;
- l'efficienza del funzionamento dei dispositivi a corrente differenziale ad intervalli non superiore a sei mesi.