
PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO UTILIZZATORE

Cliente

**AUTOLAVAGGIO
CENTRO COMMERCIALE “IL GIGANTE”
CAMBIAGO (MI)**

Committente

RIALTO S.p.A.
Via Clerici, 342
20091 Bresso (MI)

Sesto San Giovanni (MI), lì 06.10.2025



INDICE

1. GENERALITA'	3
1.1 OGGETTO E LIMITI DEL PROGETTO	3
1.2 LEGGI, NORMATIVE E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO	4
1.3 CARATTERISTICHE E DESTINAZIONE D'USO DEL LUOGO D'INSTALLAZIONE	5
1.4 DATI DI PROGETTO	5
1.5 CLASSIFICAZIONE DELLE VARIE AREE	6
2. DESCRIZIONE IMPIANTI	7
2.1 LINEA DAL CONTATORE AL QUADRO INTERRUTTORE GENERALE AUTOLAVAGGIO (QIGLAV)	7
2.2 QUADRO INTERRUTTORE GENERALE AUTOLAVAGGIO (QIGLAV)	7
2.3 LINEA IN PARTENZA DAL QUADRO INTERRUTTORE GENERALE AUTOLAVAGGIO (QIGLAV)	8
2.4 QUADRO GENERALE AUTOLAVAGGIO (QLAV)	8
2.5 IMPIANTO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE PIAZZALE	10
2.6 IMPIANTO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE FABBRICATO GESTORE	11
2.7 IMPIANTO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE LOCALE TECNICO PISTE	11
2.8 IMPIANTO DI TERRA	12
2.9 REGISTRO CONTROLLI MANUTENTIVI	13
2.10 PROCEDURE PER GLI IMPIANTI DI MESSA A TERRA E I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE	14
3. SPECIFICHE TECNICHE COSTRUTTIVE	16
3.1 SCELTA DEI TUBI E CANALI PORTACONDUTTORI	16
3.2 SCATOLE DI DERIVAZIONE	17
3.3 POSA DI TUBI E CANALI	18
3.4 SCELTA DEI TIPI E SEZIONI DEI CONDUTTORI	20
3.5 POSA DEI CONDUTTORI	24
3.6 MARCatura E COLORAZIONE DEI CONDUTTORI	25
3.7 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	26
3.8 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	28
3.9 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACCORRENTI	31
3.10 QUADRI ELETTRICI AD ARMADIO SINO A 400 V	33
4. PLANIMETRIE E DISEGNI DI PROGETTO	36
4.1 DISEGNI ALLEGATI	36
4.2 ELENCO DISEGNI ALLEGATI	37
4.3 DIMENSIONAMENTO LINEE ELETTRICHE	38

1. GENERALITA'

1.1 OGGETTO E LIMITI DEL PROGETTO

Il presente progetto ha lo scopo di dare chiare indicazioni sull'installazione dell'impianto elettrico da effettuare, in conformità alle leggi e norme vigenti, presso l'Autolavaggio sito all'interno del parcheggio del centro commerciale "IL GIGANTE" nel comune di Cambiago (MI).

Gli impianti compresi nel progetto sono:

- quadro elettrico interruttore generale autolavaggio (QIGLAV);
- quadro elettrico generale autolavaggio (QLAV);
- impianto illuminazione e forza motrice piazzale;
- impianto illuminazione e forza motrice fabbricato gestore;
- impianto illuminazione e forza motrice locale tecnico piste;
- impianto di terra.

Sono esclusi dal progetto i seguenti impianti:

- impianto antintrusione;
- impianto TVCC;
- impianto telefonico/dati.

Per tutto quanto attinente all'esecuzione dei lavori, l'installatore si dovrà attenere alla presente specifica.

Il posizionamento delle apparecchiature indicate nei disegni è indicativo e andrà verificato al momento dell'installazione.

Gli impianti dovranno essere realizzati completi, funzionanti e costruiti nel pieno rispetto della regola dell'arte, anche per quei particolari o accessori non specificatamente illustrati o menzionati nei disegni e/o specifiche, ma necessari al corretto funzionamento ed uso e alla completa rispondenza a leggi e norme vigenti.

1.2 LEGGI, NORMATIVE E REGOLAMENTI DI RIFERIMENTO

Tutti i lavori inerenti gli impianti oggetto del presente capitolo, dovranno essere svolti osservando scrupolosamente le leggi, le norme e le disposizioni vigenti o emanate durante l'esecuzione degli stessi, con particolare riferimento a quelle sotto elencate:

- D. Lgs. del 09.04.2008, n°81 Testo unico per la sicurezza sui luoghi di lavoro.
- Legge del 01.03.1968 n. 186 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- Legge del 18.10.1977, n°791 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge del 09.01.1989, n°13 Attuazione della direttiva 73/23/CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- D.P.R. del 27.04.1978 n°384 Disposizioni per favorire il superamento delle barriere architettoniche negli edifici privati;
- D.M. del 22.01.2008, n.37 Regolamento di attuazione dell’art. 27 della Legge 30.03.1971 n°118, a favore dei mutilati e invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici;
- D.M. del 20.02.1992 Regolamento concernente l’attuazione dell’art.11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici;
- Norma UNI EN 12464-1 Approvazione del modello di dichiarazione di conformità dell’impianto alla regola d’arte di cui all’art.7 del regolamento di attuazione della legge 05.03.1990 n°46, recante norme per la sicurezza degli impianti;
- Norma UNI EN 1838 Illuminazione di interni con luce artificiale;
- Norma UNI EN 9795 Illuminazione di emergenza;
- Norma UNI 10779 Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d’incendio;
- Norma UNI EN 12845 Impianti di estinzione incendi: reti di idranti;
- Norme e raccomandazioni del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI); Installazione fisse antincendio: sistemi automatici a sprinkler;
- Prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice dell’energia elettrica;
- Prescrizioni del Comando dei Vigili del Fuoco territorialmente competente;
- Prescrizioni delle Autorità Comunali e/o Regionali;
- Prescrizioni ISPESL e ASL.
- Prescrizioni e indicazioni della TELECOM ITALIA (ex SIP).

Il rispetto delle normative sopra elencate riguarderà non solo la realizzazione dell’impianto, ma anche tutti i materiali e le apparecchiature utilizzati.

Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle norme d’installazione degli impianti elettrici saranno scelti ed installati materiali provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o di altri marchi riconosciuti in ambito CEE o IEC per tutti i prodotti per i quali il marchio è ammesso.

Diversamente saranno corredati di autocertificazione del costruttore o certificati dai laboratori riconosciuti in ambito CEE o IEC.

In ogni caso, i materiali saranno scelti fra quanto le primarie marche o costruttori presenti sul mercato siano in grado di offrire, tenendo conto l'importanza della continuità di servizio e della facilità di manutenzione.

1.3 CARATTERISTICHE E DESTINAZIONE D'USO DEL LUOGO D'INSTALLAZIONE

L'area, destinata ad accogliere l'impianto autolavaggio, è suddivisa nelle seguenti zone:

- zona tunnel;
 - zona piste;
 - fabbricato gestore.

1.4 DATI DI PROGETTO

L'impianto di distribuzione dell'energia elettrica avverrà tramite un contatore della Società Distributrice, posto in un apposito vano tecnico all'aperto, con potenza impegnata pari a:

- contatore 110 kW 400/230 V autolavaggio

1.4.1 Caratteristiche dell'energia elettrica

Il progetto sarà realizzato sulla base dei seguenti parametri tecnici dimensionali (norma CEI 0-21 fasc. 11666):

- Tensione nominale di alimentazione: 400/230 V - 50 Hz
 - Corrente di cortocircuito massima I_{cco} : 15 kA
 - Tensione di distribuzione in bassa tensione: 400/230 V - 50 Hz

1.4.2 Sistema di distribuzione

- Distribuzione: a 5 conduttori (3 fasi + neutro + PE)
 - Categoria degli impianti da realizzare in funzione della tensione: categoria I
 - Classificazione del sistema, in relazione al collegamento a terra: sistema TT

1.4.3 Dimensionamento

La potenza, indicata negli schemi elettrici per i dimensionamenti delle condutture, è definita dalla somma algebrica dei carichi indicati direttamente dal Committente, con l'applicazione di un coefficiente riduttivo $K = K_c \cdot K_u$ in considerazione della scarsa probabilità di funzionamento contemporaneo e alla potenza nominale di tutti gli utilizzatori presenti.

La determinazione della portata delle condutture in regime permanente è stata effettuata considerando le portate indicate nella tabella CEI-UNEL 35024/1 fascicolo 3516.

1.4.4 Livelli di illuminamento minimi

La posizione, il numero e il tipo di corpi illuminanti saranno scelti in modo da assicurare nelle varie aree i seguenti livelli d'illuminamento:

- ufficio gestore : 300 lux
- piazzale senza particolari impegni visivi : 10 lux

I livelli d'illuminamento saranno misurati come valore medio ad altezza di 85cm dal pavimento per tutte le aree in genere ed a livello pavimento per l'illuminazione di sicurezza.

1.4.5 Tolleranza sulla tensione di alimentazione alle utenze

Si raccomanda che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore non sia superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto.

Cadute di tensione più elevate possono essere ammesse per i motori durante i periodi di avviamento, o per altri componenti elettrici che richiedano assorbimenti di corrente più elevati, con la condizione che ci si assicuri che le variazioni di tensione rimangano entro i limiti indicati nelle relative Norme CEI.

Possono non essere prese in considerazione condizioni transitorie dovute ad un funzionamento di tipo non ordinario.

1.5 CLASSIFICAZIONE DELLE VARIE AREE

Su indicazione della Committente gli ambienti presenti nell'Autolavaggio sono da considerarsi luoghi ordinari, in quanto non soggetti alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8/7 o CEI 31-87; di conseguenza, l'impianto sarà realizzato secondo la Norma CEI 64-8/4.

2. DESCRIZIONE IMPIANTI

2.1 LINEA DAL CONTATORE AL QUADRO INTERRUTTORE GENERALE AUTOLAVAGGIO (QIGLAV)

Il collegamento tra il contatore della Società Distributrice e il quadro interruttore generale autolavaggio (QIGLAV), sarà realizzato con cavi unipolari a isolamento rinforzato, in accordo con le specifiche richieste dall'Ente fornitore di energia.

I conduttori saranno con parti attive in rame flessibile, conforme CEI 20-13 e CEI 20-38, designazione secondo CEI UNEL 35318-35322-35016, isolati in HEPR di qualità G16 e guaina termoplastica LSZH di qualità M16, conforme al Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/11 (CPR), tipo FG16(O)M16, classe Cca -s1b,d1,a1, isolam. 0,6/1 kV, con sezione indicata nello schema QE01 allegato.

2.2 QUADRO INTERRUTTORE GENERALE AUTOLAVAGGIO (QIGLAV)

Il quadro elettrico interruttore generale autolavaggio (QIGLAV) sarà del tipo a centralino in materiale plastico autoestinguente, per posa a parete; sarà dotato di portella frontale con elemento trasparente infrangibile in modo da visualizzare le condizioni di aperto/chiuso degli interruttori stessi.

Il grado di protezione sarà almeno IP66 con portella frontale chiusa e IP2x con portella frontale aperta.

Il quadro dovrà essere installato a una lunghezza non superiore a 3 metri di cavo lineare dal contatore della Società Distributrice.

Il quadro conterrà un interruttore automatico magnetotermico differenziale generale per l'alimentazione del quadro generale autolavaggio (QLAV).

La taratura/regolazione del dispositivo differenziale generale dovrà soddisfare la seguente relazione:

$$I_{dn} \leq 50V / R_A$$

L' interruttore generale sarà dotato di bobina di apertura per lo sgancio generale in caso di emergenza; tale circuito sarà munito di dispositivo di controllo permanente dell'efficienza (spia verde).

L'interruttore sarà dotato, inoltre, di scaricatori di sovratensione, del tipo SPD per corrente da fulmine (classe di prova I) che limitatori di sovratensioni (classe di prova II).

La costruzione, il dimensionamento e il quantitativo delle apparecchiature dovrà essere verificato sempre in base alle specifiche della Norma CEI 17-113.

Per maggiori dettagli fa testo lo schema elettrico QE01 allegato.

2.3 LINEA IN PARTENZA DAL QUADRO INTERRUTTORE GENERALE AUTOLAVAGGIO (QIGLAV)

Il collegamento tra il quadro interruttore generale autolavaggio (QIGLAV) e il quadro generale autolavaggio (QLAV) sarà realizzato con cavi unipolari a isolamento rinforzato, posti in cavidotto in PVC flessibile per posa interrata.

I conduttori saranno con parti attive in rame flessibile, conforme CEI 20-13 e CEI 20-38, designazione secondo CEI UNEL 35318-35322-35016, isolati in HEPR di qualità G16 e guaina termoplastica LSZH di qualità M16, conforme al Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/11 (CPR), tipo FG16(O)M16, classe Cca -s1b,d1,a1, isolam. 0,6/1 kV, con sezione indicata nello schema QE01 allegato.

2.4 QUADRO GENERALE AUTOLAVAGGIO (QLAV)

Il quadro generale autolavaggio (QLAV) sarà realizzato con struttura componibile in lamiera d'acciaio, del tipo ad armadio per posa a pavimento; le strutture, i pannelli e le porte saranno verniciati con polvere epossidica e l'accesso alle parti interne dovrà avvenire tramite doppio pannello frontale incernierato, di cui quello esterno dovrà essere dotato di serratura ad impronta triangolare o a chiave.

Il grado di protezione dovrà essere almeno IP44 con porta frontale chiusa e IP2x con porta frontale aperta.

La carpenteria avrà dimensioni tali da contenere tutte le apparecchiature indicate nello schema QE02 allegato con una opportuna riserva di spazio, nella misura di almeno il 20% dei dispositivi indicati.

La profondità del quadro sarà tale da assicurare una adeguata circolazione naturale d'aria in grado di smaltire il calore prodotto dalle apparecchiature (norma CEI 17-13/1 e 17/43).

Trattandosi di apparecchiatura ANS, il costruttore del quadro dovrà eseguire, come compito e onere per la corretta stesura della dichiarazione di conformità, le prove di tipo, che in parte potranno essere sostituite da metodi analitici di calcolo, e le prove individuali secondo la norma CEI 17-13/1 fasc. 5862.

Il quadro conterrà un interruttore di manovra-sezionatore generale, degli interruttori magnetotermici differenziali parziali e una serie di interruttori automatici magnetotermici e magnetotermici differenziali, per l'alimentazione delle varie utenze:

- quadro tunnel (fornito da terzi);
- quadro piste (fornito da terzi);
- quadro vasche laminazione (fornito da terzi);
- quadro depuratore (fornito da terzi);
- alimentazione aspiratori 1÷13;
- prese locale tecnico fabbricato gestore;
- prese locale tecnico piste;
- prese ufficio gestore;
- boiler ufficio gestore;

- CDZ ufficio gestore;
- luce locale tecnico fabbricato gestore;
- luce locale tecnico piste;
- luce ufficio gestore;
- luce pensilina 1 aspiratori;
- luce pensilina 2 aspiratori;
- palo luce 1-2-3-4-5.

Nel quadro sarà installato un contattore, comandato da interruttore crepuscolare e da interruttore orario, per l'accensione notturna dell'illuminazione del piazzale.

Il quadro sarà dotato, inoltre, di scaricatori di sovratensione, del tipo SPD per corrente da fulmine (classe di prova II) che limitatori di sovratensioni (classe di prova II).

All'interno del quadro, in posizione facilmente accessibile e parallela alla morsettiera, sarà installata una sbarra in rame; questa sbarra costituirà il collettore equipotenziale di terra.

Al collettore equipotenziale saranno collegati il conduttore di terra proveniente dai dispersori e i conduttori di protezione che collegano le varie utenze.

Per ogni linea sarà posato un conduttore di protezione in rame, con sezione non inferiore al conduttore di neutro della linea.

Per maggiori dettagli fa testo lo schema QE02 allegato.

2.5 IMPIANTO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE PIAZZALE

L'impianto di illuminazione e forza motrice del piazzale sarà alimentato dal quadro generale autolavaggio (QLAV), come indicato nel disegno E01 allegato.

L'impianto sarà realizzato con cavi multipolari a isolamento rinforzato, posati in cavidotti in PVC flessibili per posa interrata.

I conduttori saranno con parti attive in rame flessibile, conforme CEI 20-13 e CEI 20-38, designazione secondo CEI UNEL 35318-35322-35016, isolati in HEPR di qualità G16 e guaina termoplastica LSZH di qualità M16, conforme al Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/11 (CPR), tipo FG16(O)M16, classe Cca -s1b,d1,a1, isolam. 0,6/1 kV, con sezione indicata nello schema QE02 allegato.

Siccome sussistono particolari condizioni di umidità ambientale, è consigliabile che l'impianto abbia un grado di protezione minimo IP55; pertanto, gli apparecchi illuminanti e le scatole di derivazione, saranno di tipo stagno.

L'illuminazione esterna delle pensiline 1-2 aspiratori e dei pali luce avrà il consenso automatico da interruttore crepuscolare e da interruttore orario o manualmente dal quadro generale autolavaggio (QLAV).

Inoltre nelle posizioni indicate nel disegno allegato E01, verranno installati le seguenti utenze:

- quadro elettrico vasche laminazione (fornito da terzi);
- quadro elettrico depuratore (fornito da terzi);
- aspiratori 1÷13;
- luce pensiline 1-2 aspiratori;
- pali luce 1÷5.

Nell'autolavaggio sarà installato infine un pulsante di emergenza, del tipo sotto vetro frangibile con cartello recante la funzione d'uso, asservito alla bobina di apertura dell'interruttore generale dell'autolavaggio (QIGLAV);

Il circuito sarà munito di dispositivo di controllo permanente dell'efficienza (spia verde).

2.6 IMPIANTO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE FABBRICATO GESTORE

L'impianto di illuminazione e forza motrice del fabbricato gestore sarà alimentato dal quadro generale autolavaggio (QLAV), come indicato nel disegno E01 allegato.

L'impianto sarà realizzato con cavi multipolari a isolamento rinforzato, tipo FG16(O)M16, posati in tubazioni in PVC incassate e/o a vista.

Nelle posizioni indicate nel disegno allegato E01, verranno installati i seguenti tipi di corpi illuminanti:

- apparecchio illuminante con lampada a LED 10W, IP66, a plafone;
- apparecchio illuminante chiuso a LED 36W, IP40, a plafone;
- apparecchio illuminante per illuminazione di sicurezza, LED 1,6W (FL24) tipo SE, autonomia 1h, completo di inverter e batterie autonome ricaricabili in 12 ore.

Nelle posizioni indicate nel disegno allegato E01, verranno installati i seguenti tipi di prese:

- presa 2P+T/10-16A tipo bipasso;
- presa 2P+T/10-16A tipo Unel;
- presa 2P+T/16A-230V tipo IEC 309 con interblocco, IP65.
- presa 3P+N+T/16A-400V tipo IEC 309 con interblocco, IP65.

Verranno alimentate inoltre le seguenti utenze:

- quadro elettrico tunnel (fornito da terzi);
- CDZ.

2.7 IMPIANTO ILLUMINAZIONE E FORZA MOTRICE LOCALE TECNICO PISTE

L'impianto di illuminazione e forza motrice del locale tecnico piste sarà alimentato dal quadro generale autolavaggio (QLAV), come indicato nel disegno E01 allegato.

L'impianto sarà realizzato con cavi multipolari a isolamento rinforzato, tipo FG16(O)M16, posati in tubazioni in PVC incassate e/o a vista.

Nelle posizioni indicate nel disegno allegato E01, verranno installati i seguenti tipi di corpi illuminanti:

- apparecchio illuminante con lampada a LED 10W, IP66, a plafone;
- apparecchio illuminante per illuminazione di sicurezza, LED 1,6W (FL24) tipo SE, autonomia 1h, completo di inverter e batterie autonome ricaricabili in 12 ore.

Nelle posizioni indicate nel disegno allegato E01, verranno installati i seguenti tipi di prese:

- presa 2P+T/10-16A tipo Unel;
- presa 2P+T/16A-230V tipo IEC 309 con interblocco, IP65.
- presa 3P+N+T/16A-400V tipo IEC 309 con interblocco, IP65.

Verranno alimentate inoltre le seguenti utenze:

- quadro elettrico piste (fornito da terzi).

2.8 IMPIANTO DI TERRA

2.8.1 Sistema di dispersori

L'impianto di terra sarà costituito da una serie di dispersori a picchetto, posti in pozzetti ispezionabili e collegati tra loro con una corda in rame nuda, della sezione minima di 50mm².

2.8.2 Conduttore di protezione

All'interno del quadro generale autolavaggio (QLAV), in posizione facilmente accessibile e parallela alla morsettiera, sarà installata una sbarra in rame; questa sbarra costituirà il collettore equipotenziale di terra.

Al collettore equipotenziale saranno collegati i conduttori di terra provenienti dai dispersori e i conduttori di protezione che collegano le varie utenze.

Per ogni linea sarà posato un conduttore di protezione in rame, con sezione non inferiore al conduttore di neutro della linea.

All'impianto di terra saranno collegate, con conduttori in corda di rame della sezione minima di 16mm², le grandi masse metalliche, quali:

- le tubazioni della rete idrica;
- le pensiline;
- i pali luce.

2.9 REGISTRO CONTROLLI MANUTENTIVI

Il Datore di lavoro deve provvedere a controllare periodicamente lo stato di conservazione e di efficienza, ai fini della sicurezza, degli impianti elettrici e di protezione dai fulmini.

L'esito dei controlli deve essere verbalizzato a cura del Datore di lavoro e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.

Tale obbligo è previsto dal Testo unico sulla sicurezza su lavoro, DLg 81/08, di seguito trascritto:

Art. 86 – Verifiche e controlli

1. *Ferme restando le disposizioni del decreto del Presidente della Repubblica 22 ottobre 2001, n. 462, in materia di verifiche periodiche, il datore di lavoro provvede affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini siano periodicamente sottoposti a controllo secondo le norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.*
2. *Con decreto del Ministero dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro del lavoro, della salute e delle politiche sociali, adottato sentita la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le provincie autonome di Trento e Bolzano, sono stabilite le modalità ed i criteri per l'effettuazione delle verifiche e dei controlli di cui al comma 1.*
3. *L'esito dei controlli di cui al comma 1 è verbalizzato e tenuto a disposizione dell'autorità di vigilanza.*

Il successivo art. 87 punisce in Datore di lavoro e i dirigente per la violazione dell'art. 86, commi 1 e 3, con la sanzione amministrativa pecuniaria da 500€ e 1800€.

Per svolgere il controllo manutentivo il Datore di lavoro deve incaricare un tecnico, esperto a suo giudizio e responsabilità, e gli deve mettere a disposizione la documentazione dell'impianto necessaria per svolgere il controllo stesso.

Pertanto, il Datore di lavoro deve effettuare i controlli manutentivi in aggiunta a quelli previsti dal DPR 462/01, secondo quanto previsto dalle regole di buona tecnica e dalla normativa vigente, mentre le verifiche previste dal DPR 462/01 costituiscono una supervisione da parte dell'Autorità sull'efficacia dei controlli condotti dal datore di lavoro.

2.10 PROCEDURE PER GLI IMPIANTI DI MESSA A TERRA E I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

Secondo la normativa vigente (D.P.R. 462 del 22 Ottobre 2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”), si riportano quali e a chi competono gli obblighi previsti:

1. Una volta realizzato l’impianto, l’Installatore esegue le verifiche previste dalle norme e dalle disposizioni di legge sull’impianto stesso;
2. L’Installatore rilascia al Datore di lavoro, la Dichiarazione di Conformità ai sensi dell’art. 7 del D.M. del 22 gennaio 2008 e compilata secondo il modello ministeriale. La Dichiarazione viene sottoscritta dall’Installatore, è datata e riporta la descrizione dell’impianto e i riferimenti normativi, oltre che l’indirizzo dell’immobile presso cui è installato l’impianto.
3. Solo dopo il ricevimento della Dichiarazione di Conformità (atto che, di fatto fornisce l’omologazione degli impianti) il Datore di lavoro può mettere in esercizio l’impianto, cioè iniziare l’attività lavorativa.
4. Entro trenta giorni dalla messa in esercizio dell’impianto il Datore di lavoro invia una copia della Dichiarazione di Conformità all’ISPESL e una copia all’ASL/ARPA territorialmente competenti. Nei comuni in cui sia stato attivato lo Sportello Unico per le attività produttive, le due copie vanno inviate ad esso, che provvederà all’inoltro ai soggetti precedenti (ISPESL e ASL/ARPA). Non è necessario inviare, insieme alla dichiarazione di conformità, anche gli allegati obbligatori e facoltativi previsti dal D.M. 20/2/92. Questi allegati, conservati presso il luogo dell’impianto, devono essere resi disponibili in occasione delle visite periodiche del verificatore. Il Datore di lavoro, pertanto, invia insieme alla Dichiarazione (senza allegati, come detto) un modulo di trasmissione della Dichiarazione in cui si descrive localizzazione, tipologia e dimensioni dell’impianto.
5. L’ISPESL rilascia un attestato di avvenuta ricezione della Dichiarazione di Conformità, trasmessa dal Datore di lavoro o dallo Sportello Unico, al fine di documentare l’adempimento dell’obbligo.
6. Anche l’ASL/ARPA deve rilasciare un attestato di avvenuta ricezione della Dichiarazione di Conformità, trasmessa dal Datore di lavoro o dallo Sportello Unico, al fine di documentare l’adempimento dell’obbligo.
7. La descrizione sommaria dell’impianto, fatta con il modulo di trasmissione della Dichiarazione di Conformità, serve all’ISPESL per effettuare delle verifiche a campione sulla conformità degli impianti alla normativa vigente, inserite in una programmazione concordata con la regione. Le risultanze di tali verifiche vengono inviate dall’ISPESL all’ASL/ARPA di competenza territoriale. Queste verifiche sono a carico del Datore di lavoro.

8. Il Datore di lavoro è tenuto ad effettuare regolare manutenzione degli impianti.
9. Il Datore di lavoro è tenuto a far sottoporre gli impianti a verifica periodica. La richiesta di verifica, tramite un apposito modulo, può essere fatta all'ASL/ARPA oppure ad Organismi individuati dal Ministero delle attività produttive. Questi Organismi, vengono individuati anche attraverso la conoscenza della norma UNI CEI 45004. Anche queste verifiche sono a carico del Datore di lavoro.
La richiesta di verifica deve essere:
 - biennale: per gli impianti installati nei cantieri, nei locali ad uso medico, negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio.
 - quinquennale: per gli impianti installati in tutti gli altri ambienti.
10. Una volta eseguita la verifica, chi l'ha eseguita (ASL/ARPA od Organismo Abilitato) rilascia un verbale al Datore di lavoro, il quale lo deve conservare in caso di controllo degli organi di vigilanza e per le successive verifiche.
11. Il Datore di lavoro, in caso di cessazione, modifica sostanziale o trasferimento/spostamento degli impianti, comunica immediatamente la modifica all'ISPESL e all'ASL/ARPA. La modifica sostanziale oltre la quale occorre effettuare la comunicazione si può ritenere essere quella che comporta l'obbligo del rilascio della Dichiarazione di Conformità di cui dell'art. 7 del D.M. del 22 gennaio 2008.
12. L'ASL/ARPA od Organismo Abilitato effettua una verifica straordinaria dell'impianto in caso di:
 - esito negativo della verifica periodica;
 - modifica sostanziale dell'impianto.Anche le verifiche straordinarie sono onerose e le spese per la loro effettuazione sono a carico del Datore di lavoro. Al termine della verifica, il tecnico redige il verbale di verifica, precisando la natura straordinaria della verifica, l'esito finale della stessa e ne rilascia una copia al Datore di lavoro.
13. L'effettuazione delle verifiche straordinarie non modifica la data di scadenza delle verifiche periodiche, che rimangono riferite alla data della prima Dichiarazione di Conformità dell'impianto.

3. SPECIFICHE TECNICHE COSTRUTTIVE

3.1 SCELTA DEI TUBI E CANALI PORTACONDUTTORI

Le tubazioni e i canali impiegati, in relazione alla classificazione degli ambienti, saranno:

- tubi in materiale plastico flessibile, tipo pesante CEI-UNEL 37121/70, provvisti di Marchio Italiano di Qualità, per la distribuzione nei tratti incassati in sottofondi dei pavimenti o sotto intonaco a parete;
- tubi in materiale plastico rigido e atossico (es. Dielectrix - Eco), tipo pesante CEI 23-8, UNEL 37118/P, auto estinguente, provvisto di Marchio Italiano di Qualità, per la distribuzione in vista a più di 2,5m dal pavimento, nei cavedi verticali protetti da ripari o pannelli e nei casi di volta in volta specificati nei singoli impianti;
- cavidotti a sezione circolare, in materiale plastico rigido, tipo pesante CEI 23-8, con striscia ad elica esterna di colore giallo, per distribuzione nei tratti interrati o incassati nei sottofondi dei pavimenti o pareti.

Ogni servizio e ogni impianto, anche se a pari tensione, usufruirà di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione.

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 13mm, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento (rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo sia inferiore a 0,6); il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti.

In caso di più percorsi paralleli, o dove prescritto, verranno impiegati canali.

Se non diversamente indicato, i canali si intendono in lamiera di acciaio zincata a caldo dopo l'asolatura, con spessore di 10/10mm sino a 250mm di larghezza e 15/10mm sino a 400mm; la larghezza massima dei canali sarà di 500mm.

Ove prescritto i canali potranno essere in materiale plastico o trattati con verniciatura epossidica.

3.2 SCATOLE DI DERIVAZIONE

Le scatole di giunzione e derivazione, in relazione alla classificazione degli ambienti, saranno:

- per posa incassata, scatole in materiale plastico autoestinguente, con coperchio in materiale plastico antiurto fissato con viti, esecuzione con grado di tenuta IP4x o superiore, con pareti continue ad impronte sfondabili.
- per posa a vista, scatole in materiale plastico autoestinguente, di robusta costruzione, con coperchio fissato con viti completo di guarnizione, esecuzione con grado di tenuta IP44 o superiore, con imbocchi filettati per tubi o con fori per montaggio pressatubi.

Nelle scatole in resina il raccordo del tubo sarà sempre fatto tramite raccordo a pressione per tubi in materiale plastico e con raccordo a vite (o tramite due ghiere filettate) per tubi metallici.

Solo per posa incassata le tubazioni potranno essere semplicemente innestate nei fori eseguiti sulle pareti delle scatole; in questo caso la distanza tra l'esterno del tubo e i bordi del foro non saranno mai superiori a 2÷3mm.

Il fissaggio avverrà con tasselli a espansione in metallo o plastica, con viteria metallica; saranno esclusi i tasselli a sparo. Tasselli e viteria relativa non saranno considerate opere murarie.

Nel caso di impianti incassati, le scatole saranno installate a filo del rivestimento esterno e saranno dotate di coperchio "a perdere"; i coperchi definitivi saranno montati a ultimazione degli interventi murari e di finitura.

Le scatole incassate avranno il coperchio con funzione di coprifilo per almeno 20mm, oppure sarà prevista una cornice in plastica o materiale inossidabile.

Tutte le scatole saranno contrassegnate con adatto codice, per individuare l'impianto o il servizio d'appartenenza:

EN	servizio energia normale;
T	servizio telefoni;
B	servizio segnalazioni e/o impianti speciali.

3.3 POSA DI TUBI E CANALI

Le tubazioni avranno un andamento parallelo agli assi delle strutture, evitando percorsi diagonali e accavallamenti.

Le curve delle tubazioni saranno eseguite con largo raggio, in relazione anche alla flessibilità delle condutture contenute, mediante l'impiego di apposite macchine piegatubi. In ogni caso il raggio di curvatura non sarà mai inferiore a 6 volte il diametro esterno del tubo.

Le derivazioni delle tubazioni saranno eseguite esclusivamente mediante l'impiego di scatole di derivazione. Non saranno ammesse le derivazioni a "T".

Per tratti di tubazione particolarmente lunghi saranno previste opportune scatole rompitratta o giunti di infilaggio.

Per tubi metallici, i giunti d'infilaggio saranno del tipo in lega leggera con coperchio fissato con viti e guarnizioni apposite, esecuzione con tenuta minimo IP 44, a due imbocchi filettati.

Sarà previsto un giunto o scatola d'infilaggio ogni 10÷15m massimo; in ogni caso, quando tra due punti d'infilaggio ci siano più di 2 curve, si prevederà una scatola o giunto come su descritto, indipendentemente dalla lunghezza della tratta.

La giunzione delle singole tratte dei tubi in acciaio sarà eseguita con gli appositi manicotti filettati o, ove necessario, con giunti a 3 pezzi.

Per la giunzione delle singole tratte dei tubi in materiale plastico si utilizzeranno gli innesti a bicchiere ricavati direttamente dal tubo.

Nei tratti in vista, i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico o metallico, con distanza massima di 40 volte il diametro esterno del tubo, con un massimo, in ogni caso, di 1,5m.

I sostegni saranno fissati con tasselli a espansione in metallo o plastica, con viteria metallica; saranno esclusi i tasselli a sparo. Tasselli e viteria relativa non saranno considerate opere murarie.

Le tubazioni, alle estremità, saranno lavorate e lisce onde evitare danneggiamenti ai conduttori durante le operazioni d'infilaggio.

L'ingresso dei tubi nelle scatole in vista sarà sempre eseguito in modo da assicurare un sicuro fissaggio e un grado di tenuta minimo IP44. In ogni caso le tubazioni in vista dovranno risultare sempre smontabili, per cui saranno impiegati dove necessario giunti o raccordi di tipo girevole o a tre pezzi.

Nei tratti interrati, le tubazioni saranno posate su letto di sabbia, a profondità mai inferiore a 60cm dal piano di calpestio.

Le tubazioni interrate faranno sempre capo a pozzetti o vani di attestamento, completi di chiusino o coperchio; per tratte particolarmente lunghe saranno previsti pozzetti rompi tratta ogni 15÷20m.

Pur essendo l'esecuzione dei pozzetti da considerarsi opera muraria, sarà cura dell'Appaltatore fornire le dimensioni necessarie e in particolare verificare il tipo di chiusino in relazione alla posizione del pozetto; infatti i chiusini saranno di tipo camionabile nei piazzali e strade, di tipo pedonabile in cemento o lamiera striata zincata a caldo nelle zone a prato, nelle aiuole e all'interno degli edifici.

I canali saranno sostenuti da mensole in acciaio zincato; per posa all'esterno la zincatura sarà del tipo a caldo.

Per i canali, saranno previste mensole con distanza massima di 2m.

I tubi e i canali, in corrispondenza ai giunti di dilatazione delle costruzioni, saranno dotati di particolari accorgimenti quali tratti flessibili o giunti scorrevoli.

I tubi e i canali non transiteranno mai in prossimità di condotti di fluidi ad elevata temperatura, di distribuzione gas o in prossimità di condotti interrati appartenenti ad altri impianti.

I tubi e i canali avranno sostegni fissati alle strutture dei fabbricati; non saranno mai fissati ad altre tubazioni, canali e comunque ad altre installazioni.

I tubi e i canali saranno fissati mantenendo un distanziamento dalle strutture in modo che possano effettuarsi operazioni di controllo o rivernicatura e sia consentita la libera circolazione d'aria.

Sarà sempre assicurata la continuità metallica, sia tra i singoli tratti di tubi e i canali metallici che tra questi e le scatole metalliche. Oltre che per ogni cassetta, sarà realizzata una connessione al conduttore di protezione ogni 8÷10m di percorso.

Nei tratti orizzontali di una certa lunghezza e per i percorsi all'esterno i tubi dovranno essere posati con una lieve pendenza onde consentire l'eventuale scarico di condensa.

3.4 SCELTA DEI TIPI E SEZIONI DEI CONDUTTORI

3.4.1 Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/11

Regolamento Prodotti da Costruzione, meglio noto come Regolamento CPR (UE 305/2011), riguarda tutti prodotti fabbricati per essere incorporati (installati/ utilizzati) in modo permanente negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile (esempi: abitazioni, edifici industriali e commerciali, uffici, ospedali, scuole, metropolitane, ecc.).

All'interno delle caratteristiche considerate rilevanti ai fini della sicurezza delle costruzioni comprese nella CPR (7 requisiti)*, la Commissione Europea ha deciso di considerare per i cavi la **Reazione al Fuoco** e la **Resistenza al Fuoco**, riconoscendo l'importanza del loro comportamento al fuoco ed il loro ruolo in caso di incendio. Anche il **rilascio di sostanze nocive** è tra le prestazioni ritenute rilevanti per i cavi anche se al momento non sono stati stabiliti livelli minimi di prestazioni in quanto i cavi nel loro normale utilizzo non rilasciano sostanze nocive.

Gli Stati membri definiscono la classe legata ai differenti ambienti di installazione.

Tutti i cavi installati permanentemente nelle costruzioni, siano essi per il trasporto di energia odi telecomunicazioni, di qualsiasi livello di tensione e con conduttori di rame o fibra ottica, dovranno essere classificati in base alle classi del relativo ambiente di installazione.

I cavi sono classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco "A_{ca}, B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca}, D_{ca}, E_{ca}, F_{ca}" identificate dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti.

Ogni classe prevede soglie minime per il rilascio di calore e la propagazione della fiamma.

Oltre a questa classificazione principale, le autorità europee hanno regolamentato anche l'uso dei seguenti **parametri aggiuntivi**:

a = acidità che definisce la pericolosità dei fumi per le persone e la corrosività per le cose.

Varia da a1 a a3;

s = opacità dei fumi. Varia da s1a a s3;

d = gocciolamento di particelle incandescenti che possono propagare l'incendio. Varia da d0 a d2.

Rimangono esclusi al momento dalla classificazione di comportamento al fuoco i cavi Resistenti al Fuoco (comprese le caratteristiche intrinseche di reazione al fuoco del cavo stesso in quanto le norme per questa gamma di prodotti sono ancora in fase di elaborazione).

* *I 7 requisiti di base delle opere di costruzione per una durata di servizio economicamente adeguata sono relativi a: 1) resistenza meccanica e stabilità; 2) sicurezza in caso di incendio; 3) igiene, salute e ambiente; 4) sicurezza e accessibilità nell'uso; 5) protezione contro il rumore; 6) risparmio energetico e ritenzione del calore; 7) uso sostenibile delle risorse naturali.*

Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza delle Prestazioni (AVCP)

L'appartenenza ad una determinata classe e la costanza delle prestazioni, dovranno essere controllate e certificate da organismi notificati (i cosiddetti notified bodies) indipendenti.

Per le classi da A_{ca} a C_{ca} è richiesto un controllo più severo (Sistema 1+) che prevede la verifica iniziale e la continua sorveglianza del prodotto e verifiche del sistema di controllo della fabbricazione mentre per le classi da D_{ca} a E_{ca}, il controllo prevede solamente la verifica iniziale di prodotto (Sistema 3).

La classe F è basata invece sulla autodichiarazione del produttore (Sistema 4).

Lo schema sottostante fornisce una panoramica relativa ai sistemi AVCP previsti:

CLASSE	SISTEMI AVCP	COMPITI DEL FABBRICANTE	COMPITI DELL'ORGANISMO NOTIFICATO
A_{ca}			- Campionamento per prove tipo iniziale (ITT) - Prove tipo iniziale (ITT) - Ispezione iniziale del FPC - Sorveglianza FPC
B1_{ca}	1+		- Sorveglianza prodotti in fabbrica prima dell'immissione sul mercato
B2_{ca}		Piano di controllo della Produzione (FPC)	
C_{ca}			
D_{ca}	3		- Prove tipo iniziale (ITT)
E_{ca}			
F_{ca}	4	- Piano di controllo della Produzione (FPC) - Prove tipo iniziale (ITT)	/

ITT = Prove di tipo iniziali (Initial Type Testing)

FPC = Controllo della produzione in fabbrica (Factory Production Control)

Marcatura CE

Al rilascio da parte dell'Organismo Notificato del certificato di Costanza delle Prestazioni, o il rapporto di prova per le classi inferiori, **il fabbricante** è in grado di redigere la propria "Dichiarazione di Prestazione" (DoP) ed è in possesso dei requisiti per poter porre la marcatura CE al prodotto da costruzione assumendosi la responsabilità della conformità del prodotto a quanto dichiarato.

La DoP dovrà contenere le informazioni richieste dall'allegato III al regolamento.

Il **fabbricante**, il **distributore**, l'**importatore** e il **mandatario** sono le figure legalmente responsabili per l'immissione dei prodotti secondo CPR sul mercato e come ovvio devono rispondere ad obblighi di legge (art. 14 e 16 della CPR).

La **marcatura** può essere apposta sul cavo, sull'imballaggio, sull'etichetta o su ogni combinazione delle precedenti.

L'apposizione della **marcatura CE** per la CPR comporta anche l'obbligo di fornire delle informazioni sul prodotto da riportare sulla sua etichetta (fissata su bobine, matasse o altri tipi di confezionamento dei cavi energia, controllo e comunicazione) che deve essere affissa in maniera visibile, leggibile e indelebile.

La posizione AICE

A seguito di un'attenta valutazione tecnica dei risultati ottenuti da prove eseguite sui cavi presso differenti laboratori riconosciuti a livello nazionale e internazionale, AICE ha predisposto la sottostante tabella contenente la classificazione dei cavi secondo le prescrizioni di prova del Regolamento CPR.

Inoltre, tenendo conto delle prescrizioni riportate nelle normative emesse dal Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) così come quelle citate dalle numerose disposizioni di legge sulla materia, AICE ha predisposto una tabella di correlazione tra la classificazione dei cavi e gli ambienti installativi più rappresentativi.

	CLASSE	REQUISITI PRINCIPALI	REQUISITI AGGIUNTIVI			
			FUMO (2)	GOCCE (3)	ACIDITÀ (4)	
	B2_{ca} - s1a, d1, a1	B2_{ca}	s1a	d1	a1	
		FS <= 1,5m THR1200s <= 15 MJ Picco HRR <= 30 kW FIGRA <= 150 Ws ⁻¹ H <= 425mm	TSP1200s <= 50 m ² picco SPR < 0,25 m ² /s trasmittanza >= 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 µS/mm e pH > 4,3	
	C_{ca} - s1b, d1, a1	C_{ca}	s1b	d1	a1	
		FS <= 2,0m THR1200s <= 30 MJ Picco HRR <= 60 kW FIGRA <= 300 Ws ⁻¹ H <= 425mm	TSP1200s <= 50 m ² picco SPR < 0,25 m ² /s trasmittanza >= 60 % < 80 %	assenza di gocce/ particelle ardenti persistenti oltre i 10 s entro 1200 s	conduttività < 2,5 µS/mm e pH > 4,3	
	D_{ca} - s3, d2, a3	D_{ca}	s3	d2	a3	
		THR1200s <= 70 MJ Picco HRR <= 400 kW FIGRA <= 1300 Ws ⁻¹ H <= 125mm	no s1 o s2	no d0 o d1	no a1 o a2	
	E_{ca}	E_{ca}	-	-	-	
		H <= 425mm	Non richiesti	Non richiesti	Non richiesti	

Note:

1) Parametri della prova EN 50399

FS = lunghezza di propagazione della fiamma;
THR = quantità totale di calore rilasciato; picco
Picco HRR = valore del picco del calore rilasciato;
FIGRA = tasso d'incremento dell'incendio;
TSP = quantità totale di fumo emesso;
Picco SPR = valore del picco del fumo emesso;

Parametri della prova propagazione verticale EN 60332-1-2

H = altezza di bruciatura

2) s1 = TSP1200s < 50 m² e picco SPR < 0,25 m²/s
s1a = s1 e trasmittanza in conformità alla EN 61034-2 >= 80%

s1b = s1 e trasmittanza in conformità alla EN 61034-2 >= 60% < 80%
s2 = TSP1200s < 400 m² e picco SPR < 1,5 m²/s
s3 = non s1 o s2

3) d0 = nessuna goccia/particella infiammata entro 1200s;
d1 = nessuna goccia/particella infiammata che persiste
più di 10s entro 1200s;
d2 = non d0 o d1

4) EN 50267-2-3

a1 = conduttività < 2,5 µS/mm e pH > 4,3;
a2 = conduttività < 10 µS/mm e pH > 4,3;
a3 = non a1 o a2

Nessuna dichiarazione = Nessuna prestazione determinata

	LUOGHI	LIVELLO DI RISCHIO
	Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; Strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio	ALTO
	Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato.	
	Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico - alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti letto; Strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone.	MEDIO
	Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti	
	Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24 m	
	Altre attività: Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico.	BASSO (*)
	Altre attività: Installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose	BASSO (**)

(*) Cavi installati a fascio

(**) Cavi installati singolarmente

Per la determinazione della portata dei cavi (Iz) in regime permanente sarà impiegata Norma CEI-UNEL 35024/1 fascicolo 3516, applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni d'installazione e al raggruppamento dei cavi, nelle condizioni più restrittive lungo lo sviluppo della linea, considerando una temperatura ambiente di 30°C.

La portata sopra definita sarà almeno 1,25 volte la corrente d'impiego (Ib) della linea e/o la corrente nominale (In) del dispositivo di protezione.

La sezione dei conduttori non dovrà essere inferiore a:

0,25 mm ²	per i servizi telefonici
1 mm ²	per i servizi segnalazioni
1,5 mm ²	per i servizi luce
2,5 mm ²	per utenze FM (motori - prese) indipendentemente dalla potenza di questi e per i servizi luce di sicurezza in corrente continua

3.5 POSA DEI CONDUTTORI

La posa dei conduttori sarà effettuata:

- entro canali o passerelle porta cavi orizzontali o verticali;
- entro tubazioni in vista, incassate o interrate;
- in vista su murature o altre strutture nei fabbricati.

Nella posa in canali i cavi saranno posati ordinatamente affiancati, possibilmente su un semplice strato o comunque in modo tale che il coefficiente di riempimento non sia superiore a 0,5; altrimenti si farà ricorso a più piani di passerelle con distanza minima uguale alla larghezza della passerella. I cavi saranno fissati al canale o alla passerella con collari plastici auto bloccanti o cinturini in nylon; in particolare, nei tratti verticali o inclinati i fissaggi saranno più numerosi e adatti a sostenere il peso dei cavi stessi.

Nella posa entro tubazioni le dimensioni e conformazioni dei passaggi consentiranno un comodo infilaggio e sfilaggio dei cavi contenuti; le superfici interne saranno sufficientemente lisce e prive di spigoli per evitare il danneggiamento dei conduttori.

L'esecuzione della posa dei cavi risulterà tale da garantire il corretto funzionamento e da raggiungere un gradevole aspetto estetico degli impianti.

Sarà evidenziata ogni giunzione diretta sui cavi, che saranno tagliati alla lunghezza adatta ad ogni singola applicazione. Saranno eseguite giunzioni dirette solamente nei cavi le cui tratte superino la pezzatura commerciale.

Le giunzioni e le derivazioni saranno eseguite solamente entro scatole con morsetti di sezione adeguata alla sezione dei cavi e alle correnti in transito.

I morsetti saranno di tipo a mantello o componibili su guida DIN con base in materiale isolante, incombustibile isolante, e saranno adeguati alla sezione dei conduttori derivati.

I conduttori saranno disposti ordinatamente nelle cassette, con un minimo di ricchezza.

L'ingresso dei cavi posati a vista nelle scatole di derivazione o di transito sarà sempre realizzato a mezzo di appositi raccordi pressacavo.

3.6 MARCATURA E COLORAZIONE DEI CONDUTTORI

3.6.1 Marcatura dei morsetti di apparecchi e individuazione delle estremità dei conduttori

I morsetti di apparecchi destinati ad essere collegati direttamente o indirettamente ai conduttori designati e l'identificazione alfanumerica delle estremità dei conduttori devono essere marcati con lettere di riferimento conformi alla tabella 1.

Tab. 1 Marcatura dei morsetti di apparecchi collegati a conduttori designati e individuazione delle estremità di questi conduttori

Conduttori di un sistema di alimentazione in c.a.	Marcatura dei morsetti di apparecchi	Identificazione delle estremità dei conduttori
Fase 1	U	L1
Fase 2	V	L2
Fase 3	W	L3
Neutro	N	N
Conduttore di protezione	PE	PE
Conduttore PEN	-	PEN
Conduttore di terra	E	E

3.6.2 Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL.

In particolare i conduttori di neutro e di protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde.

Per quanto riguarda i conduttori di fase dei conduttori isolati unipolari, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio e marrone.

3.7 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione contro i contatti diretti è intesa ad evitare il contatto delle persone con parti attive (in tensione nel servizio ordinario) di un circuito elettrico e si ottiene con i mezzi e le protezioni in seguito descritte.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti mentre le misure di protezione mediante ostacoli e mediante distanziamento sono intese a fornire una protezione parziale contro i contatti diretti.

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere si applicano in tutte le condizioni di influenze esterne.

Le misure di protezione mediante ostacoli e mediante distanziamento sono permesse in locali accessibili solo a persone addestrate, se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- siano osservate le distanze minime nei passaggi di servizio o di manutenzione;
- i luoghi siano chiaramente e visibilmente contrassegnati mediante opportune segnalazioni.

3.7.1 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 costruiti in fabbrica devono soddisfare le relative Norme.

3.7.2 Protezione mediante involucri o barriere

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X od IPXXB (per alcuni componenti elettrici, come per es. le prese a spina per uso domestico ed i binari elettrificati, le relative Norme richiedono aperture più piccole di quelle corrispondenti ad 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.

Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione ed una conveniente separazione dalle parti attive, nelle condizioni di servizio prevedibili, tenuto conto delle condizioni ambientali.

3.7.3 Protezione mediante ostacoli

Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive, oppure
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario.

Gli ostacoli sono destinati ad impedire il contatto accidentale con parti attive, ma non il contatto intenzionale dovuto all'aggiramento deliberato dell'ostacolo.

3.7.4 Protezione mediante distanziamento

Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.

Il distanziamento è destinato ad impedire il contatto non intenzionale con parti attive.

3.7.5 Protezione addizionale mediante interruttori differenziali

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

L'uso di tali dispositivi non è riconosciuto quale unico mezzo di protezione contro i contatti diretti e non dispensa dall'applicazione di una delle misure di protezione sopra specificate.

3.8 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti è intesa ad evitare il contatto delle persone con parti conduttrici e metalliche normalmente isolate dal circuito elettrico (masse) andate in tensione per il cedimento dell'isolamento principale e si ottiene con i mezzi e le protezioni in seguito descritte.

3.8.1 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito od al componente elettrico, che lo stesso dispositivo protegge contro i contatti indiretti, in modo che, in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore alla tensione di contatto limite convenzionale.

Sistema TT

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

Il punto neutro o, se questo non esiste, un conduttore di fase, di ogni trasformatore o di ogni generatore, deve essere collegato a terra.

Deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \cdot I_A \leq 50$$

dove:

R_A : è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_A : è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_A è la corrente nominale differenziale I_{dn} .

Per ragione di selettività, si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo generale. Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1s.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:

- un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso ed in questo caso I_A deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5s, oppure
- un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso I_A deve essere la corrente che ne provoca lo scatto istantaneo.

3.8.2 Protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente

Questa misura di protezione è destinata ad impedire il manifestarsi di una tensione pericolosa sulle parti accessibili di componenti elettrici a seguito di un guasto nell'isolamento principale.

La protezione deve essere assicurata con l'uso:

- di componenti elettrici dei tipi seguenti, che siano stati sottoposti alle prove di tipo e siano contrassegnati in accordo con le relative norme:
 - a) componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di Classe II);
 - b) quadri prefabbricati aventi un isolamento completo (Norma CEI 17-13/1);
- di un isolamento supplementare, applicato durante l'installazione ai componenti elettrici aventi solo un isolamento principale, che presenti un grado di sicurezza equivalente a quello dei componenti elettrici di Classe II;
- di un isolamento rinforzato, applicato alle parti attive nude durante l'installazione, che presenti un grado di sicurezza equivalente a quello dei componenti elettrici di Classe II.

Quando i componenti elettrici sono pronti per funzionare, tutte le parti conduttrici separate dalle parti attive solo mediante isolamento principale, devono essere contenute in un involucro isolante che presenti almeno il grado di protezione IP2X o IPXXB.

Gli involucri isolanti devono essere in grado di sopportare le sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche suscettibili di prodursi.

Se l'involucro isolante è provvisto di porte o coperchi che possono essere aperti senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, tutte le parti conduttrici, che sono accessibili quando una porta od un coperchio sia aperto, devono trovarsi dietro una barriera isolante con un grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB che impedisca alle persone di venire in contatto con tali parti; questa barriera isolante deve poter essere rimossa solo con l'uso di un attrezzo o di una chiave.

3.8.3 Protezione per separazione elettrica

La separazione elettrica è destinata ad evitare correnti pericolose a seguito di contatto con masse che possono essere messe sotto tensione da un guasto nell'isolamento principale del circuito.

La sorgente di alimentazione del circuito deve essere:

- un trasformatore di isolamento, oppure
- una sorgente con caratteristiche di sicurezza equivalenti a quelle del trasformatore di isolamento, per es. un gruppo motore-generatore con avvolgimenti che forniscano una separazione equivalente a quella del trasformatore di isolamento.

La tensione nominale del circuito separato non deve superare 500 V.

Le parti attive del circuito separato non devono essere collegate in nessun punto ad un altro circuito od a terra.

Per evitare il rischio di un guasto a terra del circuito separato, si deve curarne in modo particolare l'isolamento verso terra, soprattutto per i cavi flessibili.

Devono essere presi provvedimenti per assicurare una separazione elettrica non inferiore a quella richiesta tra gli avvolgimenti primario e secondario di un trasformatore di isolamento.

Si raccomanda l'uso di condutture elettriche distinte per i circuiti separati. Se non si può evitare di usare conduttori di una stessa conduttura elettrica per i circuiti separati e per gli altri circuiti, si devono utilizzare cavi multipolari senza guaina metallica, oppure cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi isolanti o in canali isolanti, a condizione che essi siano isolati per la tensione nominale del sistema a tensione più elevata e che ciascun circuito sia protetto contro le sovraccorrenti.

Le masse del circuito separato devono essere collegate tra di loro per mezzo di conduttori equipotenziali isolati non collegati a terra. Tali conduttori non devono essere collegati a conduttori di protezione od a masse di altri circuiti o a qualsiasi massa estranea.

3.9 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE CONTRO LE SOVRACCORRENTI

I conduttori attivi devono essere protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico o un cortocircuito, con la sola esclusione dei circuiti la cui interruzione potrebbe dare luogo a pericolo per le persone.

3.9.1 Protezione contro le correnti di sovraccarico

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture.

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

dove:

I_B : è la corrente di impiego del circuito;

I_z : è la portata in regime permanente della condutture;

I_n : è la corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f : è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

3.9.2 Protezione contro le correnti di cortocircuito

Devono essere previsti dispositivi di protezione per 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 deve rispondere alle due seguenti condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi;

- tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Per i cortocircuiti di durata non superiore a 5s, il tempo t necessario affinché una data corrente di cortocircuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula:

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

dove:

t : è la durata in secondi;

S : è la sezione in mm^2 ;

I : è la corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

K : 115 per i conduttori in rame isolati con PVC;

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;

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

74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;

87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di 160°C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

3.10 QUADRI ELETTRICI AD ARMADIO SINO A 400 V

3.10.1 Generalità

Insieme al quadro verranno consegnati gli schemi elettrici unifilari e funzionali completi e aggiornati, le chiavi delle serrature, dei chiavistelli, le maniglie per l'estrazione dei fusibili, gli estrattori delle lampade o di altri organi esistenti per i quali occorrono attrezzi speciali.

Le carpenterie dei quadri verranno realizzate con contenitori in PVC a doppio isolamento di robusta costruzione e/o in carpenteria metallica.

Le cerniere e gli attacchi delle parti mobili saranno realizzate in modo da evitare sfregamenti delle parti durante il movimento.

3.10.2 Montaggio e disposizione apparecchi

I vari apparecchi verranno fissati su pannelli interni al quadro mediante viti o bulloni che facciano presa in fori filettati; sono da escludere dadi, controdadi, ecc.

Nel caso in cui si faccia uso di apparecchi con montaggio a scatto su profilati normalizzati, si avrà cura di fissare saldamente e rigidamente i predetti profilati ai pannelli porta-apparecchi.

Il montaggio degli apparecchi sarà fatto utilizzando tutti i punti di fissaggio previsti dal costruttore dell'apparecchio.

Per quanto riguarda la disposizione, soprattutto per la parte di potenza, si cercherà di raggruppare gli apparecchi appartenenti ad uno stesso circuito.

Gli apparecchi non saranno montati a ridosso tra loro ed a ridosso delle pareti del quadro, ma sarà sempre lasciato uno spazio in modo che sia permesso, oltre all'eventuale ventilazione del componente, un agevole smontaggio in caso di guasto. In particolare, gli apparecchi non saranno montati a ridosso della canalina portafili, ma sarà lasciato uno spazio adeguato tra questa e l'apparecchio, spazio che non sarà mai inferiore a 40 mm.

L'accesso alle apparecchiature interne del quadro terrà conto della sicurezza delle persone ed eviterà la possibilità di venire accidentalmente in contatto con le parti in tensione.

A questo scopo saranno impiegati apposite manovre dei sezionatori che impediscono l'apertura delle portelle a sezionatore chiuso o chiusure con chiavi o viti integrate da adatti cartelli ammonitori.

Ogni apparecchio, comprese le valvole fusibili, sarà contraddistinto da una sigla, richiamata nello schema elettrico.

La disposizione degli apparecchi visibili dal fronte quadro, sarà fatta in modo che risulti ordinata e sia immediato il reperimento dei vari comandi.

Per gli apparecchi di manovra, montati sul fronte del quadro, andranno previste delle targhette indicanti la funzione del singolo apparecchio.

Ogni quadro sarà provvisto di una targa chiaramente leggibile, con indicato:

- nome del costruttore;
- anno di costruzione e/o numero di costruzione;
- normativa seguita (Norme CEI/UNEL, ecc.);
- tensione nominale;
- frequenza nominale;
- corrente nominale;
- corrente/potenza di cortocircuito;
- tensione e frequenza circuiti ausiliari;
- grado di tenuta sull'involucro.

Inoltre, ogni pannello o portella comunque apribili, saranno provvisti di:

- targa triangolare con segnale di pericolo (teschio o scarica elettrica);
- targa ammonitrice con la proibizione di aprire da parte di personale non autorizzato e prima di aver tolto tensione.

3.10.3 Conduttori e connessioni

Il cablaggio dovrà rispondere allo schema elettrico nei minimi particolari, sia come connessioni che per il tipo degli apparecchi e tarature.

Il cablaggio sarà realizzato esclusivamente con conduttori in rame flessibile, isolati con materiale termoplastico di unico colore, con isolamento 450/750V, tipo N07G9-K sezione minima 1,5mm², posti entro apposite canaline portafili.

Ogni conduttore avrà una propria sigla in posizione chiaramente leggibile; detta sigla sarà richiamata nello schema elettrico.

Nel quadro e sulle parti mobili, i conduttori costituenti il cablaggio saranno posti in apposite canaline. Saranno evitate legature e perlomeno esse saranno in PVC con coperchio applicabile mediante pressione (sono esclusi i coperchi che devono essere infilati).

Il coperchio dovrà mantenersi stabilmente nella propria posizione.

Le canaline avranno una sezione adatta a contenere il 25% in più dei conduttori impiegati.

3.10.4 Morsettiera

La morsettiera sarà posta orizzontalmente nella parte inferiore o superiore del quadro.

I morsetti saranno del tipo componibile su guida a Norme DIN. La parte frontale dei morsetti sarà inclinata in modo da facilitare l'esecuzione delle connessioni esterne.

La distanza della morsettiera dalla parete del quadro o del cassetto sarà come minimo:

- 100mm per conduttori in partenza sino a 2,5mm²;
- 150mm per conduttori in partenza sino a 10mm²;
- 250mm per conduttori in partenza sino a 150mm².

La sezione dei morsetti, con riferimento al conduttore che ad essi fa capo, sarà come minimo la seguente:

- 4mm² per conduttori sino a 2,5mm²;
- 50% superiore alla sezione del conduttore, per conduttori superiore a 25mm².

Nel caso che ad uno stesso morsetto facciano capo più conduttori, si userà un morsetto avente una sezione almeno del 50% superiore a quella complessiva dei conduttori.

Le morsettiera saranno sempre provviste dei morsetti di terra per le varie linee in partenza od in arrivo.

Quando dal quadro si dipartono più di 4 linee sarà prevista una apposita barra di terra in rame, di sezione adeguata, posta in vicinanza della morsettiera e parallela a questa, provvista di una serie di fori ai quali collegare, mediante bulloni e dadi i conduttori di terra di ciascuna linea.

Ogni morsetto avrà una propria sigla in posizione chiaramente leggibile. La sigla sarà uguale a quella dei conduttori che al morsetto fanno capo; questo contrassegno sarà richiamato nello schema elettrico accanto al simbolo indicante il morsetto.

Ogni componente e parte del quadro saranno adatti per le seguenti condizioni ambientali:

trasporto e stoccaggio	-10°C ÷ + 50°C 40 ÷ 100% U.R.
funzionamento	0°C + 40°C 40 ÷ 80% U.R. (a 25°C)

4. PLANIMETRIE E DISEGNI DI PROGETTO

4.1 DISEGNI ALLEGATI

I disegni saranno parte integrante del presente progetto; i particolari indicati sui disegni ma non menzionati nelle specifiche, o viceversa, saranno eseguiti come se fossero menzionati nelle specifiche o indicati sui disegni.

Le posizioni delle apparecchiature e i percorsi delle linee, illustrati sui disegni, potranno essere meglio definiti in fase costruttiva.

All'atto dell'esecuzione dei lavori, la posizione delle apparecchiature, i percorsi delle linee elettriche, così come le altezze di posa, saranno accuratamente verificate e definite in modo da:

- evitare interferenze con altri impianti, strutture, travi ed oggetti di qualunque genere;
- assicurare il facile e corretto uso degli apparecchi, nonché il loro funzionamento, ispezione, manutenzione o sostituzione;
- assicurare una facile posa o infilaggio delle condutture;
- evitare curve inutili e percorsi tortuosi;
- unificare e/o uniformare in modo razionale le altezze degli organi di manovra;
- effettuare una posa ordinata e raggiungere un gradevole effetto estetico.

I disegni allegati non descrivono nei particolari le varie parti degli impianti: l'installatore, come parte del suo lavoro ed onere, dovrà aggiungere tutti i particolari, dimensionamenti e completamenti necessari ad ogni singola apparecchiatura od installazione.

Pertanto, i disegni allegati dovranno essere integrati e/o sostituiti dai disegni costruttivi di cantiere.

4.2 ELENCO DISEGNI ALLEGATI

TB1 TABELLA PORTATE CAVI

QE01 QUADRO INTERRUTTORE GENERALE AUTOLAVAGGIO - QIGLAV
QE02 QUADRO GENERALE AUTOLAVAGGIO - QLAV

E01 IMPIANTO ELETTRICO E DI TERRA AUTOLAVAGGIO

4.3 DIMENSIONAMENTO LINEE ELETTRICHE

4.3.1 Criteri di calcolo dimensionamento linee elettriche

Di seguito si riportano i calcoli svolti per dimensionare le linee elettriche in partenza dai diversi quadri elettrici presenti nell'impianto in oggetto.

I calcoli relativi alle portate sono eseguiti nel rispetto della tabella CEI-UNEL 35024/1 fascicolo 3516 e CEI-UNEL 35026, fascicolo 5777, con le seguenti indicazione per le condizioni di posa (Norma CEI 64-8/5):

Posa	Tipologia cavo	UNEL 35024/1	Descrizione
1	Cavi unipolari	1-51-71-73-74	Cavi in tubo incassato in parete isolante
2	Cavi unipolari	3-4-5-22-23-24-31-32-33-34-41-42-72	Cavi in tubo in aria
3	Cavi unipolari	18	Cavi in aria libera in posizione non accessibile
4	Cavi unipolari	11-12-21-25-43-52-53	Cavi in aria libera a trifoglio
5	Cavi unipolari	13-14-15-16-17	Cavi in aria libera in piano a contatto
6	Cavi unipolari	14-15-16	Cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale
7	Cavi unipolari	13-14-15-16	Cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale
11	Cavi multipolari	2-51-73-74	Cavi in tubo incassato in parete isolante
12	Cavi multipolari	3A-4A-5A-21-21A-22A-24A-25-31-32-33A-34A-43	Cavi in tubo in aria
13	Cavi multipolari	13-14-15-16-17	Cavi in aria libera, distanziati dalla parete/soffitto o su passerella
14	Cavi multipolari	11-11A-12-52-53	Cavi in aria libera, fissati alla parete/soffitto

Posa	Tipologia cavo	UNEL 35026	Descrizione
16M	Cavi multipolari con guaina	61	Cavi in tubi protettivi o in cunicoli interrati
16U	Cavi unipolari con guaina	61	Cavi in tubi protettivi o in cunicoli interrati
18M -18U	Cavi multipolari o unipolari con guaina	62-63	Cavi interrati direttamente con o senza protezione meccanica addizionale ("□=1)
19M -19U	Cavi multipolari o unipolari con guaina	62-63	Cavi interrati direttamente con o senza protezione meccanica addizionale ("□=1,5)

La temperatura ambiente è fissata in 30°C, salvo diverse indicazioni.

Oppunti coefficienti riduttivi della portata vengono adottati in caso di più circuiti presenti nella stessa canalizzazione.

Nel caso in cui la medesima linea abbia condizioni di posa differenti, verrà adottata la condizione più gravosa (Iz minore).

Qualora in fase di realizzazione dell'opera non vengono rispettati i criteri generali di riempimento delle tubazioni, occorrerà comunicare le varianti al progettista prima dell'esecuzione dei lavori, al fine di verificare se la soluzione proposta garantisce il corretto coordinamento delle protezioni contro le sovraccorrenti.

4.3.2 Legenda tabella di calcolo dimensionamento linee elettriche

Posa :	condizione di posa secondo tabella riportata al punto 4.3;
Pvc o gomma :	tipologia di isolamento del cavo (P = Pvc ; G = gomma);
Cond. :	circuito monofase (2) o trifase (3);
Fase :	in caso di circuito monofase (2) indica la fase di alimentazione (L1, L2 o L3);
Sez. mm ² :	sezione nominale del cavo;
Cond. x fase :	numero di conduttori per fase in parallelo;
Coeff. K ₁ x K ₂ :	prodotto del fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 30°C e il fattore di correzione per più circuiti installati in fascio o strato, secondo la tabella CEI-UNEL 35024/1 fascicolo 3516;
Lungh. :	lunghezza del cavo di alimentazione;
Potenza :	potenza assorbita dalle utenze;
I _{cc} monte :	corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione;
Corrente I _b :	corrente assorbita dalle utenze;
Corrente I _n :	corrente nominale termica delle protezioni;
Portata I _z :	portata del cavo di alimentazioni con l'applicazione dei coefficienti correttivi sopra descritti;
C.d.t. % :	caduta di tensione percentuale del circuito;
I _{cc} fine linea :	corrente di corto circuito a fine linea;
Verifica I _b ≤I _n ≤I _z :	verifica della protezione contro il sovraccarico, come riportata al punto 3.9.1;
Verifica I _f ≤1,45I _z :	verifica della protezione contro il corto circuito, come riportata al punto 3.9.1.