



Comune di Ferno
Provincia di Varese

 **Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

 **MINISTERO
DELL'INTERNO**

pag. 1

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

OGGETTO: LAVORI DI EFFICIENTAMENTO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DELLA SEDE CIVICA DI VIA A. MORO A FERNO CIG ZB335D88BA CUP I14J22000440006

COMMITTENTE: Comune di Ferno

Vanzaghello, 18/07/2022

IL TECNICO
Ing. Claudio Turri

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

Committente: **Comune di Ferno - Provincia di Varese**

Indirizzo: **Via Aldo Moro 3 - 21010**

Progetto: **LAVORI DI EFFICIENTAMENTO DELL'IMPIANTO DI
ILLUMINAZIONE DELLA SEDE CIVICA DI VIA A. MORO A
FERNO CIG ZB335D88BA CUP I14J22000440006**

Data: **18 luglio 2022**

SOMMARIO

1. OGGETTO DELL'INTERVENTO	4
1.1. Impianto di illuminazione.....	4
2. SOLUZIONI TECNICHE.....	4
2.1. Illuminazione ambienti interni con controsoffittatura a doghe	4
2.1.1. Posa in opera ad incasso su doghe	5
2.1.2. Alimentazione di potenza dei nuovi apparecchi.....	5
2.1.3. Ambienti ad uso ufficio di dimensioni ridotte: controllo DALI-PUSH	5
2.1.4. Ambienti ad uso ufficio di dimensioni maggiori: controllo DALI-PCU.....	5
2.1.5. Ambienti di servizio	6
2.2. Illuminazione salone pubblico con nuova controsoffittatura in cartongesso	6
2.3. Illuminazione ambienti interni con soffitto tradizionale	6
2.3.1. Ambienti ad uso ufficio di dimensioni ridotte: controllo DALI-PUSH	6
2.3.2. Ambienti ad uso ufficio di dimensioni maggiori: controllo DALI-PCU.....	7
2.3.3. Ambienti di servizio	8
3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	9
3.1. Note generali	9
3.2. Norme di legge	9
3.3. Norme tecniche	9
3.4. Altre prescrizioni	10
4. SPECIFICHE TECNICHE GENERALI.....	10
4.1. Classificazione degli ambienti.....	10
4.2. Grado di protezione minimo per le apparecchiature	10
4.3. Criteri di progettazione illuminotecnica.....	10
4.3.1. Distribuzione delle luminanze.....	10
4.3.2. Illuminamento medio (Em)	11
4.3.3. Abbagliamento molesto	11
4.3.4. Apparenza del colore	11
4.3.5. Resa del colore (Ra)	11
4.3.6. Fattore di manutenzione.....	11
4.4. Specifiche illuminotecniche	11
5. DESCRIZIONE DELLE OPERE	11
5.1. Impianto di illuminazione	12
5.2. Corpi illuminanti.....	12

5.3. Impianto di messa a terra	12
5.4. Rimozione e smantellamento delle apparecchiature esistenti	12
6. CONSIDERAZIONI ENERGETICHE	12
7. DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO	13
7.1. Tipo di intervento richiesto	13
7.2. Estratto Decreto 11 ottobre 2017 - CAM	13
7.3. Controllo domotico DALI-PUSH e DALI-PCU	13
7.3.1. Caratteristiche dei Cavi e loro Connessioni	13
7.3.2. Posa dei Conduttori	14
7.3.3. Curvatura	15
7.3.4. Tipi di Cavo	15

1. OGGETTO DELL'INTERVENTO

Oggetto del presente progetto è un intervento di efficientamento dell'impianto di illuminazione della sede civica del Comune di Ferno, ubicata in via Aldo Moro 3.

In particolare, si tratta della conversione dell'impianto di illuminazione ordinaria di servizio esistente con l'impiego di nuovi apparecchi ad alta efficienza in tecnologia Led, in sostituzione degli apparecchi illuminanti esistenti.

Obiettivo primario dell'intervento è ridurre il fabbisogno energetico legato all'alimentazione elettrica dell'impianto di illuminazione ordinaria, rispetto all'impianto di illuminazione esistente, mantenendo e migliorando il livello e la qualità dell'illuminamento fino al raggiungimento delle condizioni specificate dalle norme tecniche vigenti e dai regolamenti sportivi applicabili agli ambienti considerati.

L'impianto di illuminazione risultante, nel rispetto dei livelli illuminotecnici richiesti per ogni tipologia di ambiente, sarà caratterizzato da assorbimenti energetici complessivamente e significativamente inferiori a quelli dell'impianto attuale, e presenterà caratteristiche illuminotecniche in parte equivalenti e in buona parte migliori rispetto all'attuale.

1.1. Impianto di illuminazione

È prevista l'installazione di corpi illuminanti di diversa tipologia a seconda del tipo di installazione, a plafone o ad incasso e della tipologia degli ambienti di installazione.

In particolare sono previsti nuovi corpi illuminanti per i locali adibiti ad ufficio, corridoi, locali di servizio e servizi igienici.

Alcuni locali richiedono l'installazione di apparecchi illuminanti addizionali, al fine di soddisfare le caratteristiche illuminotecnica prescritte dalle norme.

Nella relazione di calcolo specialistica allegata, sono indicate le schede tecniche e la tipologia degli apparecchi previsti ed utilizzati per i calcoli. Gli apparecchi da installare dovranno avere caratteristiche equivalenti a quelli utilizzati per i calcoli sopra detti.

2. SOLUZIONI TECNICHE

2.1. Illuminazione ambienti interni con controsoffittatura a doghe

Si provvederà alla rimozione degli apparecchi fluorescenti ad incasso attualmente installati ad incasso nella controsoffittatura del tipo a doghe.

Si provvederà alla posa in opera ad incasso nel controsoffitto a doghe di nuovi apparecchi illuminanti a pannello a Led, completi di telaio specifico per montaggio ad incasso, in corrispondenza degli stessi punti luce esistenti. In alcuni locali sarà necessario installare alcuni apparecchi addizionali.

2.1.1.Posa in opera ad incasso su doghe

I nuovi apparecchi da incassare nella controsoffittatura a doghe, avendo una larghezza doppia rispetto a quella degli apparecchi esistenti, richiedono che, per la messa in opera, venga effettuato un taglio a misura della/e doga/doghe adiacente/i a quella con la sede dell'apparecchio da sostituire.

Una volta effettuati i tagli delle doghe e creata la sede idonea per l'inserimento del nuovo apparecchio, munito di apposito telaio per il montaggio ad incasso, si procederà all'inserimento ed al fissaggio del telaio ai correnti portanti della controsoffittatura. Il fissaggio verrà realizzato a mezzo di 4 staffe ad angolo di 90 gradi di lunghezza indicativa pari a 12 cm, imbullonate ai 4 angoli del telaio dell'apparecchio ed ai correnti del controsoffitto. Il bordo della cornice esterna del telaio dell'apparecchio coprirà il taglio delle doghe sottostanti, realizzando una perfetta finitura anche a livello estetico.

2.1.2.Alimentazione di potenza dei nuovi apparecchi

I nuovi apparecchi verranno connessi allo stesso circuito di alimentazione esistente, senza modifiche all'impianto elettrico di alimentazione, essendo, oltretutto, l'assorbimento di potenza inferiore a quello degli apparecchi esistenti.

2.1.3.Ambienti ad uso ufficio di dimensioni ridotte: controllo DALI-PUSH

I nuovi apparecchi dovranno avere un driver DALI-PUSH e poter essere controllati manualmente, in un'ottica di building automation, attraverso un comando che possa regolarne l'intensità luminosa, oltre che lo spegnimento e l'accensione. Negli ambienti di dimensioni ridotte, nei quali sono installati meno di 6 apparecchi, si realizzerà un sistema di controllo DALI-PUSH.

Tale sistema prevede:

- Sostituzione del punto di comando esistente (ad interruttore/deviatore/invertitore) con un normale pulsante di tipo NA
- Posa e collegamento di un conduttore (1 filo di cavo bipolare FG16OM16) dalla fase del pulsante fino al driver del primo apparecchio del gruppo di apparecchi del locale
- Posa e collegamento di un conduttore (1 filo di cavo bipolare FG16OM16) dal driver di un apparecchio al driver dell'apparecchio successivo del gruppo di apparecchi del locale.

2.1.4.Ambienti ad uso ufficio di dimensioni maggiori: controllo DALI-PCU

I nuovi apparecchi dovranno avere un driver DALI-PUSH poter essere controllati manualmente, in un'ottica di building automation, attraverso un comando che possa regolarne l'intensità luminosa, oltre che lo spegnimento e l'accensione. Negli ambienti di dimensioni maggiori, nei quali sono installati 6 o più apparecchi, si realizzerà un sistema di controllo DALI-PCU che consente la sincronizzazione automatica di tutti i punti di controllo del gruppo di apparecchi dell'impianto.

Tale sistema prevede:

- Rimozione del punto di comando esistente (ad interruttore/deviatore/invertitore)
- Installazione, all'interno della scatola ad incasso del punto di comando rimosso, di un piccolo dispositivo elettronico di sincronizzazione DALI, ossia di un'unità di controllo compatta (PCU) che richiede unicamente l'alimentazione fase-neutro.
- Installazione, all'interno della stessa scatola, di un normale pulsante NA collegato all'unità di controllo compatta (PCU)
- Posa e collegamento di un bus a 2 conduttori (cavo bipolare FG16OM16) dall'unità di controllo compatta (PCU) fino all'ingresso DALI del driver del primo apparecchio del gruppo di apparecchi del locale
- Posa e collegamento di un bus a 2 conduttori (cavo bipolare FG16OM16) dall'ingresso DALI del driver di un apparecchio all'ingresso DALI del driver dell'apparecchio successivo del gruppo di apparecchi del locale.

2.1.5. Ambienti di servizio

In tali ambienti di servizio non verrà implementato un sistema di controllo, pertanto potranno essere impiegati apparecchi con driver di tipo ON-OFF, e non verrà modificato il circuito di comando esistente. Nei servizi igienici, verranno installati nuovi apparecchi a Led di tipo civile dotati di sensori di presenza e temporizzatore di spegnimento, atti a ridurre il consumo energetico.

2.2. Illuminazione salone pubblico con nuova controsoffittatura in cartongesso

Si provvederà alla rimozione degli apparecchi fluorescenti ad incasso attualmente installati ad incasso nella controsoffittatura del tipo a doghe. La controsoffittatura verrà sostituita con una nuova controsoffittatura in cartongesso.

Si provvederà alla posa in opera ad incasso nel controsoffitto a doghe di nuovi apparecchi illuminanti a Led, specifici per montaggio ad incasso, in corrispondenza degli stessi punti luce esistenti.

2.3. Illuminazione ambienti interni con soffitto tradizionale

Si provvederà alla rimozione degli apparecchi a plafone attualmente installati a soffitto/ parete.

Si provvederà alla posa in opera a plafone di nuovi apparecchi illuminanti a pannello a Led in corrispondenza degli stessi punti luce esistenti. Detti apparecchi verranno connessi al circuito di alimentazione esistente, senza modifiche all'impianto elettrico, essendo l'assorbimento di potenza inferiore a quello degli apparecchi esistenti. Il driver degli apparecchi sarà contenuto nella struttura del pannello stesso.

2.3.1. Ambienti ad uso ufficio di dimensioni ridotte: controllo DALI-PUSH

I nuovi apparecchi dovranno avere un driver DALI-PUSH e poter essere controllati manualmente, in un'ottica di building automation, attraverso un comando che possa regolarne l'intensità luminosa, oltre che lo spegnimento e l'accensione. Negli ambienti di dimensioni ridotte, nei quali sono installati meno di 6 apparecchi, si realizzerà un sistema di controllo DALI-PUSH.

Tale sistema prevede:

- Sostituzione del punto di comando esistente (ad interruttore/deviatore/invertitore) con un normale pulsante di tipo NA
- Posa e collegamento di un conduttore (1 filo di cavo bipolare FG16OM16) dalla fase del pulsante fino al driver del primo apparecchio del gruppo di apparecchi del locale. In alternativa al cavo bipolare, potrà essere posato un cavo unipolare di tipo FS17 in tubazione incassata esistente
- Posa e collegamento di un conduttore (1 filo di cavo bipolare FG16OM16) dal driver di un apparecchio al driver dell'apparecchio successivo del gruppo di apparecchi del locale. In alternativa al cavo bipolare, potrà essere posato un cavo unipolare di tipo FS17 in tubazione incassata esistente

2.3.2.Ambienti ad uso ufficio di dimensioni maggiori: controllo DALI-PCU

I nuovi apparecchi dovranno avere un driver DALI-PUSH poter essere controllati manualmente, in un'ottica di building automation, attraverso un comando che possa regolarne l'intensità luminosa, oltre che lo spegnimento e l'accensione. Negli ambienti di dimensioni maggiori, nei quali sono installati 6 o più apparecchi, si realizzerà un sistema di controllo DALI-PCU che consente la sincronizzazione automatica di tutti i punti di controllo del gruppo di apparecchi dell'impianto.

Tale sistema prevede:

- Rimozione del punto di comando esistente (ad interruttore/deviatore/invertitore)
- Installazione, all'interno della scatola ad incasso del punto di comando rimosso, di un piccolo dispositivo elettronico di sincronizzazione DALI, ossia di un'unità di controllo compatta (PCU) che richiede unicamente l'alimentazione fase-neutro.
- Installazione, all'interno della stessa scatola, di un normale pulsante NA collegato all'unità di controllo compatta (PCU)
- Posa e collegamento di un bus a 2 conduttori (cavo bipolare FG16OM16) dall'unità di controllo compatta (PCU) fino all'ingresso DALI del driver del primo apparecchio del gruppo di apparecchi del locale
- Posa e collegamento di un bus a 2 conduttori (cavo bipolare FG16OM16) dall'ingresso DALI del driver di un apparecchio all'ingresso DALI del driver dell'apparecchio successivo del gruppo di apparecchi del locale.

2.3.3.Ambienti di servizio

In tali ambienti di servizio non verrà implementato un sistema di controllo, pertanto potranno essere impiegati apparecchi con driver di tipo ON-OFF, e non verrà modificato il circuito di comando esistente. Nei servizi igienici, verranno installati nuovi apparecchi a Led di tipo civile dotati di sensori di presenza e temporizzatore di spegnimento, atti a ridurre il consumo energetico.

3. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

3.1.Note generali

Gli impianti devono essere realizzati in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamenti e raccomandazioni emanate dagli Enti, agenti in campo nazionale e locale, predisposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione. Si fa particolarmente richiamo a tutte le disposizioni vigenti ed emanate durante il corso dei lavori da parte degli enti e delle Autorità Locali.

In particolare si elencano, a titolo informativo ma non limitativo, alcune tra le principali leggi e normative vigenti (sono sottintese le relative varianti) in materia di progettazione ed esecuzione di impianti elettrici.

3.2.Norme di legge

- D.lgs. 9 aprile 2008, n.81 “Testo Unico sulla sicurezza”
- D.L. 22/01/2008 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 installazione degli impianti all’interno degli edifici”.

3.3.Norme tecniche

Per la classificazione dei luoghi e per gli impianti elettrici in essi idonei:

- UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro"
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Decreto ministeriale 11 ottobre 2017 - CAM Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici
- CEI 64-8/7 ottava edizione 2021 - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari - Capitolo 751: Ambienti a maggior rischio in caso d’incendio
- CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87) - Atmosfere esplosive - Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas
- Guida CEI 31-35 - Atmosfere esplosive - Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)
- Guida CEI 31-35/A - Atmosfere esplosive - Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione
- Variante 1 Guida CEI 31-35 - Atmosfere esplosive - Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)

- CEI EN 60079-10-2 (CEI 31-88) - Atmosfere esplosive Parte 10-2: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili.

Per gli impianti elettrici si applicano le norme:

- CEI 64-8 ottava edizione 2021 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI 64-8 ottava edizione 2021- Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari - Capitolo 751: Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio;
- Tabella CEI UNEL 35016 "Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011)"
- CEI 34-159 CEI EN 62722-2-1 2016-12 "Prestazioni degli apparecchi di illuminazione - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per apparecchi di illuminazione a LED"

3.4. Altre prescrizioni

Nell'esecuzione dei lavori si dovrà altresì ottemperare a:

- le prescrizioni del presente capitolato.

4. SPECIFICHE TECNICHE GENERALI

4.1. Classificazione degli ambienti

Ai fini del progetto, tutti gli ambienti dell'edificio sono classificati come luoghi a maggior rischio in caso d'incendio di tipo A pertanto si devono considerare le prescrizioni normative della Sezione 751 della Norma CEI 64-8/7.

4.2. Grado di protezione minimo per le apparecchiature

Apparecchi illuminanti per interno

IP20

4.3. Criteri di progettazione illuminotecnica

Al fine di ottenere una corretta illuminazione è necessario soddisfare tre esigenze fondamentali:

- il comfort visivo (sensazione di benessere)
- la prestazione visiva (svolgimento del compito anche in situazioni difficili e protratte)
- la sicurezza.

Per soddisfare tali esigenze è necessario considerare i seguenti parametri fondamentali che caratterizzano l'ambiente luminoso:

4.3.1. Distribuzione delle luminanze

È necessario evitare contrasti di luminanze troppo elevati o troppo bassi al fine di aumentare il comfort visivo.

4.3.2.Illuminamento medio (Em)

I valori specificati nel seguito per ogni tipo di ambiente interno sono illuminamenti medi mantenuti necessari a garantire il comfort visivo, e riguardano le superfici di riferimento nella zona del compito visivo.

In ogni caso per zone occupate continuativamente l'illuminamento mantenuto non deve essere minore di 500 lx.

4.3.3.Abbagliamento molesto

Impedisce una visione corretta del compito visivo. Deve essere valutato utilizzando il metodo CIE dell'indice unificato di abbagliamento UGR, i cui valori massimi per ogni singolo ambiente sono riportati nel seguito per ogni tipo di ambiente interno.

4.3.4.Apparenza del colore

Si riferisce alla percezione di colore apparente della luce emessa ed è definita dalla temperatura di colore (misurata in K) correlata alla sorgente luminosa:

- W (warm) luce bianco calda, minore di 3000 K
- N (intermediate) luce bianco neutra, da 3300 a 5300 K
- D (daylight) luce bianchissima maggiore di 5300 K

4.3.5.Resa del colore (Ra)

È un indice che definisce la capacità di una lampada a restituire in modo adeguato la percezione dei colori. Il valore massimo è 100 e diminuisce al diminuire della qualità della resa del colore. Il valore minimo di tale indice è indicato nel seguito per ogni tipo di ambiente interno col proprio compito visivo.

4.3.6.Fattore di manutenzione

Si stabilisce in base alle caratteristiche di impianto (apparecchi, ambiente, programma di manutenzione). Si assumerà per tutti gli ambienti un fattore di diminuzione pari a 0,9.

4.4.Specifiche illuminotecniche

Per ogni tipologia di ambiente, facente parte del plesso scolastico, dovranno essere soddisfatte le seguenti specifiche illuminotecniche:

<u>Tipo di ambiente interno</u>	<u>Em</u>	<u>UGR_L</u>	<u>R_a</u>
Ufficio - scrittura, lettura, elaborazione dati	500	19	80
Corridoi	100	25	80

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le descrizioni degli impianti riportate nel seguito vanno opportunamente integrate con tutte le indicazioni tecniche di dettaglio indicate nei documenti allegati.

5.1. Impianto di illuminazione

In generale, l'intervento prevede la sostituzione con parziale integrazione degli apparecchi illuminanti.

I nuovi corpi illuminanti verranno connessi agli esistenti punti luce, senza necessità di intervenire sui circuiti di distribuzione dell'impianto esistente.

I circuiti di controllo bus DALI saranno realizzati, in generale, con cavo multipolare LSOH del tipo FG16OM16 2x1,5 mm², conforme ai requisiti previsti dalla "Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR" posati nel controsoffitto o in tubazione incassata.

5.2. Corpi illuminanti

I corpi illuminanti da adottarsi per i vari ambienti dovranno essere in possesso di marchio di qualità IMQ e certificato di conformità alle vigenti normative di prodotto.

5.3. Impianto di messa a terra

Ai fini della protezione dai contatti indiretti, dovranno essere effettuati tutti i collegamenti dei conduttori di protezione (PE) della rete di terra esistente ai nuovi apparecchi illuminanti installati, fatta eccezione per gli apparecchi dichiarati dal costruttore in classe II di isolamento.

5.4. Rimozione e smantellamento delle apparecchiature esistenti

L'Impresa dovrà procedere alla rimozione delle apparecchiature esistenti nei locali oggetto di intervento; tali apparecchi dovranno essere trasportati al deposito indicato dalla D.L. o, se trattasi di risulta, al locale deposito provvisorio di rifiuti ingombranti.

Rientrano negli oneri dell'impresa tutti quei materiali e lavori che, anche se non menzionati nel presente articolo, risultassero ugualmente necessari per rendere perfettamente liberi ed agibili i locali interessati.

6. CONSIDERAZIONI ENERGETICHE

Si riporta di seguito una tabella di confronto tra le potenze assorbite dall'attuale e dal nuovo impianto di illuminazione. È indicato il risparmio energetico conseguito per qualche tipologia di ambiente, considerando il solo dato di potenza assorbita dagli apparecchi. In realtà, il controllo di tipo domotico, attraverso la gestione DALI, consentirà di aumentare ulteriormente il risparmio energetico, regolando i livelli di intensità luminosa in base alle reali esigenze giornaliere e stagionali degli ambienti.

	Pot.attuale [W]	Pot.nuovo impianto [W]	Risparmio energetico %
Ufficio tecnico LL.PP. manutenzioni	540	330	39%
Anagrafe stato civile	702	429	39%
SAP	270	165	39%
Protocollo	216	132	39%
Tributi	432	264	39%

7. DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO

7.1.Tipo di intervento richiesto

L'impianto elettrico in progetto costituirà una trasformazione dell'impianto esistente. In particolare, consisterà nella sostituzione degli apparecchi illuminanti al piano rialzato e, parzialmente, al piano primo dell'edificio con nuovi apparecchi ad alta efficienza controllabili in modo da poterne ridurre il consumo energetico, nel rispetto dei criteri CAM.

7.2.Estratto Decreto 11 ottobre 2017 - CAM

2.4.2.12 *Impianti di illuminazione per interni ed esterni* - I sistemi di illuminazione devono essere a basso consumo energetico ed alta efficienza. A tal fine gli impianti di illuminazione devono essere progettati considerando che:

tutti i tipi di lampada per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici, devono avere una efficienza luminosa uguale o superiore a 80 lm/W ed una resa cromatica uguale o superiore a 90; per ambienti esterni di pertinenza degli edifici la resa cromatica deve essere almeno pari ad 80; i prodotti devono essere progettati in modo da consentire di separare le diverse parti che compongono l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita. Devono essere installati dei sistemi domotici, coadiuvati da sensori di presenza, che consentano la riduzione del consumo di energia elettrica.

7.3.Controllo domotico DALI-PUSH e DALI-PCU

Il controllo domotico degli apparecchi, per gruppi ed ambienti, prevede l'installazione di pulsanti NA in sostituzione dei normali punti di comando ad interruttore / deviatore / invertitore.

- Nel caso di controllo più semplice, DALI-PUSH, è necessario portare un conduttore di fase al driver di ogni apparecchio del gruppo controllato.
- Nel caso di controllo sincronizzato, DALI-PCU, è necessario installare un piccolo dispositivo elettronico all'interno della scatola, insieme al pulsante; detto dispositivo va alimentato con fase-neutro, va collegato al pulsante e va collegato, mediante un bus a 2 fili, all'ingresso DALI del driver di ogni apparecchio del gruppo controllato.

7.3.1.Caratteristiche dei Cavi e loro Connessioni

A prescindere dal tipo di posa, tutti i cavi ed i conduttori in generale devono risultare perfettamente sfilabili e reinfilabili nelle rispettive condutture. Tutti i cavi da impiegare nell'impianto del presente progetto esecutivo devono avere un grado di isolamento non inferiore a 450/750V e i requisiti di non propagazione dell'incendio e bassa emissione dei gas tossici e fumi opachi in conformità alle Norme vigenti. In ogni caso la posa dei cavi deve risultare tale da garantire il perfetto funzionamento degli stessi, una ventilazione adeguata e da raggiungere, ad installazione ultimata, un gradevole effetto estetico.

Non sono ammesse le giunzioni di nessun tipo nelle tubazioni/canaline/passarelle: le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite solamente entro le cassette di derivazione mediante opportuni morsetti di sezione adeguata ai cavi da collegare.

L'ingresso dei cavi nelle cassette deve essere eseguito quando possibile e sempre quando dovuto a mezzo di appositi raccordi pressacavo.

I conduttori dovranno essere legati all'interno delle cassette di derivazione e disposti i fasci, ordinatamente circuito per circuito.

Non è ammesso connettere o far transitare nella stessa cassetta di derivazione conduttori appartenenti ad impianti ed a servizi diversi.

Le connessioni elettriche tra i conduttori e i conduttori e gli altri componenti dovranno assicurare una continuità elettrica duratura e presentare un'adeguata resistenza meccanica.

Le connessioni dovranno essere eseguite utilizzando appositi dispositivi destinati allo scopo e che dovranno essere scelti in modo tale da assicurare che le stesse connessioni possano sopportare le sollecitazioni provocate dalle massime correnti ammissibili dalle condutture in servizio ordinario e dalle correnti di corto circuito determinate sulla base delle caratteristiche dei dispositivi di protezione e dalle vibrazioni previste nelle condizioni ordinarie di servizio.

Le connessioni realizzate all'interno di quadri o di apparecchiature dovranno essere realizzate in conformità delle Norme inerenti a queste apparecchiature.

Tutte le connessioni dovranno essere comunque inserite in un involucro che abbia adeguata protezione meccanica in funzione della condizione di posa.

In particolare la scelta dei dispositivi di connessione dovrà tenere conto del tipo di materiale dei conduttori e del loro isolamento, del numero e della forma delle anime dei conduttori, della sezione dei conduttori, del numero dei conduttori da collegare insieme.

Non potranno essere eseguite giunzioni per mezzo di saldature a stagno tra conduttori alimentanti circuiti di potenza.

Tutte le connessioni dovranno avere accessibilità d'ispezione, per prove o per manutenzione ad eccezione delle giunzioni di cavi interrati e delle giunzioni impregnate con un composto o incapsulate.

Si dovranno prendere adeguate precauzioni per le connessioni eseguite, al fine di evitare che la temperatura raggiunta in condizioni di servizio ordinario danneggi l'isolamento dei conduttori che ad esse siano collegati o che sostengano le stesse connessioni.

7.3.2.Posa dei Conduttori

I conduttori di energia e di segnale dovranno sempre fare parte di condutture diverse e separate.

In caso non possa essere evitata la posa promiscua di conduttori di segnale o energia di circuiti a tensione diversa nella medesima conduttura, si dovranno utilizzare tipi di cavo aventi caratteristiche di isolamento pari a quelle del cavo appartenente al circuito a tensione più elevata.

Per lo stipamento dei cavi nei tubi, dovranno essere rispettate le prescrizioni impartite dalle Norme CEI UNEL.

Tutte le condutture installate dovranno in ogni caso e comunque, essere costruite in modo tale da avere un ottimo grado di isolamento ed impedire in modo efficace la possibilità di contatti diretti.

7.3.3.Curvatura

La curvatura dei cavi dovrà essere tale da non danneggiare i cavi medesimi. Pertanto dovranno essere rispettate le indicazioni del fabbricante, relativamente al minimo raggio di curvatura consentito in funzione del diametro esterno del cavo.

7.3.4.Tipi di Cavo

I cavi incorporati nelle opere di costruzione, sono considerati "prodotti da costruzione" e quindi soggetti al regolamento CPR (Construction Product Regulation, regolamento dell'Unione Europea n.305/11) per cui verranno denominati "cavi CPR".

I cavi sono ritenuti prodotti da costruzione soprattutto perché la loro presenza è significativa per l'innesco e la propagazione dell'incendio, nonché per l'emissione dei prodotti della combustione.

I cavi CPR devono superare prove, relative alla reazione al fuoco, ulteriori e più severe di quelle previste finora. Di conseguenza, le mescole di cui sono costituiti i materiali isolanti e le guaine sono cambiate; e così anche le sigle utilizzate per designare il tipo di cavo.

Di seguito sono indicate le sigle di alcuni cavi CPR di energia per bassa tensione per ogni classe di reazione al fuoco.

Classe Eca

- H07V-K, H07RN-F

Classe Cca-s3,d1,a3

- FG16(O)R16 0,6/1kV cavi unipolari con guaina o multicolori
- FS17 450/750 V cavi unipolari senza guaina

Classe Cca-s1b,d1,a1

- FG16(O)M16 0,6/1 kV cavi unipolari con guaina o multicolori
- FG17 450/750 V cavi unipolari senza guaina

Classe B2ca-s1a,d1,a1

- FG18OM16 0,6/1kV e FG18OM18 0,617 kV, cavi multipolari

Nonostante l'impiego di nuove mescole per isolamenti e guaine le caratteristiche elettriche e meccaniche dei cavi CPR, di fatto, non cambiano rispetto ai cavi non CPR che sostituiscono. In particolare, non cambiano le portate dei cavi e i colori delle guaine.

La seguente tabella riporta le tipologie di cavi idonee ad essere installati nel presente intervento:

Livello rischio	Euroclasse CPR CEI UNEL 35016	Luoghi di impiego / Modalità di posa	CAVI CPR
ALTO	B2ca - s1a,d1,a1	--	FG18OM18 - 0,6/1 kV FG18OM16 - 0,6/1 kV
MEDIO	Cca - s1b, d1, a1	Uffici / posa 25, posa 5	FG16OM16 - 0,6/1 kV FG17 - 450/750 V
BASSO	Cca - s3, d1, a3	Uffici / posa 5	FG16OR16 - 0,6/1 kV FS17 - 450/750 V
BASSO	Eca	--	H07RN-F H07V-K