

## COMUNE DI BOLOGNA

### I.I.S. "ALDINI-VALERIANI"

Sede Via Bassanelli, 9 - Bologna

## Progetto rifacimento dell'impianto di illuminazione

**PROPRIETA':**

**COMUNE di BOLOGNA**  
in convenzione  
con la Città' Metropolitana di Bologna  
ai sensi della L.n. 23/11.01.1996

Il Direttore Area Servizi Territoriali  
Metropolitani:

Dott. Ing. M. BIAGETTI

Responsabile unico procedimento:

Dott. Ing. M. FERRARINI

Progettazione :

Per.ind. A. BRUNI

Disegni:

Geom. M. D'Amato

oggetto:

**RELAZIONE GENERALE**

tavola n°: **A1**

scala elab.

Archivio:

cod str:

data: MAGGIO 2021

## PROGETTO ESECUTIVO

## INDICE

1) DESCRIZIONE IMMOBILE.....	2
1) DESTINAZIONE D'USO .....	5
2) DATI CATASTALI.....	5
3) INQUADRAMENTO URBANISTICO GENERALE.....	5
4) VERIFICA DI INTERESSE ARCHITETTONICO.....	6
5) INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE .....	6
6) VALUTAZIONI ENERGETICHE .....	6
7) VALUTAZIONI PREVENZIONE INCENDI .....	6
8) LISTINI PREZZI UNITARI .....	6
10 ) PROGETTO.....	7
10.1) STATO DI FATTO .....	9
10.2) INTERVENTI PREVISTI .....	10
10.2.1) Rimozione impianti elettrici esistenti e ripristino del soffitto .....	10
10.2.2) Rifacimento quadro elettrico aula .....	10
10.2.3) Impianto illuminazione aula.....	15
10.2.4) Sistema di regolazione della luce .....	18
10.3) RELAZIONE DI CALCOLO.....	19

## 1) DESCRIZIONE IMMOBILE

Il complesso dell'Istituto Scolastico Aldini Valeriani / Fondazione Aldini è costituito da una serie di corpi di fabbrica, fra loro comunicanti, di diversa altezza. L'edificio ha struttura portante in telaio di cemento armato con tamponature in laterizio forato o semipieno, mentre le partizioni orizzontali sono realizzate con solai in laterocemento. Il coperto è costituito sempre da solaio in laterocemento con manto di copertura in coppi. Solo per le zone dei laboratori il coperto è realizzato a mezzo di struttura shed poggianti su capriate in conglomerato cementizio armato.

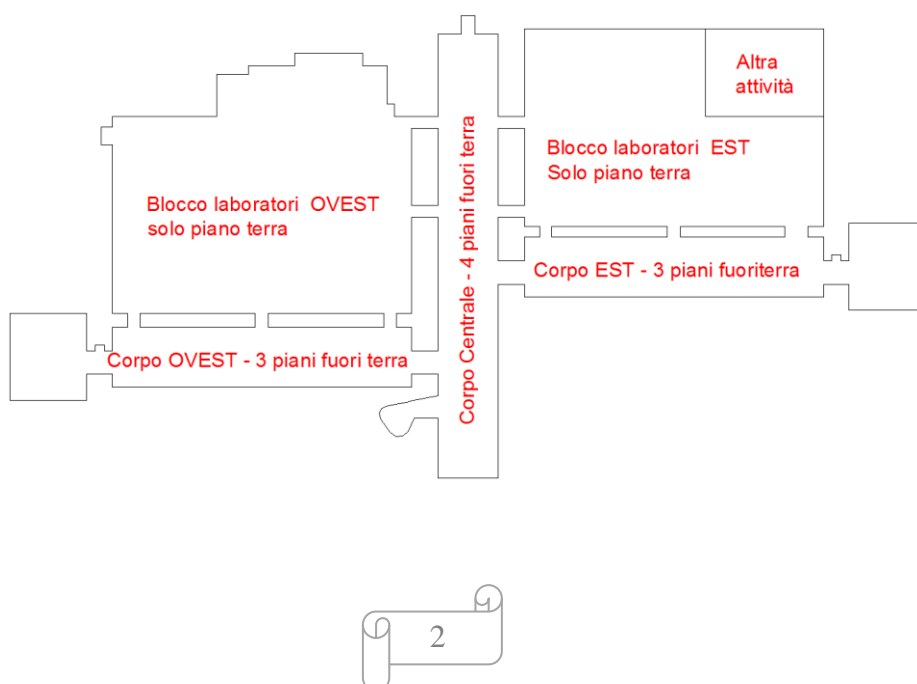
I diversi corpi di fabbrica possono essere individuati come di seguito:

- corpo centrale, dove si concentrano soprattutto aule, costituito da 4 piani fuori terra nonché la segreteria e gli uffici al piano primo
- corpo sx, dove si concentrano soprattutto aule, costituito da 3 piani fuori terra
- corpo dx, dove si concentrano soprattutto aule, costituito da 3 piani fuori terra
- blocco laboratori sx, dove si trovano esclusivamente laboratori, costituito dal solo piano terra
- blocco laboratori dx, dove si trovano esclusivamente laboratori, costituito dal solo piano terra.

Le comunicazioni verticali sono garantite a mezzo di nove scale interne integrate da un sistema di impianti di sollevamento per un totale di cinque ascensori ed un montacarichi.

L'impianto di illuminazione esistente è di varia tipologia, con plafoniere fluorescenti nelle aule e corridoi, anche di vecchia generazione, e lampade fluorescenti nei laboratori.

In parte, a rottura dei corpi illuminanti, sono state eseguite sostituzioni delle plafoniere fluorescenti con panel led o plafoniere a led in aule e corridoi e con lampade a led nei laboratori.



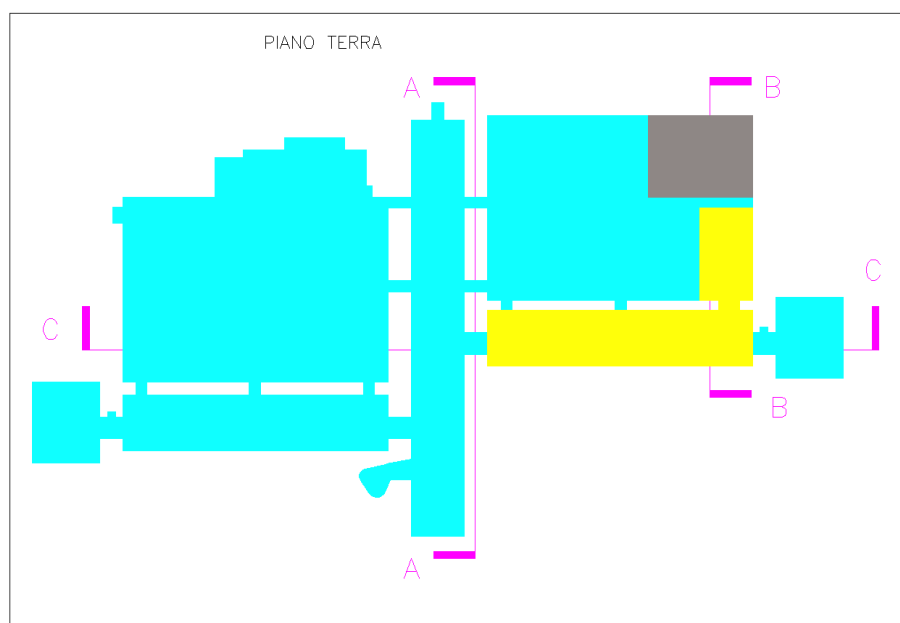
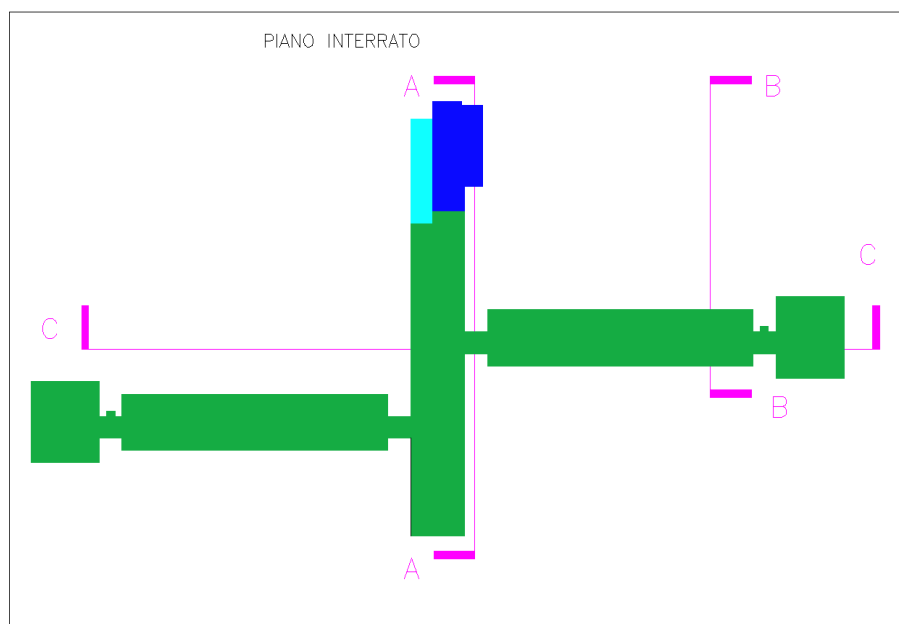
Locali istituti aggregati Aldini Valeriani

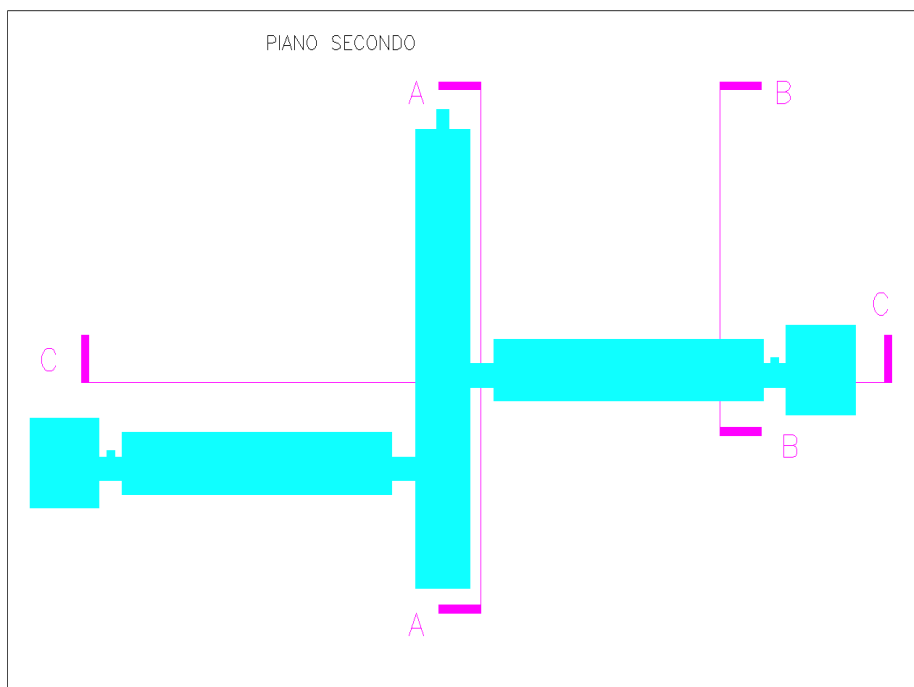
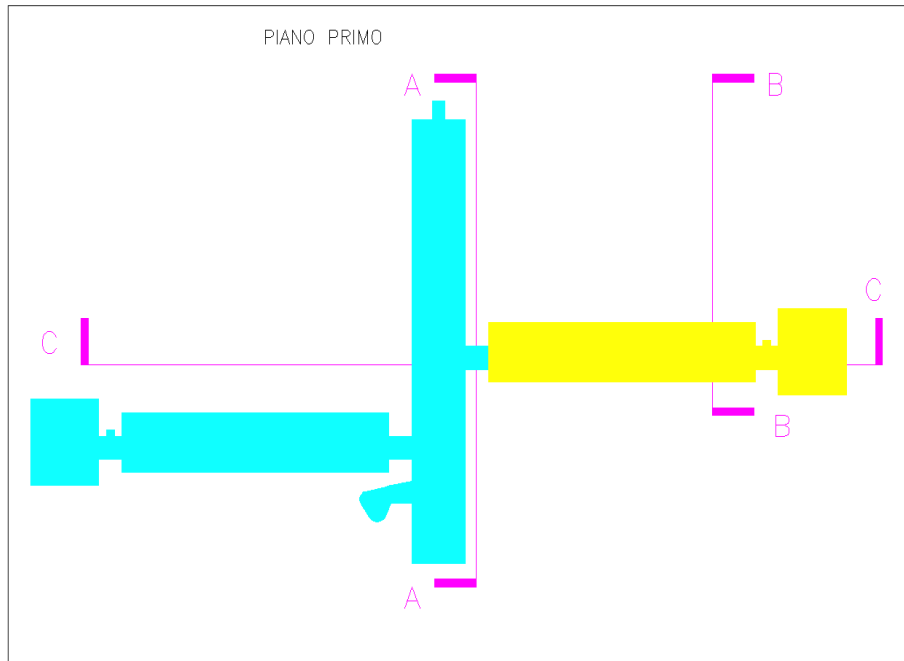
Locali fondazione Aldini Valeriani

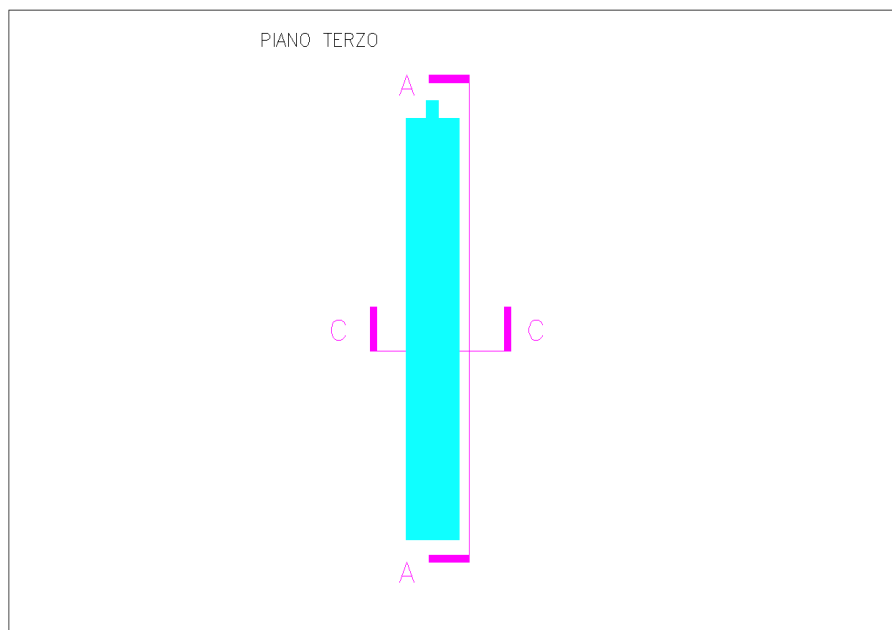
Locali centrale termica

Locali non utilizzati

Locali non estranei all'attività







### **1) DESTINAZIONE D'USO**

Il fabbricato è destinato a Istituto scolastico di Istruzione superiore.

### **2) DATI CATASTALI**

L'Istituto è di proprietà del Comune di Bologna in convenzione ex Legge 23/96 alla Città metropolitana di Bologna dal 01/01/2018.

Comune di Bologna:

Foglio 53, Mappale 569

### **3) INQUADRAMENTO URBANISTICO GENERALE**

L'intervento progettato risulta conforme alle prescrizioni urbanistiche-edilizie interessanti l'area scolastica e pertanto non si rendono necessari ulteriori approfondimenti urbanistici.

L'area in cui ricade l'edificio è in Ambito 36 "Ippodromo-Aldini Ambito pianificato, consolidato specializzato", art. 32bis della variante RUE di Bologna. L'Uso previsto è il 7b.

Ai sensi dell'art. 3 del D.P.R. 380/2001 gli interventi in progetto ricadono nella manutenzione straordinaria.

#### **4) VERIFICA DI INTERESSE ARCHITETTONICO**

L'edificio oggetto di intervento non è soggetto a vincolo architettonico o paesaggistico.

#### **5) INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE**

Per la tipologia di intervento progettato non sono necessari approfondimenti e indagini.

#### **6) VALUTAZIONI ENERGETICHE**

L'intervento progettato prevede la sostituzione del sistema di illuminazione delle aule, le cui caratteristiche sono riportate nella descrizione degli interventi di progetto.

#### **7) VALUTAZIONI PREVENZIONE INCENDI**

L'Istituto Aldini Valeriani ha il Certificato di Prevenzione Incendi.

#### **8) LISTINI PREZZI UNITARI**

Per la computazione estimativa dell'intervento si sono utilizzati i seguenti listini: "Elenco regionale dei prezzi delle Opere Pubbliche e difesa del suolo della Regione Emilia-Romagna" anno 2019; "Prezzario Provveditorato Interregionale per la Lombardia e l'Emilia Romagna" anno 2019. Dove non trovate le voci di riferimento, le stesse sono state ricavate da analisi di mercato.

## **10 ) PROGETTO**

Oggetto del presente intervento è il mero rifacimento del sistema di illuminazione interno delle aule. L'opera consisterà nel rifacimento del quadro elettrico dell'aula, del punto di comando dell'illuminazione a pulsante, delle plafoniere e del sistema di regolazione e controllo.

### **Quadro normativo**

Il quadro e le apparecchiature in oggetto saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle Norme CEI EN (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (International Electrotechnical Commission) in vigore e, in particolare:

CEI EN 60529, classificazione CEI 70-1 (IEC 60529) "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)";

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

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

CEI 64-16 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Protezione contro le interferenze elettromagnetiche (EMI) negli impianti elettrici

CEI 64-56 Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici.

UNI EN 12464 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni

Gli impianti dovranno rispondere alle regole e norme previste dalla Legislazione Italiana e, in particolare:

conformità alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni;

DLGS 37/08 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici

Le suddette disposizioni normative e legislative risultano valide al momento della consegna del progetto; il costruttore dovrà comunque attenersi a tutta la normativa in vigore al momento

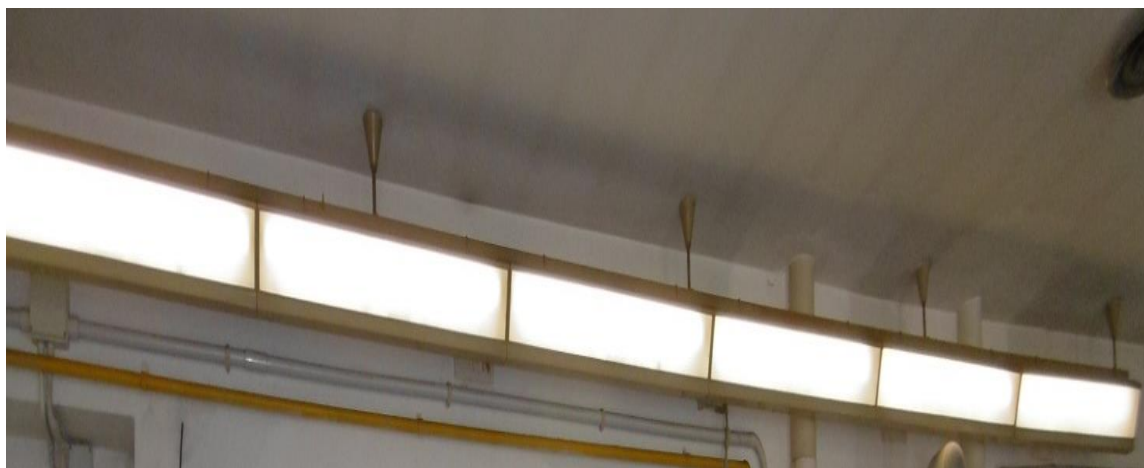


dell'installazione.

Decreto 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 (con particolare riferimento alle prescrizione per gli impianto di illuminazione per interni ed esterni).

## 10.1) STATO DI FATTO

L'impianto elettrico esistente per ciascuna aula è costituito da 12 lampade fluorescenti a reattore ferromagnetico fissate sui condotti in lamiera zincata installate ad un'altezza prossima ai 4 m dal piano di lavoro rispettivamente sui lati del soffitto con inclinazione pari a circa 45°.



Il livello di illuminamento ottenuto da questo sistema di illuminazione è insufficiente rispetto alle normative attuali, si stima che il livello di illuminazione attuale sia circa la metà di quanto attualmente prescritto per la destinazione d'uso in oggetto dalla normativa UNI EN 12464.

L'impianto elettrico dell'aula ha origine dal quadretto elettrico ad incasso costituito da interruttori automatici per la protezione dei circuiti di illuminazione e di forza motrice dal quale avviene anche l'accensione e lo spegnimento delle lampade, procedura non più ammessa dalla vigenti normative.



## **10.2) INTERVENTI PREVISTI**

Gli interventi oggetto del presente progetto riguardano, come già descritto, la rimozione degli impianti esistenti, il ripristino e l'imbiancatura del soffitto, l'installazione del quadro elettrico, il rifacimento dell'impianto di illuminazione e relativo sistema di regolazione della luminosità, delle aule e laboratori ubicate al secondo e terzo piano del fabbricato principale.

I lavori potranno essere svolti anche durante l'anno scolastico, ma non potranno provocare interruzioni all'attività didattica, se non in casi particolari preventivamente concordati con la direzione lavori, congiuntamente alla direzione dell'istituto.

L'appaltatore pertanto dovrà adattare costantemente il suo cronoprogramma a queste situazioni particolari.

Nessuno compenso sarà riconosciuto all'appaltatore per l'interruzione delle lavorazioni rispetto al cronoprogramma, per la frammentazione delle stesse in più aree anche distanti tra di loro, per il protrarsi delle lavorazioni oltre gli usuali orari di lavoro, per maggiori oneri di segnalazione, segregazione o presidio delle aree di lavorazione e quanto altro possa essere necessario durante l'esecuzione dei lavori per non interrompere o sospendere l'attività didattica.

L'organizzazione delle fasi di lavoro, per garantire la sicurezza in caso di esodo, dovrà essere concordata con il RSPP, con il quale verificare le modalità di chiusura delle varie zone di lavoro.

### **10.2.1) Rimozione impianti elettrici esistenti e ripristino del soffitto**

L'intervento di rimozione degli impianti elettrici consiste nello smantellare tutto l'impianto elettrico di illuminazione, preservando l'impianto di diffusione sonora e di forza motrice.

Stuccare tutti i buchi propri dell'impianto esistente rimosso, trattare la superficie del soffitto per poi effettuare una corretta imbiancatura, al fine di non dover effettuare nel prossimo futuro altre lavorazioni in prossimità dei nuovi corpi illuminanti.

### **10.2.2) Rifacimento quadro elettrico aula**

Il quadro elettrico di ciascuna aula oggetto dell'intervento, sarà dotato di dispositivi di protezione modulari dimensionati per la protezione dell'impianto. Il quadro sarà dotato di un sezionatore generale 2x16 A, 230 V da due interruttori automatici modulari 2x6 A per i circuiti di illuminazione e un interruttore 2x16 A, 230 V per circuito di prese. Il quadro elettrico di ogni aula verrà alimentato da un quadro generale di piano (Q0) situato a nel corridoio non oggetto di intervento.

Il quadro di aula sarà dimensionato e progettato in modo da garantire le seguenti protezioni:

- Protezione dei circuiti

Le protezioni dei circuiti contro le correnti di corto circuito, sovracorrenti e correnti di dispersione verso terra dovranno essere realizzate inserendo dispositivi magnetotermici -differenziali e collegando le masse metalliche all'impianto di terra esistente. Questi, rappresentando i dispositivi attivi di protezione, dovranno essere adeguatamente coordinati, per evitare che possa permanere una tensione superiore a 50 V per un periodo breve, in qualsiasi parte dell'impianto.

- Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti dovrà essere realizzata mediante l'isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere. Le parti attive devono essere completamente ricoperte con materiale isolante. Per gli altri componenti elettrici la protezione dovrà essere assicurata da un isolamento tale da resistere alle influenze meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali possono essere soggetti nell'esercizio. Vernici, lacche, smalti e similari non sono ammessi quali isolanti per la protezione contro i contatti diretti. Tutti i quadri devono essere saldamente fissati in modo da garantire una sufficiente stabilità e durata nel tempo. Le barriere e gli involucri dei quadri e dei vari componenti devono poter essere tolti e/o aperti solo mediante uso di chiavi o attrezzi.

- Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti (sistema TT) è realizzata mediante l'interruzione automatica del circuito con l'impiego di interruttori automatici differenziali coordinati con l'impianto di terra, in modo che la tensione massima di contatto non superi i 50V, in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 64.8/4.

Gli interruttori automatici con corrente differenziale di sgancio pari a 0.03° installati nel quadro di corridoio garantiscono la protezione contro i contatti diretti in caso di inefficienza delle altre misure di protezione. In relazione ai contatti diretti ed indiretti, il coordinamento viene realizzato quando è soddisfatta la seguente relazione:

$$R_E I_d \leq U_L$$

$R_E$  = resistenza dell'impianto di terra del complesso in oggetto;

$I_d$  = corrente di intervento del dispositivo di protezione ovvero corrente differenziale del relè differenziale per tempi massimi fino a 0.4 s;

$U_L$  = tensione limite di contatto (50V);

- Protezione contro i sovraccarichi e i cortocircuiti

La protezione contro i sovraccarichi delle linee sarà realizzata adottando interruttori automatici dotati di relè termici in grado di interrompere la corrente in caso di sovraccarico prima che la stessa possa arrecare un riscaldamento eccessivo all'isolamento dei componenti dell'impianto. In particolare i conduttori saranno scelti in modo che:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 \times I_z$$

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 I_z \text{ per i fusibili}$$

dove:

$I_f$  corrente di intervento del dispositivo di protezione

$I_n$  corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_b$  corrente di impiego del circuito

$I_z$  portata della conduttura

La protezione contro i corto circuiti sarà realizzata adottando interruttori automatici dotati di relè magnetico in grado di interrompere la corrente in caso di corto circuito prima che possa diventare pericolosa a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori. Ad esclusione di eventuali circuiti di sicurezza per i quali si prevede la sola protezione dai corto circuiti, tutte le altre condutture sono

- Cablaggio

Il cablaggio nel quadro aula, dovrà essere effettuato con cavi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e gas tossici e corrosivi LSOH, rispondenti alle norme CEI 20-22 e 20-38 FG17 o equivalenti. La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente nominale  $I_n$  dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a 4 A/mm<sup>2</sup>. Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

- Morsettiere

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo". Le morsettiere di attestazione delle linee in arrivo dovranno essere complete di targhette

on opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione. Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

- Collegamenti equipotenziali

Tutti i conduttori di terra o di protezione in arrivo e/o in partenza dal quadro dovranno essere attestati singolarmente su di una sbarra di terra in rame, completa di fori filettati. Tutte le apparecchiature saranno collegate all'impianto di terra. Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capocorda a compressione di tipo ad occhiello.

- Riserva, scorta nei quadri

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno 25-30%.

- Marcature

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 e saranno del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro;
- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti preisolati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;
- cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

- Accessori


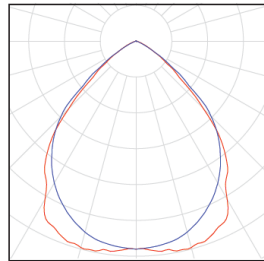
Gli accessori dei quadri elettrici comprendono:

- lampade di segnalazione di tipo led, ovvero complessi di segnalazione a led preassemblati, completi delle varie segnalazioni di stato, allarme, ecc. relative alle varie apparecchiature; la superficie di emissione dovrà essere  $> 100 \text{ mm}^2$  con un angolo di emissione di almeno  $140^\circ$ ;
- schema elettrico unifilare, schema funzionale e schema topografico con l'indicazione delle zone d'impianto custoditi in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro o entro apposito armadietto nel caso di quadri di cabina;
- targa di identificazione del quadro;
- targa del costruttore;
- targhette di identificazione delle varie apparecchiature sul fronte del quadro in alluminio, ovvero in materiale plastico autoestinguente, con scritte pantografate inserite su apposite guide porta etichette in plastica o magnetiche (tipo VDR  $h=17\text{mm}$ ) fissate con viti zincate sulla carpenteria del quadro; eventuali spazi vuoti dovranno essere completati con targhette senza scritte in modo da evitare la possibilità di scorrere lungo le guide

### 10.2.3) Impianto illuminazione aula

L'intervento principale è quello di sostituire le lampade fluorescenti a reattore ferromagnetico esistenti con le lampade a LED.

L'intervento proposto, in rispetto alla normativa vigente e alla legislazione sui criteri ambientali minimi (Decreto 11 ottobre 2017), consiste nell'installazione di un sistema di illuminazione a LED in grado di mantenere un livello di illuminamento medio di 500 lux sulla superficie di lavoro, garantire un indice di resa cromatica pari o superiore a 90, controllato da un sistema di regolazione domotico in base alla luminosità ed alla presenza delle persone. La scelta dei 500Lux medi è dovuta all'utilizzo delle aule anche per corsi serali per adulti in ottemperanza alle prescrizioni della UNI 12464 per le aule scolastiche

Lampada (Emissione luminosa)		
<p>Emissione luminosa 1 Dotazione: 1x22W 2xLED - 940 Fotometria assoluta Flusso luminoso apparecchio: 4380 lm Potenza: 49.0 W Rendimento luminoso: 89.4 lm/W</p> <p>Indicazioni di colorimetria 1x22W 2xLED - 940: CCT 4000 K, CRI 92</p>		
		 
<p>Flusso luminoso lampadine complessivo: 61320 lm, Flusso luminoso lampade complessivo: 61320 lm, Potenza totale: 686.0 W, Rendimento luminoso: 89.4 lm/W</p>		

Tali impostazioni progettuali porteranno alla riduzione del consumo energetico e ad un notevole aumento del comfort visivo per gli utilizzatori delle aule. Le lampade a LED dali con il rivelatore di presenza utilizzate saranno disposte in maniera ottimale su soffitto in modo da soddisfare i requisiti illuminotecnici attesi<sup>1</sup>.

#### APPARECCHI ILLUMINANTI

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere con corpo in acciaio zincato a caldo e verniciato a base di poliestere in colore bianco, ottenute tramite rolling process. Unità luminosa in acciaio zincato

<sup>1</sup> Al fine di determinare il numero degli apparecchi illuminanti necessari è stato effettuato un calcolo illuminotecnico riportato nell'allegato Relazione di Calcolo, con un apparecchio illuminante di primaria ditta costruttrice, utilizzando quindi le curve fotometriche specifiche del prodotto. Si sottolinea che per garantire la concorrenza la scelta del prodotto sarà solo tecnica in base quindi alle sole caratteristiche tecniche, che dovranno rispettare i criteri CAM sopra indicati.



a caldo, verniciato a base di poliestere in colore bianco con molle di fissaggio a scomparsa e ganci di sicurezza in acciaio inox. Testate di chiusura in policarbonato e dotati di sistemi anticaduta dello schermo, grado di protezione interno minimo IP40.

Dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle normative per la sicurezza fotobiologica conforme al gruppo di rischio esente RG0, norma IEC 62471, IEC/TR 2778.

In ottemperanza ai criteri CAM i corpi illuminanti dovranno avere reattore DALI e indice di resa cromatica pari o superiore a 90, in versione UGR a bassa luminanza:

Luminanza media  $< 3000 \text{ cd/m}^2$  per angoli  $> 65^\circ$  radiali.

Il fissaggio dei corpi illuminanti a soffitto dovrà avvenire tramite ancoraggio chimico avente caratteristiche di tenuta a trazione maggiori o uguali a 0,5kN, realizzati con barre filettate diametro minimo M8.

#### CONDUTTORI, CAVI E ACCESSORI

I cavi esistenti per circuito di illuminazione all'interno delle aule saranno sostituiti da cavi FS17 o similare conforme alla normativa (CEI-UNEL e UNI EN 13501-6) di riferimento e di sezione proporzionata al carico.

Le condutture per cavi saranno a vista e costituiti da tubi rigidi grigi in PVC di diametro opportunamente dimensionato:

$$d \geq 1,5f$$

Dove  $f$  = diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi

$d$  = diametro interno del tubo

La scelta delle lampade a fila continua riduce il numero di punti luce a 2 o 3 a seconda della dimensione dell'aula.

I cavi nelle canalizzazioni e nelle scatole dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; i cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica.

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli elaborati di progetto, in modo da consentirne l'individuazione. Le marcature saranno conformi alle norme CEI 16-7 art.3 ed essere applicate alle estremità del cavo in corrispondenza dei quadri e delle cassette di derivazione dorsali con anelli o tubetti portaetichette, ovvero tubetti presigliali o termorestringenti.

Le connessioni dei cavi comprendono la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti. La guaina dei cavi multipolari dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti. Le terminazioni saranno di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e all'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, ovvero si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

Per le connessioni dei cavi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Negli schemi, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

#### APPARECCHI DI COMANDO

Saranno di tipo civile o stagne a seconda del tipo di impianto previsto.

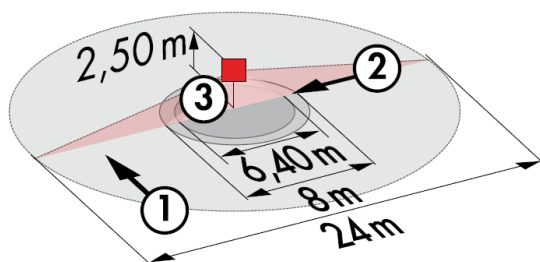
Saranno sempre completi di scatola o contenitore che protegga i morsetti e le parti in tensione.

Qualora gli apparecchi siano composti con elementi metallici (contenitore, telaio di sostegno, mostrina, ecc.) sarà assicurata la messa a terra degli stessi. I comandi di accensione degli impianti saranno realizzati con serie civile delle primarie marche ed installate placche in polimero di colore a scelta della DL.

#### 10.2.4) Sistema di regolazione della luce

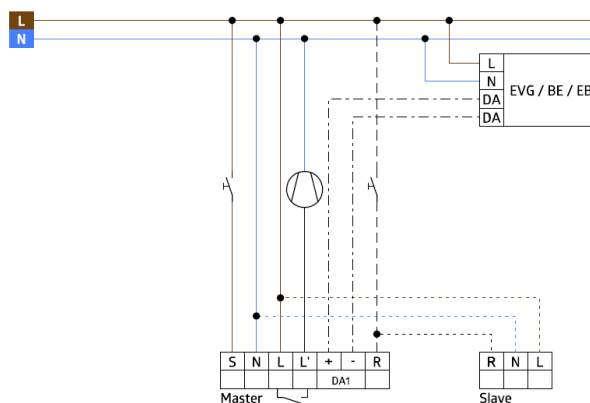
Il sistema di regolazione della luce è stato previsto con il protocollo di comunicazione via cavo DALI, più utilizzato dai produttori di apparecchi illuminanti. Si precisa che il sistema di comunicazione non è vincolante ed in fase di esecuzione potrà essere proposto un'alternativa simile sempre con trasmissione via cavo.

Il sistema consiste in un rivelatore DALI a due canali. Un canale in grado di comandare le lampade con reattore DALI o similare, tramite il BUS DALI o similare e un canale ON/OFF tramite relè interno al rivelatore stesso.



Schema di rilevazione

- 1: Avvicinamento diagonale al rivelatore
- 2: Avvicinamento frontale al rivelatore
- 3: Posizione fissa



Schemi elettrici

Il canale ON/OFF sarà dedicato alla illuminazione della zona cattedra e lavagna, mentre il canale DALI o similare alla illuminazione dell'intero ambiente. Questo consentirà di differenziare l'illuminazione nell'area dedicata alla LIM e quindi consentirne un corretto utilizzo.

Il rivelatore DALI o similare inoltre sarà regolabile anche tramite comando "touch and dimm" o in altri termini tramite comando manuale sul pulsante di accensione, mentre il livello di illuminazione predefinito di ciascuna aula sarà impostabile tramite il telecomando in dotazione. Il valore di set-point delle aule, fissato a 500Lux dovrà essere programmato dalla ditta responsabile dei lavori prima delle procedure di prova e collaudo.

L'impostazione manuale del livello di illuminamento tramite comando a pulsante si resetterà ai valori predefiniti ad ogni spegnimento e accensione dell'illuminazione dell'aula.

La possibilità inoltre di rilevare la presenza delle persone ed il contributo della luce diurna sarà il vero valore aggiunto dell'intervento proposto.

### 10.3) RELAZIONE DI CALCOLO

Al fine di determinare il numero degli apparecchi illuminanti necessari per garantire i livelli di illuminamento di 500 lux , in assenza di luce diurna, è stato effettuato un calcolo illuminotecnico riportato nell'elaborato *Relazione di Calcolo* , con un apparecchio illuminante di primaria ditta costruttrice predisposto per regolazione con protocollo DALI , utilizzando quindi le curve fotometriche specifiche del prodotto .

Si sottolinea che la scelta dell'apparecchio e del protocollo di comunicazione è stata fatta solo per consentire l'utilizzo di un software di calcolo .

Per garantire la concorrenza tra i vari produttori , la scelta del prodotto sarà concordata con la Direzione Lavori sulla base delle sole caratteristiche tecniche riportate nelle schede tecniche, allegate agli apparecchi illuminanti, che saranno proposti prima dell'inizio dei lavori e che dovranno rispettare resa cromatica e criteri CAM riportati nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana Decreto 11 Ottobre 2017.