



STUDIO MILANI S.r.l.

Via Catania 1/H 46031 Bagnolo San Vito (MN)
Tel. 0376/253368
Fax 0376/415290
E-mail: studiomilani@legalmail.it

COMMITTENTE:

COMUNE DI CURTATONE

Piazza Corte Spagnola, 3, Curtatone (MN)

COMUNE:

Curtatone

PROVINCIA:

Mantova

REGIONE:

Lombardia

OGGETTO:

Progetto di riqualificazione energetica
Scuola Primaria di San Silvestro
Via Chiesa, 71, San Silvestro di Curtatone (MN)

ELABORATO:

Relazione tecnica

DESCRIZIONE ELABORATO:

Relazione tecnica e capitolato tecnico per l'esecuzione di un intervento di relamping con installazione di corpi illuminanti a LED

ANNO PROGETTAZIONE :

2019

N° COMMESSA :

-

CODICE ELABORATO :

Rel_LED

DATA :

Settembre 2019

SCALA ELABORATO:

-

N° TAVOLA :

-

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO ESECUTIVO

As - BUILT

REVISIONE:

Prima emissione

N°:

1

DATA:

20-09-2019

LE INFORMAZIONI CONTENUTE NEL PRESENTE DOCUMENTO SONO DI NATURA RISERVATA ED E' FATTO ESPRESSO DIVIETO AL DESTINATARIO DEL PRESENTE DOCUMENTO:
1. DI COPIARE, RISTAMPARE O RIPRODURRE IN ALTRO MODO LE INFORMAZIONI O ANCHE SOLO UNA PARTE DELLE STESSE;
2. DI FORNIRE, RIVELARE, DIVULGARE, ASSEGNARE O METTERE IN QUALSIASI ALTRO MODO A DISPOSIZIONE LE INFORMAZIONI, O PARTE DELLE STESSE, AI SUOI DIPENDENTI, FATTA ECCEZIONE PER QUELLI CHE RISULTANO PREPOSTI ALLA GESTIONE DEL DOCUMENTO, O A TERZI. IL DESTINATARIO DEL PRESENTE DOCUMENTO DOVRA' ALTRESI' PRENDERE TUTTE LE RAGIONEVOLI PRECAUZIONI PER PREVENIRE QUALSIASI RIPRODUZIONE, DIVULGAZIONE OD UTILIZZO DELLE INFORMAZIONI PER SCOPI DIVERSI DA QUELLI PREVISTI IN RELAZIONE ALLA NATURA E ALLE FINALITA' DEL DOCUMENTO, NONCHE' QUALSIASI ACQUISIZIONE DELLE INFORMAZIONI DA PARTE DI PERSONE NON AUTORIZZATE.



1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
2.1	Risparmio energetico	3
2.2	Sicurezza.....	4
2.3	Norme tecniche generali.....	4
3	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE.....	6
3.1	Dati generali edificio/impianto	6
3.2	Individuazione aspetti di criticità	7
3.3	Stato di progetto	7
3.3.1	Scelte progettuali e motivazioni	7
3.4	Caratteristiche dell'alimentazione	7
3.5	Disposizioni tecniche generali.....	7
3.5.1	Cavi e conduttori	7
3.5.2	Cavidotti.....	9
3.5.3	Determinazione delle potenze	10
3.5.4	Determinazione degli illuminamenti	11
3.5.5	Criteri di scelta dei conduttori	11
3.5.6	Impianti di messa a terra	12
3.5.7	Protezione contro i contatti diretti.....	14
3.5.8	Protezione contro i contatti indiretti.....	14
3.5.9	Determinazione dell'anello di guasto	14
3.5.10	Impianti elettrici nei locali con bagni e docce	15
3.5.11	Protezione contro le sovratensioni.....	17
3.5.12	Documentazione finale.....	18
3.6	Quadri elettrici	18
3.7	Linee principali e cavidotti	18
3.8	Impianto di illuminazione.....	19
3.9	Impianto di terra	19
3.10	Corpi illuminanti.....	19
3.11	Messa in funzione degli impianti	20
3.12	Rischio fotobiologico da luce blu	20
4	Calcoli illuminotecnici	21
4.1	Piano terra.....	21
4.1.1	1 - Attività motoria	22
4.1.2	10a - Ingresso.....	23
4.1.3	10b - Corridoio.....	24
4.1.5	2 - Aula	25



4.1.7	3 - Aula	26
4.1.8	4 - Aula	27
4.1.9	5 - Pasti	28
4.1.10	6 - Ripostiglio	29
4.1.12	7 - Pasti	30
4.2	Piano Primo	31
4.2.1	11 - Aula	32
4.2.3	12 - Aula	33
4.2.4	13 - Aula	34
4.2.5	14 - Aula	35
4.2.6	15 - Aula	36
4.2.7	16 - Aula	37
4.2.8	18 - Aula	38
4.2.9	21a - Disimpegno	39
4.2.10	21b - Corridoio	40
4.2.11	6 - Insegnanti	41



1 PREMESSA

Il presente Progetto tratta la riqualificazione dell'illuminazione della Scuola Elementare di San Silvestro, sita in via Chiesa, 71 46010 Curtatone (MN).

Il progetto ha per oggetto la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali e gli apparecchi necessari per la realizzazione a regola d'arte degli impianti elettrici comprensivi di eventuali altre opere accessorie necessarie per la realizzazione degli stessi, secondo quanto previsto dal presente Progetto.

Le marche e le tipologie dei materiali non si intendono vincolanti per la ditta installatrice. Eventuali modifiche dovranno essere proposte sottoposte ad approvazione della D.L, in accordo con il Committente, previa realizzazione.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano le principali normative di riferimento utilizzate, suddivise per argomenti.

2.1 Risparmio energetico

- [D. Interministeriale 16/06/2015](#): Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- [D. Interministeriale 16/06/2015](#): Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- [D.Lgs. 04/07/2014, n. 102](#): "Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. (GU n.165 del 18-7-2014);
- [L. 03/08/13, n. 90](#): Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63,
- [D.L. 04/06/13, n. 63](#): Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010: sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;
- [D.P.R. 16/04/2013, n. 74](#): "Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192";
- [D.P.R. 16/04/2013, n. 75](#): "Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192";
- [D. Lgs. 03/03/2011, n. 28](#): Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- [D. Lgs. 19/08/2005, 192](#): Attuazione la Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia;
- [L. 09/01/1991, n. 10](#): "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- [Raccolta CTI 14/2013](#): "Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione dell'energia primaria e della prestazione energetica EP per la classificazione dell'edificio" e successive norme tecniche che ne conseguono;
- [UNI/TS 11300 – 2](#): Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione e l'illuminazione;
- [UNI EN 15193](#): Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione.
- [D.M. 22 gennaio 2008, n°37](#): Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.



- [DPR 22 ottobre 2001 n° 462](#): 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.

2.2 Sicurezza

- [DLgs 9 aprile 2008 , n° 81](#): Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- [D.M. 22 gennaio 2008, n°37](#): Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- [DPR 22 ottobre 2001 n° 462](#): 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.
- [D.P.R. 18 aprile 1994 n. 392](#): Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza
- [D.M. 14 giugno 1989 n° 236](#): Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche.
- [Legge 1/3/1968 n° 186](#): Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- [Legge Regione Lombardia 27/03/2000 n. 17](#): Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso
- [Legge Regione Lombardia 21/12/2004 n. 38](#): Modifiche e integrazioni alla legge regionale 27 marzo 2000 n.17 ed ulteriori disposizioni
- Prescrizioni delle Autorità locali: Comando locale dei Vigili del Fuoco, Indicazioni dell'ente distributore dell'energia elettrica, Indicazioni dell'ente gestore delle reti telefoniche

2.3 Norme tecniche generali

- Norma It. CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norma It. CEI 0-10: Guida alla manutenzione degli impianti elettrici
- Norma It. CEI 0-11: Guida alla gestione in qualità delle misure per la verifica degli impianti elettrici ai fini della sicurezza
- Norma It. CEI 3-14.20: Segni grafici per schemi elettrici
- Norma It. CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne
- Norma It. CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica
- Norma It. CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- Norma It. CEI 11-25: Calcoli delle correnti di cortocircuito nelle reti trifase a corrente alternata.
- Norma It. CEI 11-27: Lavori su impianti elettrici
- Norma It. CEI 11-28: Guida d'applicazione per il calcolo di correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- Norma It. CEI EN 60439-1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
- Norma It. CEI EN 60439-2: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre



- Norma It. CEI EN 60439-3: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso Quadri di distribuzione (ASD)
- Norma It. CEI EN 50525 (CEI 20-107): Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- Norma It. CEI 20-40: Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- Norma It. CEI EN 60898: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- Norma It. CEI EN 61386: Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
- Norma It. CEI EN 60998-1: Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
- Norma It. CEI EN 61009-1: Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari
- Norma It. CEI EN 50086-2-4: Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistemi di tubi Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- Norma It. CEI 23-49: Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
- Norma It. CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- Norma It. CEI 64-8: VOLUME Norma CEI 64-8 per impianti elettrici utilizzatori Criteri di applicabilità. Prescrizioni di progettazione ed esecuzione.
- Norma It. CEI 64-8/1: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali
- Norma It. CEI 64-8/2: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 2: Definizioni
- Norma It. CEI 64-8/3: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 3: Caratteristiche generali
- Norma It. CEI 64-8/4: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza
- Norma It. CEI 64-8/5: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
- Norma It. CEI 64-8/6: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 6: Verifiche
- Norma It. CEI 64-8/7: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- Norme CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- Norma It. CEI 64-14: Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
- Norma It. CEI 64-50: Edilizia residenziale Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.
- Norma It. CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza
- Norma It. CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norma It. CEI EN 60931-1: Condensatori statici di rifasamento di tipo non autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1000V Parte 1: Generalità - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza Guida per l'installazione e l'esercizio
- Norma It. CEI EN 60081: Lampade fluorescenti a doppio attacco Specifiche di prestazione
- Norma It. CEI EN 60598-1: Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- Norma It. CEI EN 60662: Lampade a vapori di sodio ad alta pressione
- Norma It. CEI EN 62305-1: Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali

- Norma It. CEI EN 62305-2: Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio
- Norma It. CEI EN 62040: Sistemi statici di continuità (UPS)
-
- Norma It. CEI-UNEL 35024/1: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- Norma It. CEI-UNEL 35024/2: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- Norma It. CEI-UNEL 35375: Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con e senza schermo (treccia o nastro) Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV
- Norma It. CEI-UNEL 35752: Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili Tensione nominale U0/U: 450/750 V
- Norma It. CEI-UNEL 35755: Cavi per comando e segnalamento isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV
- Norma It. CEI-UNEL 35756: Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione dialogeni Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) Tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV
- Norma It. UNI EN 1838:2000: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza
- D.Lgs. 02/02/2007, n. 22: "Attivazione della direttiva 2004/22/CE relativa agli strumenti di misura".

3 PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE

3.1 Dati generali edificio/impianto





Edificio	Scuola primaria di San Silvestro
Indirizzo	Via Chiesa 71, S.Silvestro (MN)
Coordinate	45° 7'32.66"N, 10°44'48.41"E
Altezza s.l.m.	24 m

3.2 Individuazione aspetti di criticità

Si elencano, di seguito, sommariamente le criticità riscontrate durante le fasi dei sopralluoghi, secondo le tipologie di seguito descritte:

- (!) Criticità per Adeguamento Normativo
- (!) Criticità per Riqualifica Tecnologica/Funzionale degli Impianti
- (!) Criticità per Salute dei Lavoratori
- (!) Criticità energetiche

Elementi critici individuati nella struttura

- (!) **Normativa a garanzia del rispetto risparmio energetico**
 - Impianto di illuminazione caratterizzato da elevati consumi energetici

3.3 Stato di progetto

3.3.1 Scelte progettuali e motivazioni

Si descrivono, in maniera sintetica, le scelte progettuali adottate, indicando le motivazioni, le criticità risolte, i benefici ottenuti

MOTIVAZIONE: TIPOLOGIA CRITICITÀ	CRITICITÀ RILEVATE	SCELTE ADOTTATE	TIPOLOGIA APPARECCHIATURE	BENEFICI OTTENUTI
Scarso risparmio energetico	Corpi illuminanti del tipo a fluorescenza	Installazione corpi illuminanti a LED	LED	Minori consumi energetici

3.4 Caratteristiche dell'alimentazione

L'impianto elettrico è alimentato dalla rete del distributore in Bassa Tensione (BT), 400V trifase, frequenza 50 Hz. Il punto di consegna è ubicato nella nicchia preposta allo scopo.

Il sistema di distribuzione è classificato come TT, con impianto di terra d'utente.

3.5 Disposizioni tecniche generali

3.5.1 Cavi e conduttori

I cavi devono avere una tensione nominale d'isolamento adeguata sia verso terra (U0) che verso altri conduttori attivi (U), come riassunto in tabella A.



Tipo di utilizzo e modalità di posa	Caratteristiche di isolamento minime del cavo U0/U
Categoria 0	300/300 V
Categoria I (segnale)	300/450 V
Categoria I (FM, posa non interrata)	450/750 V
Categoria I (FM, posa interrata)	0,6/1 kV
Categoria II (qualsiasi tipo di posa)	12/20 kV

Tabella A

Tutti i conduttori dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 0072-74 e 00712 sotto riportate in Tabella B:

Colore conduttore	Funzione conduttore
Giallo-Verde	Conduttore di Protezione
Blu chiaro	Conduttore di Neutro
Nero, Marrone, Grigio (consigliati)	Conduttori di Fase

Tabella B

Le sezioni minime dei conduttori in rame che verranno utilizzati saranno:

- 1,5 mm² per i circuiti di potenza;
- 0,5 mm² per circuiti ausiliari e di segnale.

La sezione dei conduttori di neutro, nei sistemi monofase, non sarà mai inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; mentre nei circuiti polifase potrà essere:

Sezione di fase	Rapporto sezione di fase / sezione di neutro
$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_n = S_f$
$16 < S_f \leq 25 \text{ mm}^2$	$S_n = 16 \text{ mm}^2$
$S_f > 25 \text{ mm}^2$	$S_n = \frac{1}{2} S_f$

Tabella C

per sezioni maggiori di 25 mm² le sezioni di neutro possono essere la metà delle sezioni di fase purché il carico sia praticamente equilibrato e sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

La sezione dei conduttori di terra (PE), che collegano il nodo principale di terra al dispersore oppure i dispersori tra loro, non deve essere inferiore a quella indicata dalla Norma CEI 64-8 e riportati in Tabella D:



	Protetti meccanicamente		Non protetti meccanicamente
	S_f	S_{pe}	
Protetto contro la corrosione	$< 16 \text{ mm}^2$	$= S_f$	$\geq 16 \text{ mm}^2$ se in rame o in ferro zincato
	$16 \leq S \leq 25 \text{ mm}^2$	16 mm^2	
	$> 25 \text{ mm}^2$	25 mm^2	
Non protetto contro la corrosione	$\geq 25 \text{ mm}^2$ (Cu)		
	$\geq 50 \text{ mm}^2$ (Fe-Zn)		

Tabella D

La sezione dei conduttori di protezione (PE) che collegano all'impianto di terra le masse dell'impianto, per la protezione contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella Tabella E sotto riportata:

Sezione di fase	Rapporto sezione di fase / sezione di protezione
$S_f \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = S_f$
$16 < S_f \leq 25 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = 16 \text{ mm}^2$
$S_f > 25 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = 25 \text{ mm}^2$

Tabella E

Quando il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione deve essere:

- $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ se è prevista una protezione meccanica;
- $\geq 4 \text{ mm}^2$ se non è prevista una protezione meccanica.

Nel caso di linee aventi conduttori di fase con sezioni elevate la sezione del conduttore di terra e di protezione è ammesso che sia non superiore a 25 mm^2 .

I conduttori equipotenziali ed equipotenziali supplementari servono a mettere masse e masse estranee al medesimo potenziale. La sezione di tali conduttori è riportata in Tabella F:

Conduttore Equipotenziale Principale (S_{eqp})	Conduttore Equipotenziale Supplementare (S_{eqs})	
	Massa – Massa	Massa – Massa Estranea
$S_{eqp} \geq 0,5 S_{pe}$ più elevata dell'impianto	$S_{eqs} \geq S_{pe}$ più piccola che collega le due masse	$S_{eqs} \geq 0,5 S_{pe}$ che collega la massa
Min. 6 mm^2 Max. 25 mm^2	Min. $2,5 \text{ mm}^2$ se protetto meccanicamente Max. 4 mm^2 se non protetto meccanicamente	

Tabella F

3.5.2 Cavidotti

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti e/o cavi a doppio isolamento, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.

Il diametro dei tubi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi in esso contenuto. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto

piombo o con guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e re-infilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm.

Per quanto riguarda la posa interrata le tubazioni isolanti dovranno essere posate ad una profondità di almeno 0,5m, anche se di tipo pesante, con una protezione meccanica supplementare, in modo da resistere alle prove di schiacciamento ed urto richieste, in questo caso il raggio minimo di curvatura dei cavi interrati dovrà essere almeno di 12D dove D è il diametro esterno del cavo, previo precisa indicazione del costruttore del cavo stesso che può ridurre il raggio minimo di curvatura. Lungo la tubazione interrata, dovranno essere predisposti dei pozzetti di ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei cambi di direzione, delle utenze alimentate, ecc. in modo da facilitarne la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per eventuali riparazioni o ampliamenti; i pozzetti dovranno essere di dimensioni tali da permettere l'infilaggio dei cavi rispettando il raggio minimo di curvatura degli stessi.

Le tubazioni interrate dovranno essere realizzate inoltre con cavidotti in polietilene rigidi o flessibili con idonea resistenza allo schiacciamento, adatti alla posa interrata. Non saranno ammessi cavidotti di tipo flessibile corrugato normalmente utilizzati per posa sottointonaco (anche se di tipo pesante).

I tubi interrati possono essere riempiti tenendo conto del fattore di stipamento degli stessi che comunque non deve superare il 60%, questo a garantire un facile sfilaggio-infilaggio dei conduttori in caso di necessità e per permettere il dissipamento del calore emanato dagli stessi.

Le giunzioni dei conduttori nelle condizioni di posa normale devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiera. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotto. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ad essere apribile solo con attrezzo.

Le giunzioni internamente ai pozzetti, per linee interrate invece, dovranno essere realizzate con apposite muffole a resina colata oppure con morsetti a pressione, nastro autoagglomerante e nastro autovulcanizzante. Non sono ammesse, per realizzazioni interrate, giunzioni realizzate con morsetti, anche internamente a scatole di derivazione.

Non sono ammesse in nessun caso giunzioni a nastro.

Nella stessa condotta si potranno posare circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, purché:

- tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata presente, oppure
- i cavi di segnali siano isolati per la loro tensione, ma i cavi di energia siano del tipo a doppio isolamento (grado di isolamento 4)

Qualora le due precedenti condizioni non siano verificate, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate oppure siano presenti, all'interno delle condutture, alle cassette stesse, tra i morsetti, diaframmi amovibili solo tramite utilizzo di attrezzo.

3.5.3 Determinazione delle potenze

La potenza assorbita (P_{ass}) è stata calcolata tenendo conto della potenza nominale (P_n) del coefficiente di contemporaneità (k_c) e del fattore di utilizzazione (k_u) messi in relazione dalla seguente formula:

$$P_{ass} = P_n \cdot k_c \cdot k_u$$

Dalla potenza assorbita così ricavata si risale alla corrente nominale delle apparecchiature di protezione.



3.5.4 Determinazione degli illuminamenti

Per quanto concerne la determinazione degli illuminamenti medi ed il conseguente numero di apparecchi illuminanti è stato utilizzato il "metodo del flusso totale" indicato dalla Norma UNI10380. Per ipotizzare dei corpi illuminanti in fase iniziale ricavati dalla formula:

$$N = \frac{A \cdot E}{K_u \cdot \Phi \cdot K_m}$$

dove:

- A: superficie da illuminare;
- E: livello di illuminamento desiderato ricavato dalle tabelle della norma UNI 10308 in base al tipo di ambiente e ai compiti visivi desiderati;
- Φ : flusso nominale di ogni apparecchio illuminante;
- K_m : fattore di manutenzione
- K_u : fattore di utilizzazione.

Gli illuminamenti sono stati poi verificati mediante software Dialux, aula per aula come da calcoli allegati.

3.5.5 Criteri di scelta dei conduttori

Le sezioni dei conduttori, sono calcolate tenendo conto della corrente assorbita dagli utilizzatori, della lunghezza dei circuiti, e scelte tra quelle unificate in modo che la caduta di tensione massima misurabile nel punto di alimentazione dell'utenza sia:

- \leq al 4% della tensione nominale (U_n) per i circuiti di forza motrice;
- \leq al 4% della tensione nominale (U_n) per i circuiti di illuminazione ordinaria;
- \leq al 4% della tensione nominale (U_n) per i circuiti di illuminazione di sicurezza.

In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Inoltre le sezioni delle linee elettriche saranno coordinate con le protezioni a monte in modo che risultino verificate secondo la Norma CEI 64-8:

- a) dal punto di vista della protezione contro i sovraccarichi

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

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

essendo:

- I_b la corrente di impiego del circuito;
- I_n la corrente nominale dell'interruttore di protezione;
- I_z la portata del cavo;
- I_f la corrente di intervento dell'interruttore nel tempo convenzionale.

- b) dal punto di vista del massimo valore della corrente di corto circuito secondo le relazioni:

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

essendo:

- I la corrente di corto circuito;
- t il tempo di intervento della protezione;



- K coefficiente che tiene conto dell'isolante del cavo;
- S la sezione del cavo.

c) dal punto di vista del minimo valore della corrente di corto circuito a fondo linea secondo le relazioni:

$$I_{cc \min} \geq I_m$$

dove:

- $I_{cc \min}$ corrente di corto circuito minima a fondo linea;
- I_m corrente di protezione magnetica del dispositivo di protezione.

3.5.6 Impianti di messa a terra

Per impianto di terra si intende l'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) principali di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali, destinato nel nostro caso a realizzare la messa a terra di protezione.

Il dispersore è un corpo o conduttore in intimo contatto con il terreno, che realizza un collegamento elettrico con la terra; può essere intenzionale, quando è installato per scopi inerenti alla messa a terra di impianti elettrici, oppure di fatto quando è installato per scopi non inerenti alla messa a terra di impianti elettrici, ma il suo buon contatto con il terreno fa sì che si possano usare come dispersori veri e propri. La sezione e le dimensioni minime dei dispersori non deve essere inferiore a quella indicata nella Tabella G sotto riportata e comunque come da paragrafo 542.2.3 e 542.2.4 della Norma CEI 64-8:

	Tipo di elettrodo	Dimensioni	Acciaio zincato a caldo (norma CEI 7-6)	Acciaio rivestito di rame	Rame
Per posa nel terreno	Piastra	Spessore (mm)	3	☒	3
	Nastro	Spessore (mm) Sezione (mm ²)	3 100	☒	3 50
	Tondino o conduttore massiccio	Sezione (mm ²)	50	☒	35
	Conduttore cordato	ϕ ciascun filo (mm) Sezione corda (mm ²)	1,8 50	☒	1,8 35
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	ϕ esterno (mm) Spessore (mm)	40 2	☒	30 3
	Picchetto massiccio	ϕ (mm)	20	15 (2) (3)	15
	Picchetto in profilato	Spessore (mm) Dim. Trasversale (mm)	5 50	☒	5 50

Tabella G

- (1) Anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% (sezione minima 100 mm²)
 (2) Rivestimento per deposito elettrolitico: 100µm

- (3) Rivestimento per trafilatura: spessore 500µm
- ☒ Tipo e dimensioni non considerati nella norma

Il conduttore di terra è quel conduttore che collega il collettore (o nodo) principale di terra al dispersore od i dispersori tra loro (vedi paragrafo D.01 – Tabella D della presente relazione).

Il collettore (o nodo) principale di terra è un elemento previsto per il collegamento al dispersore dei conduttori di protezione, inclusi i conduttori equipotenziali e di terra.

Il conduttore di protezione, serve al collegamento tra masse, masse estranee al collettore di terra (vedi paragrafo D.01 – Tabella E e successive prescrizioni, della presente relazione).

I conduttori equipotenziali invece devono assicurare l'equipotenzialità fra le masse e le masse estranee, così da evitare che, in caso di guasto, si possano manifestare differenze di potenziale pericolose fra parti metalliche che possono essere toccate contemporaneamente da una persona. Inoltre l'equipotenzialità è l'unico sistema in grado di assicurare la protezione da tensioni pericolose provenienti dall'esterno dell'impianto.

Qui di seguito riportiamo un esempio schematico d'impianto di terra.

LEGENDA

- DA Dispersore (intenzionale)
- DN Dispersore (di fatto)
- CT Conduttore di terra

Nota Tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno.

MT Collettore (o nodo) principale di terra

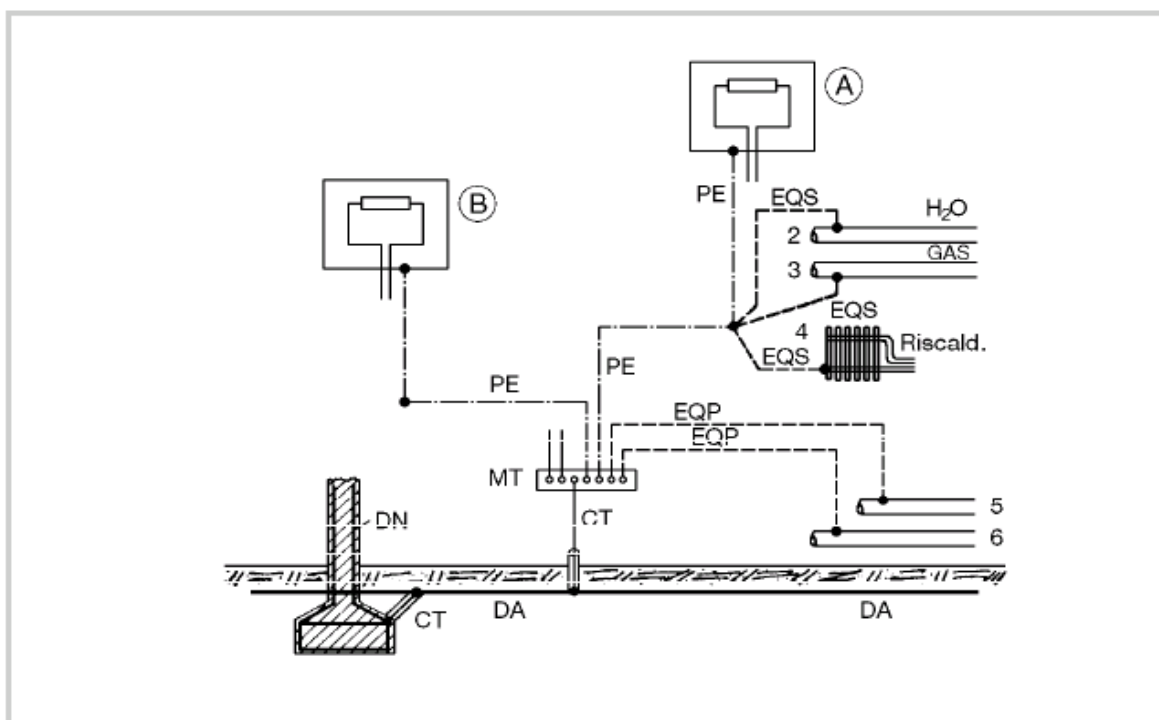
PE Conduttore di protezione

EQP Conduttori equipotenziali principali

EQS Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)

A - B: Masse

2, 3, 4, 5, 6: Masse estranee





A seconda del tipo di messa a terra l'impianto utilizzatore viene classificato come TT, TN (TN-S / TN-C) o IT; la prima lettera indica lo stato del sistema rispetto al terreno (I = isolato, T = a terra), la seconda lo stato delle masse rispetto al terreno (T = a terra, N = al neutro).

Nei sistemi TT il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

3.5.7 Protezione contro i contatti diretti

Tale protezione consiste nel realizzare misure di sicurezza per proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto diretto con le parti attive; la Norma CEI 64-8 (4/412) prevede le seguenti modalità esecutive:

- protezione mediante isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione (protezione totale);
- protezione mediante involucri o barriere (impediscono ogni tipo di contatto);
- protezione mediante ostacoli (impediscono solo il contatto accidentale non l'intenzionale);
- protezione mediante distanziamento (impediscono solo il contatto accidentale non l'intenzionale);
- protezione addizionale mediante interruttore differenziale (non può essere usata da sola).

3.5.8 Protezione contro i contatti indiretti

Realizzazione della protezione delle persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che potrebbero andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale realizzato essenzialmente in due modi:

- utilizzando componenti elettrici costruiti in classe II oppure realizzando una separazione elettrica del circuito;
- con interruzione automatica del circuito (utilizzando interruttori automatici e/o interruttori differenziali).

La scelta della modalità e dell'apparecchiatura più appropriata dipende dal particolare tipo di impianto in cui si opera: TT, TN oppure IT.

3.5.9 Determinazione dell'anello di guasto

In caso di guasto, quando la rete è alimentata dall'ente distributore il sistema risultante è del tipo TT e per assicurare la protezione contro i contatti indiretti in tale tipo di impianti, la Norma CEI 64-8 prescrive che deve essere verificata la condizione $R_t \leq 50/I_a$ ovvero $R_t \leq 25/I_a$ (per ambienti soggetti a normativa specifica) dove R_t è il valore in Ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli, I_a è il valore della corrente di intervento del dispositivo di protezione e 50 V (ovvero 25 V) è il valore della tensione di contatto limite convenzionale.

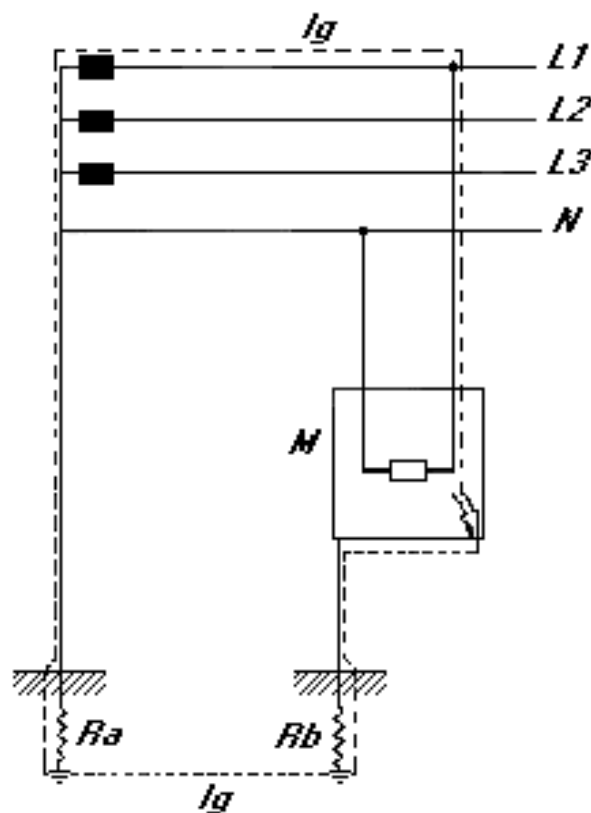
La protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente.*
Questo tipo di protezione prevede la realizzazione dell'impianto di terra coordinato con un interruttore munito di relè magnetotermico; in questo caso la relazione risulta essere: $R_t \leq 50/I_s$ (ovvero $R_t \leq 25/I_s$) dove I_s è il valore di corrente nominale in grado di fare intervenire il dispositivo di massima corrente dell'interruttore (in genere il relè magnetico) in un tempo ≤ 5 sec.;
- coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali.*
Questo tipo di protezione prevede la realizzazione dell'impianto di terra coordinato con un interruttore munito di relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto a terra creino situazioni di pericolo; la relazione di cui sopra diviene allora: $R_t \leq 50/I_d$ dove I_d è il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

In entrambi i casi il valore di R_t da garantire per effettuare un perfetto coordinamento tra impianto di messa a terra e interruttori di protezione dipende dal tipo di dispositivo adottato; come è facilmente deducibile la scelta di utilizzare dispositivi di massima corrente impone che il valore di R_T sia limitato, e ciò a causa di fattori esterni (es. la scarsa conducibilità del terreno) non è sempre realizzabile; l'impiego di interruttore differenziale permette invece di realizzare il suddetto coordinamento con valori di R_t più alti, basti pensare che:

$$R_t \leq \frac{50}{I_d} \Rightarrow R_t \leq \frac{50}{0,3} \Rightarrow R_t \leq 166,7$$

Osservando la formula sopraesposta si nota che utilizzando interruttori differenziali aventi I_{d_n} pari a 0,3A si ottiene il coordinamento con valori di R_t fino 166,7 Ω .



3.5.10 Impianti elettrici nei locali con bagni e docce

I locali contenenti bagni o docce sono considerati ambienti per cui occorre osservare prescrizioni tecniche particolari in aggiunta alle regole generali (CEI 64.-8 sez. 701); in particolare è necessario effettuare il collegamento equipotenziale supplementare all'ingresso delle masse estranee (tubazioni) nel locale. La sezione dei conduttori equipotenziali non deve essere inferiore a 2,5 mm², se posati in tubo, oppure a 4 mm² se posati direttamente sotto intonaco o pavimento.

Le connessioni devono essere eseguite con morsetti idonei e tali da impedire la corrosione tra metalli di natura diversa: si possono utilizzare, ad esempio, morsetti di ottone per collegare conduttori in rame a tubazioni di ferro zincato. Non è richiesto che le connessioni dei conduttori equipotenziali siano ispezionabili.

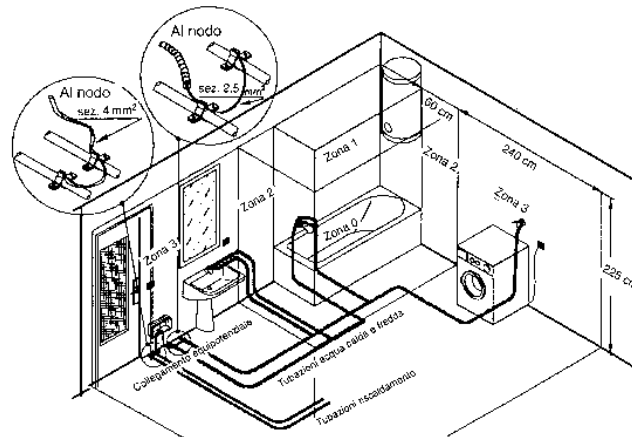


Figura 3

In Figura 5 sono rappresentate le zone che la norma CEI 64-8 art. 701.32 classifica all'interno dei locali contenenti bagni o docce.

Per quanto riguarda i dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando valgono le seguenti prescrizioni:

- a) **Nella zona 0** non devono essere installati dispositivi di protezione, sezionamento e di comando;
- b) **Nella zona 1** non devono essere installati dispositivi di protezione, sezionamento e di comando, con l'eccezione di interruttori di circuiti SELV alimentati a tensioni non superiori a 12 V in c.a. o 30 V in c.c., e con la sorgente di sicurezza installata al di fuori delle zone 0, 1 e 2;
- c) **Nella zona 2** non devono essere installati dispositivi di protezione, di sezionamento e di comando con l'eccezione di:
 - interruttori di circuiti SELV alimentati a tensioni non superiori a 12 V in c.a. o a 30 V in c.c., e con la sorgente di sicurezza installata al di fuori delle zone 0, 1 e 2;
 - prese a spina alimentate da trasformatori di isolamento di classe II di bassa potenza incorporati nelle stesse prese a spina, previste per alimentare rasoi elettrici.
 Gli apparecchi utilizzatori posti nella zona 2 possono essere provvisti di un interruttore di comando se questo è incorporato negli stessi;
- d) **Nella zona 3** prese a spina, interruttori ed altri apparecchi di comando sono permessi solo se la protezione è ottenuta mediante: separazione elettrica, circuiti SELV e interruzione automatica dell'alimentazione, usando interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA.

Per quanto riguarda i componenti elettrici, infine, valgono le seguenti prescrizioni:

- a) **Nella zona 0** non si possono installare apparecchi utilizzatori.
- b) **Nella zona 1** si possono installare solo scaldacqua.
- c) **Nella zona 2** si possono installare solo:
 - scaldacqua;
 - apparecchi di illuminazione di classe I, apparecchi di riscaldamento di classe I a condizione che i loro circuiti di alimentazione siano protetti per mezzo di interruzione automatica dell'alimentazione usando un interruttore differenziale avente I_{dn} non superiore a 30 mA;
 - apparecchi di illuminazione di classe II, apparecchi di riscaldamento di classe II.

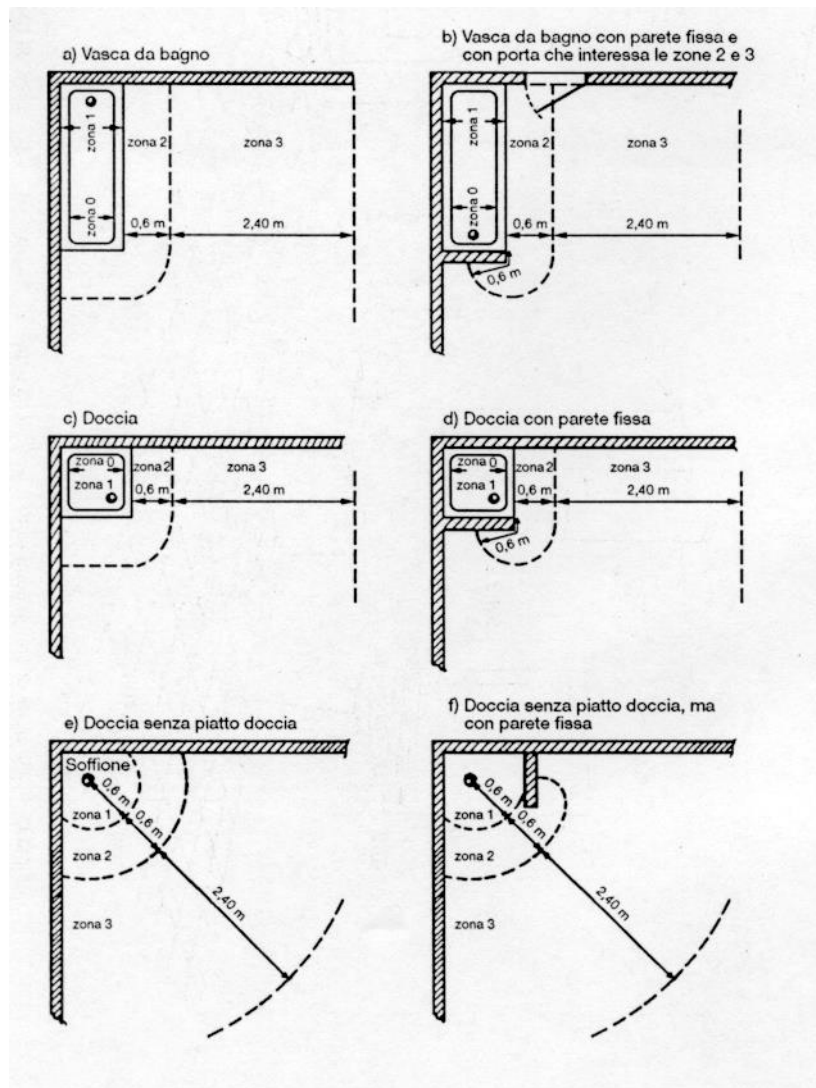


Figura 4

3.5.11 Protezione contro le sovratensioni

Si definisce sovratensione una tensione che supera il valore di picco della massima tensione in regime permanente, presente in un impianto nelle condizioni ordinarie di funzionamento. Le sovratensioni peggiori dal punto di vista energetico, in grado di determinare i danni più rilevanti, sono quelle che si stabiliscono verso terra (sovratensioni di modo comune) a causa dei fulmini che possono colpire o meno l'edificio ovvero le linee di alimentazione o di segnale entranti. Le sovratensioni possono dar luogo a pericolo sia per le apparecchiature (danneggiandole irrimediabilmente oppure dando luogo a malfunzionamenti) sia per l'ambiente circostante con effetti meccanici (esplosioni, proiezioni di materiale) e termici (sviluppo di incendi). Le sovratensioni possono anche costituire pericolo per le persone. Apparecchiature preposte alla protezione contro le sovratensioni sono i cosiddetti scaricatori o SPD (Surge Protective Device).

In base alla Norma CEI EN 62305 si andrà a calcolare se l'edificio in questione necessita (per sicurezza e/o convenienza economica) o meno di una protezione contro le sovratensioni che saranno conseguentemente dimensionate.

Gli SPD saranno scelti in base alla loro:

- a- classe (I,II,III,IV) a seconda del livello dell'impianto dove viene installato ed al tipo di apparecchiature che si vogliono salvaguardare;
- b- tensione massima continuativa U_c (SPD installati tra fase e terra in sistemi TT, TN: $U_c \geq 1,1U_0$);



- c- livello di protezione Up (tensione massima che si localizza ai morsetti dell'SPD);
- d- Corrente continuativa I_c (corrente di dispersione che, in condizioni normali di esercizio, può fluire attraverso un SPD);
- e- Corrente di scarica I_n; I_{imp} (valore di picco dell'impulso di corrente con il quale è stato provato l'SPD);
- f- Corrente susseguente estinguibile I_{sx} (valore efficace della massima corrente a 50Hz che può fluire attraverso l'SPD al termine della sovra tensione).

3.5.12 Documentazione finale

La messa in funzione dell'impianto potrà avvenire solamente dopo che lo stesso sarà stato controllato e verificato dalla ditta installatrice, la quale avrà l'obbligo di rilasciare la relativa dichiarazione di conformità (DI.CO.) come richiesto da Legge n. 37 del 22 Gennaio 2008 e come indicato dal D.P.R. 22 ottobre 2001, n.462 in materia di impianti elettrici. La dichiarazione di conformità dovrà essere comprensiva degli allegati obbligatori.

Nel caso in cui si apportassero delle modifiche durante la realizzazione delle opere indicate, sarà compito della ditta installatrice consegnare al termine dei lavori sia gli schemi dei quadri elettrici che le planimetrie d'impianto "come realizzato" (As Built). Verrà affidato incarico specifico al tecnico (salvo diversi accordi) il quale provvederà alla redazione della documentazione.

Sarà altresì compito della ditta installatrice fornire tutte le omologazioni alla leggi regionali per la realizzazione degli impianti di illuminazione esterna.

3.6 Quadri elettrici

I quadri elettrici, sono esistenti e considerati in buono stato e, quindi non rientrano in questo progetto.

I quadri tuttavia dovranno essere corredati di:

- Targhe di identificazione riportanti in modo indelebile i dati indicati dalla normativa di riferimento;
- Schema elettrico (in As Built), riposto in apposita custodia, interna ai quadri stessi.

Laddove quanto sopra non sia in essere, occorrerà porre rimedio.

Le caratteristiche generali dei quadri sono meglio indicate nell'elenco materiali, negli schemi elettrici e nei disegni planimetrici.

Gli interruttori dei quadri devono essere dotati di targhette identificative del circuito protetto. All'interno del quadro è stata dedicata una sezione per l'alloggiamento della morsettiera per il collegamento delle linee in uscita. Sul quadro generale verrà in genere installata la barra collettiva di terra alla quale verranno collegati tutti i conduttori di protezione e l'ingresso dall'impianto di terra generale.

I quadri dovranno essere corredati di:

- Dichiarazione di Conformità rispondente alle Norme CEI EN 61439 ovvero nei casi specifici alla norma CEI 23-51 con allegati i rapporti di verifica e di prova;
- Targhe di identificazione riportanti in modo indelebile i dati indicati dalla normativa di riferimento;
- Schema elettrico (in As Built), riposto in apposita custodia, interna ai quadri stessi.

3.7 Linee principali e cavidotti

Fermo restando quanto specificato alla voce D.01) si precisa che le sezioni delle linee saranno quelle indicate negli schemi elettrici dei quadri e nell'Elenco Materiali. Per tutte le realizzazioni a posa fissa all'interno di edifici saranno utilizzati cavi certificati secondo il Regolamento Europeo CPR (Construction Products Regulation).

Tutti i materiali (se commercialmente possibile) dovranno essere contraddistinti dal marchio I.M.Q. o analoga certificazione di qualità e dotati della marchiatura CE.



3.8 Impianto di illuminazione

ZONA AULE

Saranno riutilizzati gli impianti di alimentazione esistenti realizzati parte in canala esterna parte in tubi sotto traccia.

I nuovi corpi illuminanti saranno installati in base a quanto indicato in planimetria.

Dove è stato aumentato (2 aule) il numero di corpi illuminanti si procederà alla posa di canalino 18 x 10 esterna e/o equivalente a quella già in opera.

Ribadendo verranno sostituiti solo i corpi illuminanti in base alle planimetrie di progetto conseguenti ai calcoli effettuati in accordo alle UNI 12464 e UNI 10380.

ZONA DISIMPEGNI E BAGNI

Gli impianti di illuminazione esistenti sono realizzati mediante la posa di tubi posti sotto traccia, gli stessi verranno mantenuti.

Verranno sostituiti solamente i corpi illuminanti in base ai calcoli effettuati.

ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'illuminazione di emergenza è realizzata, a seconda della zona e, verrà mantenuta tale.

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di emergenza è realizzata, a seconda della zona e, verrà mantenuta tale.

3.9 Impianto di terra

L'impianto di messa a terra è unico ed esistente.

3.10 Corpi illuminanti

ILLUMINAZIONE NORMALE

L'illuminazione generale della scuola sarà realizzata con corpi illuminanti provvisti di lampade LED a garanzia dell'efficientamento luminoso, aventi grado di protezione adeguato; la quantità dei corpi è stata calcolata con la seguente formula :

$$N = \frac{A \cdot E}{K_u \cdot \Phi \cdot K_m}$$

e successivamente confermata e confortata con il programma di calcolo Dialux. I valori ottenuti sono tali da garantire l'illuminamento medio richiesto dalle norme UNI 12564-1 ed UNI 10380 per questo tipo di ambiente, ovvero 300 Lux medi per le Aule. I comandi di accensioni rimarranno tali.

Nella scuola l'illuminazione verrà realizzata con i corpi illuminanti definiti.

ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA E DI SICUREZZA

I corpi illuminanti destinati alla illuminazione di emergenza ed alla illuminazione di sicurezza rimarranno inalterati.



3.11 Messa in funzione degli impianti

In installazioni di sistemi, la messa in funzione, l'istruzione al personale operativo e l'assistenza tecnica ed operativa riveste un'importanza fondamentale per la buona riuscita del progetto.

Per questo sono previste le seguenti fasi:

- messa in funzione degli impianti "in bianco" cioè senza scatenare allarmi per malfunzionamenti iniziali o errori operativi;
- istruzione di tutto il personale addetto;
- istruzione più approfondita per gli operatori "dedicati";
- messa in funzione completa dei sistemi.
- assistenza operativa in loco per ulteriori approfondimenti o correzione di errori.

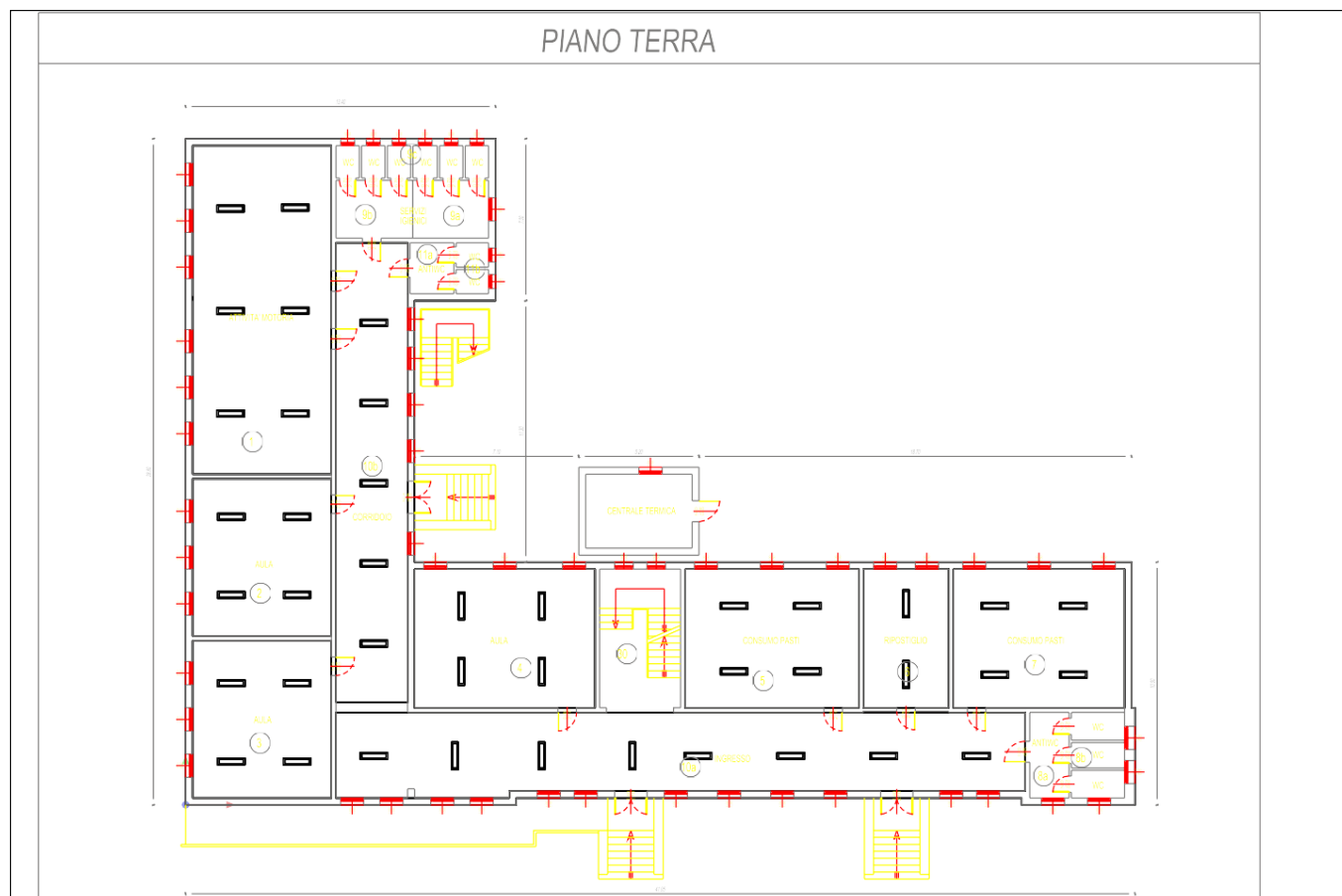
3.12 Rischio fotobiologico da luce blu

In base a quanto indicato dalle EN 62471 su rischio "Luce Blu" si definisce che i corpi illuminanti installati nelle aule e negli altri spazi comuni devono essere esenti da qualsiasi rischio retinico, cioè la lampada non deve provocare alcun rischio fotobiologico. Gli apparecchi illuminanti previsti, come si evince dalle schede tecniche, sono esenti da rischi.

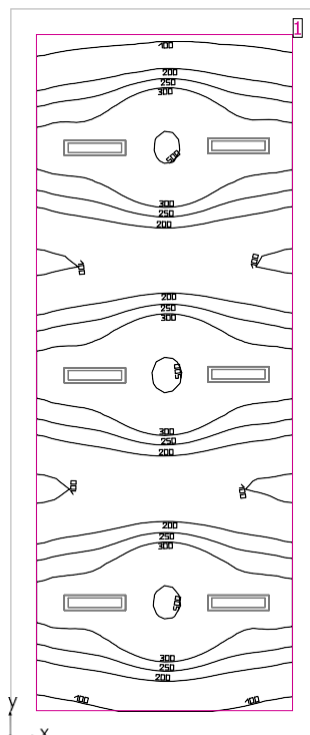


4 Calcoli illuminotecnici

4.1 Piano terra



4.1.1 1 - Attività motoria



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (1 - Attività motoria)	Illuminamento perpendicolare (adattivo) [lx] Altezza: 1.000 m, Zona margine: 0.500 m	250	67.3	520	0.27	0.13

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
6 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	24570	180.0	136.5

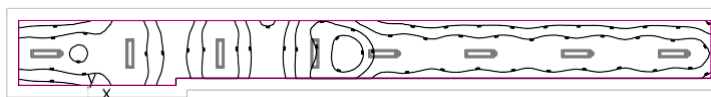
Valore di allacciamento specifico: 2.11 W/m² (Superficie del locale 85.20 m²),

Valore di allacciamento specifico: 2.73 W/m² = 1.09 W/m²/100 lx (Superficie utile 66.00 m²)

Consumo: 730 kWh/a Da max. 3000 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.2 10a - Ingresso



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (10a - Ingresso)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	251	145	393	0.58	0.37

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
8 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	32760	240.0	136.5

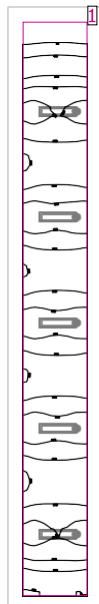
Valore di allacciamento specifico: 2.32 W/m² (Superficie del locale 103.57 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.38 W/m² = 1.34 W/m²/100 lx (Superficie utile 71.08 m²)

Consumo: 460 kWh/a Da max. 3650 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.3 10b - Corridoio



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (10b - Corridoio)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona marginale: 0.500 m	242	26.0	323	0.11	0.080

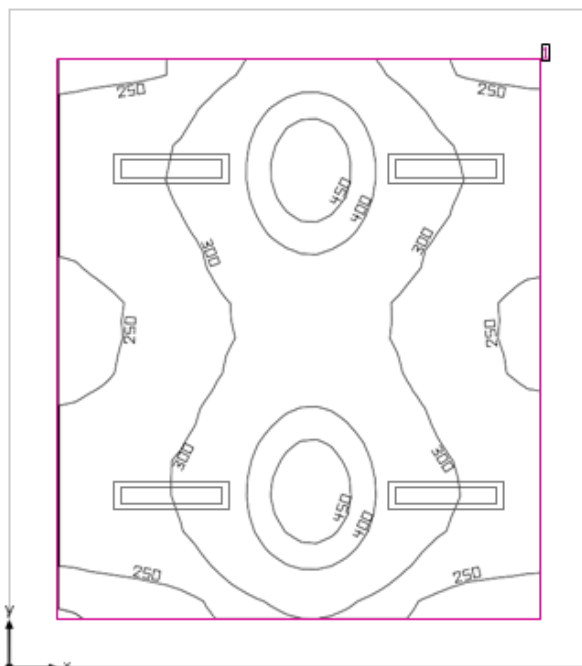
# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
5 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	20475	150.0	136.5

Valore di allacciamento specifico: 2.44 W/m² (Superficie del locale 61.56 m²),
 Valore di allacciamento specifico: 3.79 W/m² = 1.56 W/m²/100 lx (Superficie utile 39.60 m²)

Consumo: 290 kWh/a Da max. 2200 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.5 2 – Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (2 - Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo) [lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	315	198	490	0.63	0.40

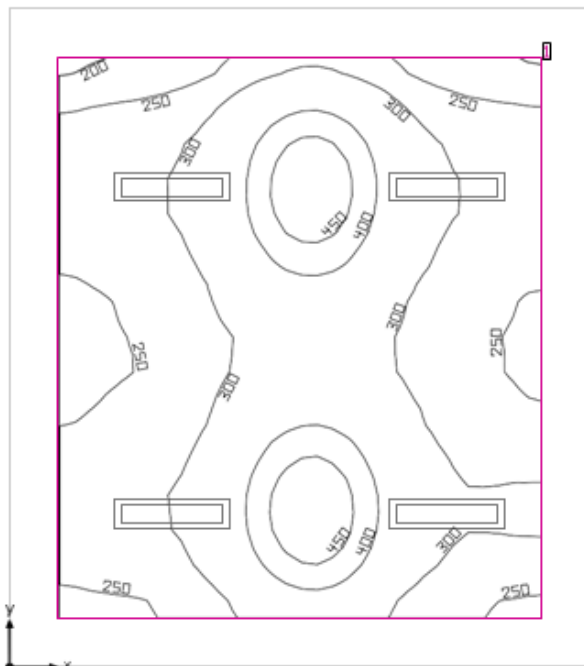
# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

Valore di allacciamento specifico: 2.94 W/m² (Superficie del locale 40.80 m²),
 Valore di allacciamento specifico: 4.14 W/m² = 1.31 W/m²/100 lx (Superficie utile 29.00 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1450 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.7 3 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (3 - Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo) [lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	316	192	492	0.61	0.39

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

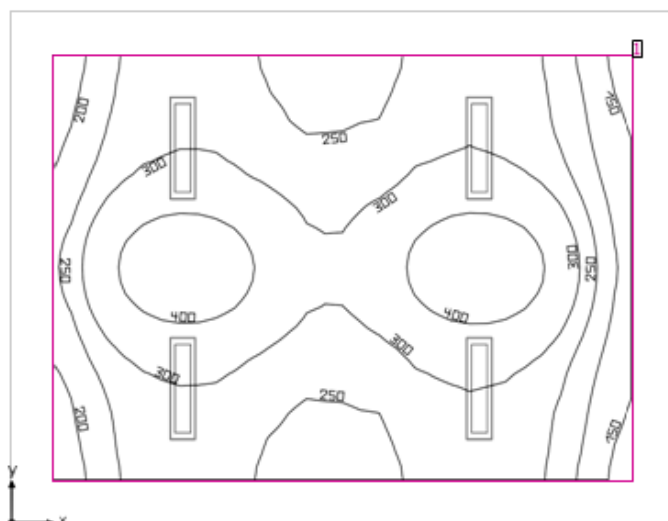
Valore di allacciamento specifico: 2.94 W/m² (Superficie del locale 40.80 m²),

Valore di allacciamento specifico: 4.14 W/m² = 1.31 W/m²/100 lx (Superficie utile 29.00 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1450 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.8 4 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (4 - Aula)	illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	292	132	485	0.45	0.27

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

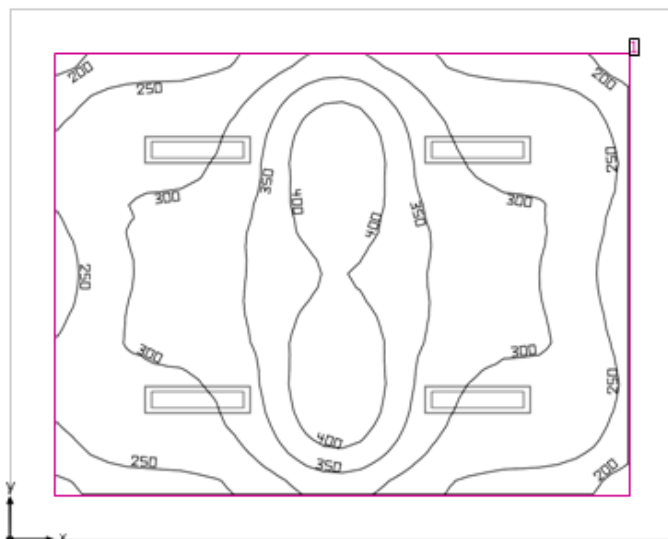
Valore di allacciamento specifico: 2.56 W/m² (Superficie del locale 46.80 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.53 W/m² = 1.21 W/m²/100 lx (Superficie utile 34.00 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1650 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.9 5 - Pasti



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1_Superficie utile (5 - Pasti)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	311	176	450	0.57	0.39

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

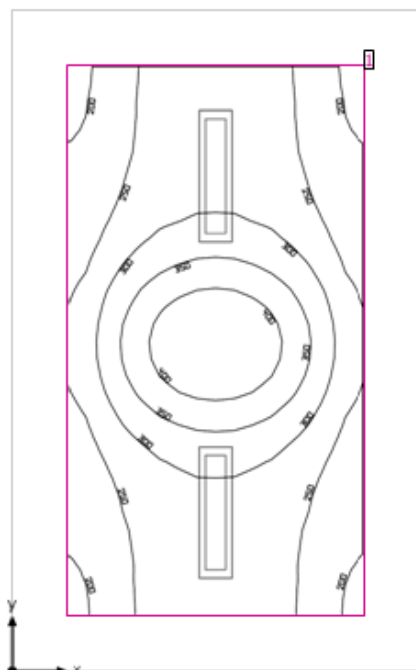
Valore di allacciamento specifico: 2.67 W/m² (Superficie del locale 45.00 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.69 W/m² = 1.19 W/m²/100 lx (Superficie utile 32.50 m²)

Consumo: 210 kWh/a Da max. 1600 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.10 6 - Ripostiglio



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (6 - Ripostiglio)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	287	185	450	0.64	0.41

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
2 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	8190	60.0	136.5

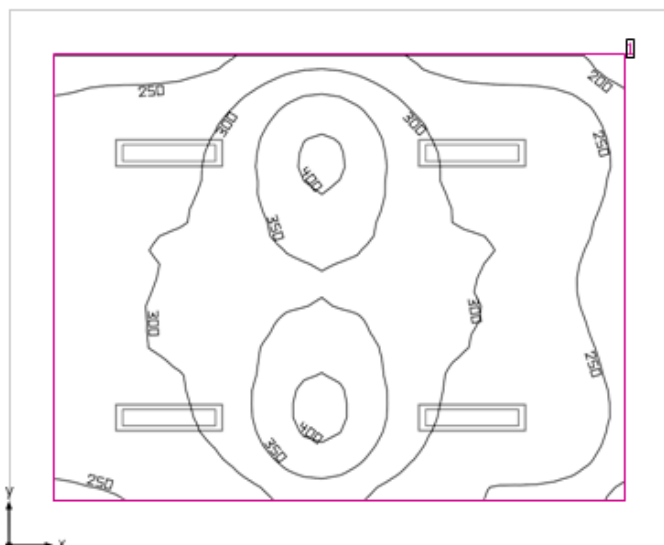
Valore di allacciamento specifico: 2.70 W/m² (Superficie del locale 22.20 m²),

Valore di allacciamento specifico: 4.44 W/m² = 1.55 W/m²/100 lx (Superficie utile 13.50 m²)

Consumo: 10 kWh/a Da max. 800 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.1.12 7 - Pasti



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (7 - Pasti)	illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	301	176	411	0.58	0.43

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

Valore di allacciamento specifico: 2.70 W/m² (Superficie del locale 44.40 m²),

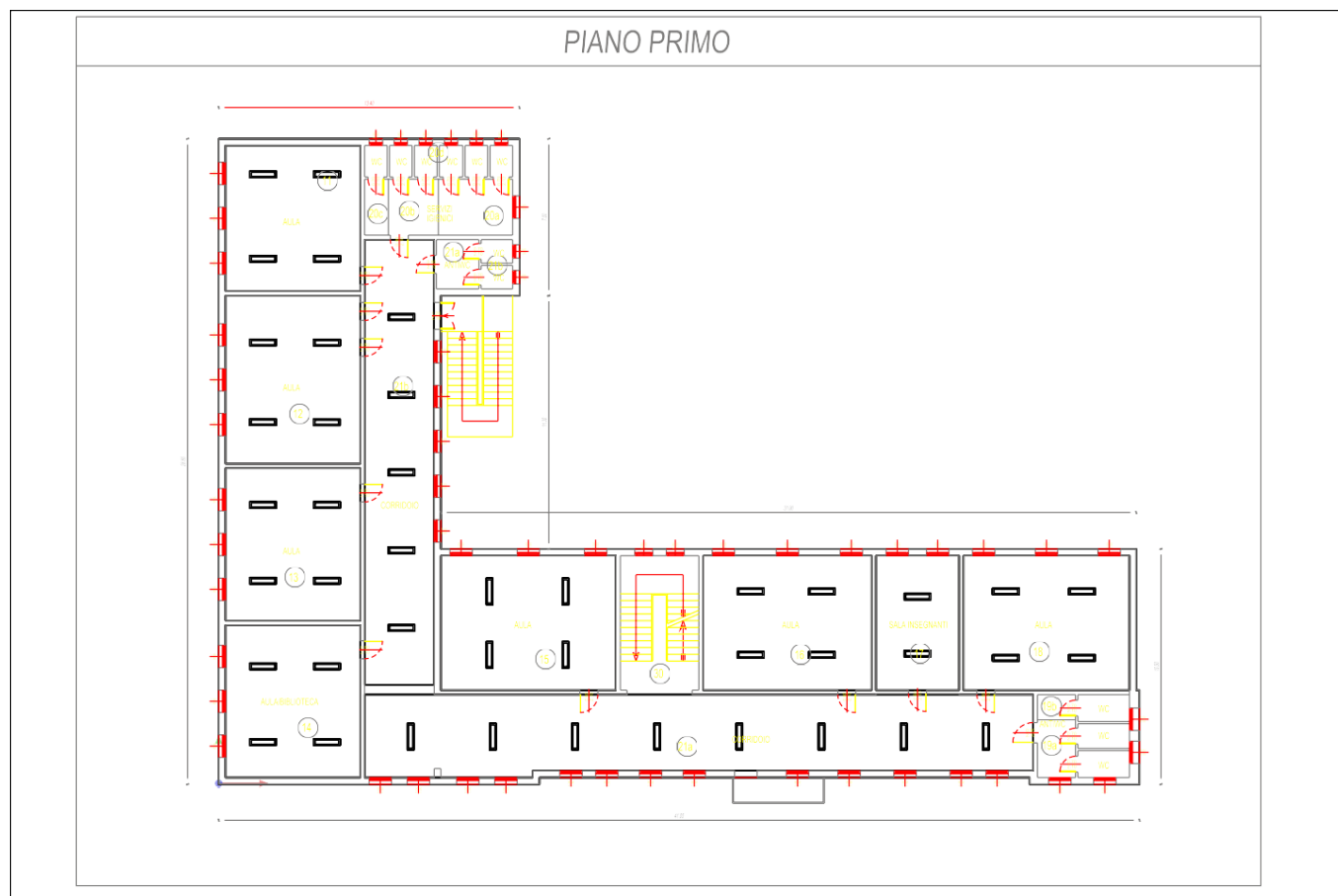
Valore di allacciamento specifico: 3.75 W/m² = 1.25 W/m²/100 lx (Superficie utile 32.00 m²)

Consumo: 210 kWh/a Da max. 1600 kWh/a

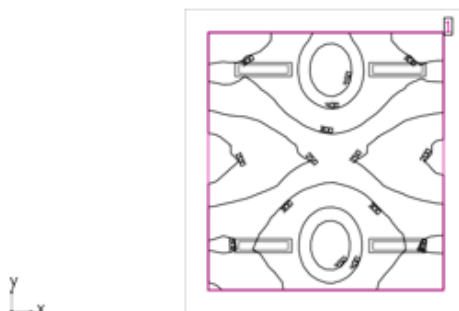
I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.



4.2 Piano Primo



4.2.1 11 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (11- Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	307	179	495	0.58	0.36

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

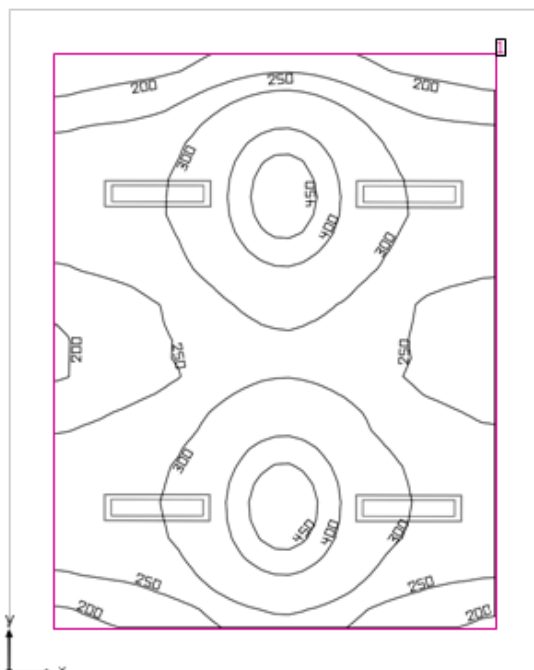
Valore di allacciamento specifico: 3.08 W/m² (Superficie del locale 39.00 m²).

Valore di allacciamento specifico: 4.36 W/m² = 1.42 W/m²/100 lx (Superficie utile 27.50 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1400 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.3 12 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (12 - Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	296	153	484	0.52	0.32

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

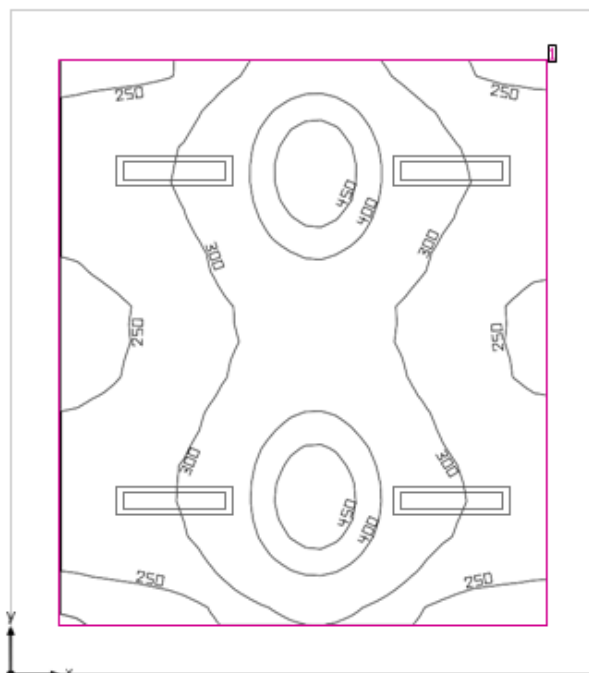
Valore di allacciamento specifico: 2.67 W/m² (Superficie del locale 45.00 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.69 W/m² = 1.25 W/m²/100 lx (Superficie utile 32.50 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1600 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.4 13 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (13 - Aula)	illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	315	197	491	0.63	0.40

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

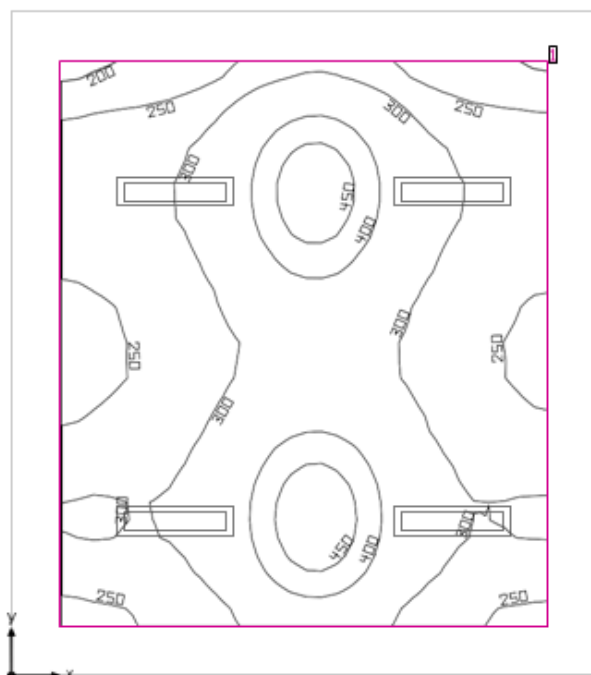
Valore di allacciamento specifico: 2.94 W/m² (Superficie del locale 40.80 m²),

Valore di allacciamento specifico: 4.14 W/m² = 1.31 W/m²/100 lx (Superficie utile 29.00 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1450 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.5 14 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (14 - Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	315	189	490	0.60	0.39

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

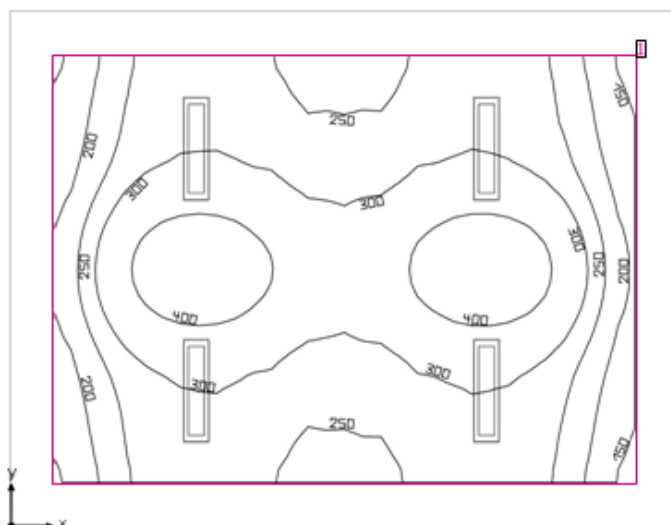
Valore di allacciamento specifico: 2.94 W/m² (Superficie del locale 40.80 m²),

Valore di allacciamento specifico: 4.14 W/m² = 1.31 W/m²/100 lx (Superficie utile 29.00 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1450 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.6 15 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (15 - Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	294	138	485	0.47	0.28

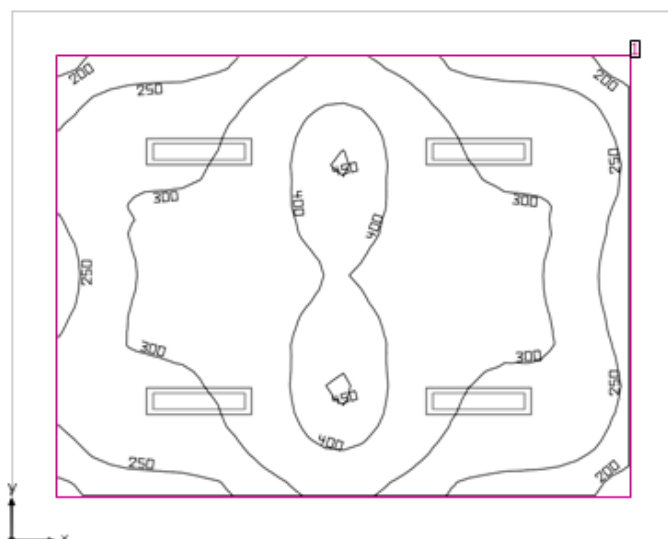
# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

Valore di allacciamento specifico: 2.56 W/m² (Superficie del locale 46.80 m²),
Valore di allacciamento specifico: 3.53 W/m² = 1.20 W/m²/100 lx (Superficie utile 34.00 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1650 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.7 16 – Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (16 - Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	312	178	451	0.57	0.39

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

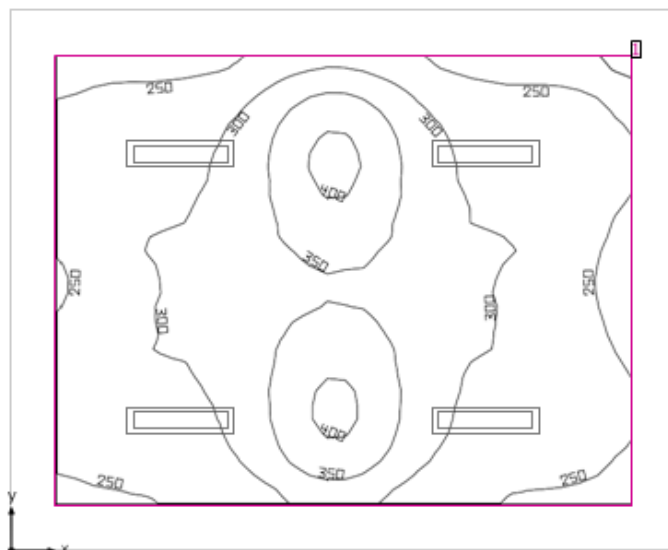
Valore di allacciamento specifico: 2.67 W/m² (Superficie del locale 45.00 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.69 W/m² = 1.18 W/m²/100 lx (Superficie utile 32.50 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1600 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.8 18 - Aula



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1_Superficie utile (18 - Aula)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	303	186	410	0.61	0.45

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
4 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	16380	120.0	136.5

Valore di allacciamento specifico: 2.70 W/m² (Superficie del locale 44.40 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.75 W/m² = 1.24 W/m²/100 lx (Superficie utile 32.00 m²)

Consumo: 230 kWh/a Da max. 1600 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.9 21a - Disimpegno



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1 Superficie utile (21a - Disimpegno)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] 234 Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	137	290	0.59	0.47	

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
8 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	32760	240.0	136.5

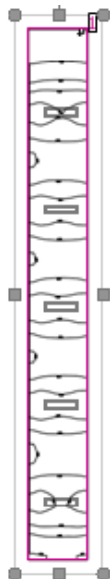
Valore di allacciamento specifico: 2.32 W/m² (Superficie del locale 103.57 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.38 W/m² = 1.44 W/m²/100 lx (Superficie utile 71.08 m²)

Consumo: 460 kWh/a Da max. 3650 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.10 21b - Corridoio



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (21b - Corridoio)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	242	24.2	322	0.100	0.075

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
5 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	20475	150.0	136.5

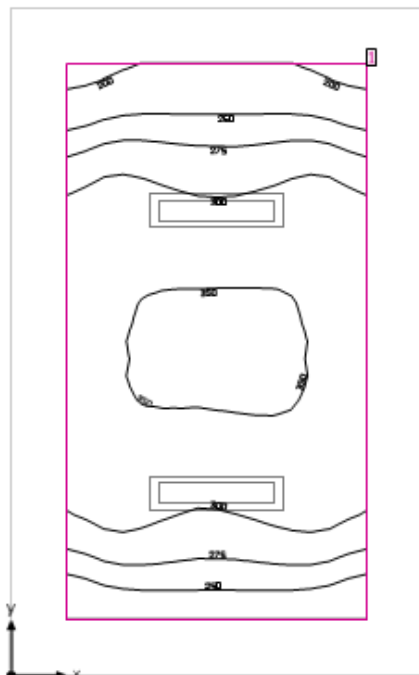
Valore di allacciamento specifico: 2.44 W/m² (Superficie del locale 61.56 m²),

Valore di allacciamento specifico: 3.79 W/m² = 1.56 W/m²/100 lx (Superficie utile 39.60 m²)

Consumo: 290 kWh/a Da max. 2200 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.

4.2.11 6 - Insegnanti



Altezza libera: 3.650 m, Coefficienti di riflessione: Soffitto 70.0%, Pareti 50.0%, Pavimento 20.0%, Fattore di diminuzione: 0.80

Superficie utile

Superficie	Risultato	Medio	Min	Max	Min/Medio	Min/Max
1. Superficie utile (6 - Insegnanti)	Illuminamento perpendicolare (adattivo)[lx] Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	302	184	363	0.61	0.51

# Lampada	Φ (Lampada) [lm]	Potenza [W]	Rendimento luminoso [lm/W]
2 NOVALUX - 104111 SCHOOL 1200 30W 4K 900mA	4095	30.0	136.5
Somma di tutte le lampade	8190	60.0	136.5

Valore di allacciamento specifico: 2.70 W/m² (Superficie del locale 22.20 m²),
 Valore di allacciamento specifico: 4.44 W/m² = 1.47 W/m²/100 lx (Superficie utile 13.50 m²)

Consumo: 120 kWh/a Da max. 800 kWh/a

I valori di consumo energetico non tengono conto delle scene di luci e delle relative variazioni di intensità.