

# INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FUERZA E ILUMINACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDAD BOQUÍA, CON BASE EN EL RETIE Y RETILAP

SEBASTIÁN VILLA JARAMILLO  
CC 1088268019  
YULIANA POLO CALDERON  
CC 1088297965

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2014

INSPECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE FUERZA E ILUMINACIÓN DE LA  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDAD BOQUÍA CON BASE EN EL RETIE Y RETILAP

SEBASTIÁN VILLA JARAMILLO  
CC 1088268019  
YULIANA POLO CALDERON  
CC 1088297965

Proyecto de grado  
Para optar al título de  
Tecnólogo en Electricidad

Director  
Jorge Humberto Sanz  
Docente Programa de Tecnología Eléctrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2014

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar agradecemos a Dios y a nuestros padres que nos dieron la oportunidad de salir adelante como personas y como profesionales.*

*Agradecemos al Ingeniero Jorge Humberto Sanz, director de éste proyecto por su amable respaldo para su elaboración.*

*Y en general a todas las personas que de una u otra manera nos apoyaron en el transcurso de nuestra carrera.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>15</b>
<b>1. PLANO ELÉCTRICO ACTUAL DEL PLANTEL</b>	<b>16</b>
<b>1.1 PLANO ELÉCTRICO</b>	<b>16</b>
1.1.1 Planeamiento	16
1.1.2 Diseño	16
1.1.3 Plano de distribución eléctrica	17
1.1.4 Convenciones	17
1.1.5 Notas	18
1.1.6 Cuadro de cargas	18
1.1.7 Especificaciones	18
<b>2. ESTADO ACTUAL DE LAS REDES ELÉCTRICAS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDAD BOQUÍA.</b>	<b>19</b>
<b>2.1 INSPECCIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>19</b>
2.1.1 Inspección visual	19
2.1.1.1 Punto de empalme	19
2.1.1.2 Tableros de protección	19
2.1.1.3 Circuitos	19
<b>2.2 ILUMINACIÓN</b>	<b>20</b>
2.2.1 Iluminación eficiente	21
<b>2.3 ESPECIFICACIONES DE ILUMINACIÓN EN EL ALUMBRADO INTERIOR</b>	<b>21</b>
2.3.1 Niveles de iluminancia y deslumbramiento	21
2.3.2 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación	22
<b>2.4 REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACION</b>	<b>24</b>

2.4.1	Reconocimiento del sitio y objetos a iluminar	24
2.4.2	Requerimientos de iluminación	24
<b>2.5</b>	<b>DEPRECIACION DE FUENTES LUMINOSAS</b>	<b>24</b>
2.5.1	Depreciación de bombillas incandescentes	25
2.5.2	Depreciación de bombillas o lámparas fluorescentes	25
<b>2.6</b>	<b>ALUMBRADO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS, SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS</b>	<b>25</b>
2.6.1	Iluminación de aulas de clase	25
2.6.2	Iluminación de salas de lectura y auditorios	26
<b>2.7</b>	<b>CÁLCULOS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR</b>	<b>27</b>
<b>2.8</b>	<b>TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN</b>	<b>28</b>
2.8.1	Medición de iluminancia general de un salón	28
2.8.2	Puntos de medición para diferentes configuraciones de luminarias	28
2.8.2.1	Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.	28
2.8.2.2	Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica.	30
2.8.2.3	Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila	31
2.8.2.4	Áreas regulares con luminarias de dos o más filas	32
2.8.2.5	Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales	33
<b>2.9</b>	<b>FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA MEDICIÓN</b>	<b>34</b>
<b>2.10</b>	<b>EQUIPOS DE MEDICIÓN</b>	<b>34</b>
<b>2.11</b>	<b>FORMATOS</b>	<b>35</b>
<b>2.12</b>	<b>INSPECCIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>40</b>
2.12.1	LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN	40
2.12.2	TRANSFORMADOR	41
2.12.3	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	42
2.12.3.1	Cuarto eléctrico	42
2.12.4	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN	43
2.12.4.1	Tablero de distribución principal	43
2.12.5	EXTENSIONES Y MULTITOMAS PARA BAJA TENSIÓN	50
2.12.6	TOMACORRIENTES	50
<b>2.13</b>	<b>INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN</b>	<b>52</b>
2.13.1	LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS	52
2.13.2	LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES	54
2.13.2.1	Lámparas fluorescentes tipo T12	54
2.13.2.2	LUMINARIAS	57
2.13.3	RESULTADOS DE ILUMINACION	58
2.13.3.1	Iluminancias	58

<b>3. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO</b>	<b>75</b>
<b>4. PLANO ELÉCTRICO DEL PLANTEL</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades .....	22
Tabla 2. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) .....	23
Tabla 3. Formato1. Inspección general del área o puesto de trabajo. ....	36
Tabla 4. Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón.....	37
Tabla 5. Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo.....	38
Tabla 6. Formato 4. Especificación de la instalación alumbrado. ....	39
Tabla 7. Protecciones en el punto de derivación .....	40
Tabla 8. Instalación .....	40
Tabla 9. Puesta a tierra del transformador .....	41
Tabla 10. Ventilación, humedad y obstrucciones .....	42
Tabla 11. Soporte de equipos .....	43
Tabla 12. Identificación .....	43
Tabla 13. Encerramientos .....	44
Tabla 14. Tierra.....	45
Tabla 15. Requisitos de instalación.....	47
Tabla 16. Requisitos de los interruptores .....	47
Tabla 17. Requisitos de producto .....	48
Tabla 18. Conductores.....	49
Tabla 19. Extensiones y multitomas.....	50
Tabla 20. Requisitos de producto .....	50
Tabla 21. Requisitos de instalación.....	51
Tabla 22. Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balastro incorporado. ....	53
Tabla 23. Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12.....	55
Tabla 24. Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra).....	56
Tabla 25. Recopilación de las dimensiones y número de luminarias de las aulas. ....	59
Tabla 26. Resultados de iluminación .....	62
Tabla 27. Estado actual de las instalaciones de iluminación .....	66



## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Distribución del contenido del plano .....	16
Figura 2. Principales símbolos gráficos.....	17
Figura 3. Alumbrado aulas de clase.....	26
Figura 4. Alumbrado adicional sobre el tablero.....	26
Figura 5. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas .....	29
Figura 6. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria .....	30
Figura 7. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila. ....	31
Figura 8. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias. ....	32
Figura 9. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias.....	33
Figura 10. Dispositivo de protección contra sobre tensiones (DPS) .....	40
Figura 11. Puesta a tierra del transformador.....	41
Figura 12. Puesta a tierra del transformador.....	42
Figura 13. Soporte gabinete eléctrico .....	43
Figura 14. Tablero principal .....	44
Figura 15. Lamina del tablero .....	45
Figura 16. Barraje para conexión del alimentador .....	46
Figura 17. Caja metálica no está debidamente conectada a tierra .....	46
Figura 18. Interruptores en serie .....	47
Figura 19. Aberturas no selladas .....	48
Figura 20. Tablero de alimentación.....	49
Figura 21. Caja de tomacorriente en pésimas condiciones.....	51
Figura 22. Caja de tomacorriente sin su respectiva tapa .....	51
Figura 23. Terminal de fase eléctrica y posicionalmente mal instalado .....	52
Figura 24. Terminal de neutro eléctrica y posicionalmente mal instalado .....	52
Figura 25. Lámparas compactas.....	53
Figura 26. Marcación de lámparas compactas .....	54
Figura 27. Salón 16 con lámparas T12. [4] .....	54
Figura 28. Salón 31 con lámparas T12. [4] .....	55
Figura 29. Marcación lámparas T12.....	57
Figura 30. Luminaria ubicada en el salón 6 .....	57
Figura 31. Parte interna de una luminaria. [4] .....	58
Figura 32. Grafica de iluminancia promedio medida y requerida (salones). ....	64
Figura 33. Grafica de iluminancia promedio medida y requerida (otras areas). ....	64
Figura 34. Grafica iluminancia medida vs mínima requerida (salones).....	65
Figura 35. Grafica iluminancia medida vs mínima requerida (otras áreas) .....	65

## GLOSARIO

**ACOMETIDA:** derivación de la red local de servicio público domiciliario de energía eléctrica, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios la acometida llega hasta el registro de corte general.

**ACOMETIDA INTERNA:** es el cableado que va desde la caja de breakers hasta las cargas.

**ACOMETIDA EXTERNA:** es la parte de la instalación eléctrica que se construye desde las redes públicas de distribución hasta las instalaciones del usuario.

**ALTURA DE MONTAJE:** distancia vertical entre la superficie a iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.

**ANALISIS DE RIESGOS:** es un proceso continuo que comprende la identificación, evaluación y control de un peligro.

**BOMBILLA:** dispositivo eléctrico que suministra el flujo luminoso por transformación de energía eléctrica. Puede ser incandescente si emite luz por calentamiento o luminiscente si hay paso de corriente a través de un gas.

**CIRCUITO ELÉCTRICO:** lazo cerrado formado por un conjunto de elementos, dispositivos y equipos eléctricos, alimentados por la misma fuente de energía y con las mismas protecciones contra sobretensiones y sobre corrientes.

**CORRIENTE ELÉCTRICA:** es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hayan al mismo potencial por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

**DEPRECIACIÓN LUMÍNICA:** disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa.

**DESLUMBRAMIENTO:** sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad.

**DIAGRAMA UNIFILAR:** es el esquema o diagrama de una línea (unifilar) que da una idea general de toda la instalación eléctrica, desde la acometida hasta los circuitos ramales.

**EFICIENCIA DE UNA LUMINARIA:** relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

**EMPALME:** conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica.

**FLUJO LUMINOSO (  $\Phi$  ):** cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lumen (lm).

**ILUMINANCIA (E):** densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

**ILUMINACIÓN:** Acción o efecto de iluminar.

**INSPECCIÓN:** conjunto de actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos una o varias características de un producto o instalación eléctrica para determinar su conformidad.

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA:** conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

**LÁMPARA:** utensilio que permite que los dispositivos generadores de luz (conocidos también como bombillas, focos, etc), se conecten a la red eléctrica.

**LUMINANCIA:** es el flujo reflejado por los cuerpos, o el flujo emitido si un objeto se considera fuente de luz. También llamado brillo fotométrico. Su unidad es la candela por metro cuadrado.

**LUMINARIA:** componente mecánico y óptico de un sistema de alumbrado que proyecta, filtra y distribuye los rayos luminosos, además de alojar y proteger los elementos requeridos para la iluminación.

**LUX:** El lux (símbolo: lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de medidas para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m<sup>2</sup>.

**NORMA TÉCNICA:** documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos.

**PLANO DE TRABAJO:** es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado, y cuyos niveles de iluminación deben ser especificados y medidos.

**REGLAMENTO TÉCNICO:** documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

**RETIE:** acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

**RETILAP:** acrónimo del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público.

**SISTEMA DE ILUMINACIÓN:** Componentes de la instalación de iluminación y sus interrelaciones para su operación y funcionamiento.

**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA:** conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

**SOBRECARGA:** funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

**SOBRETENSIÓN:** tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

**TABLERO DE DISTRIBUCIÓN:** son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente los circuitos en que está dividida la instalación o una parte de ella.

**TOMAS GFCI:** dispositivo para monitorear la cantidad de corriente que fluye de la línea al neutro, y si existe una diferencia, como en el caso en el que la corriente fluya a tierra pasando por una persona, el dispositivo abre el circuito, cortando el flujo de corriente.

**VIDA ÚTIL (DE UNA FUENTE LUMINOSA):** período de servicio efectivo de una fuente que trabaja bajo condiciones y ciclos de trabajo nominales hasta que su flujo luminoso sea el 70 % del flujo luminoso total.

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo realizar la inspección de las instalaciones eléctricas de la Institución Educativa Ciudad Boquía, ubicada en el barrio Parque Industrial de Pereira, con el fin de detectar las deficiencias que existan en dicha instalación, y que puedan poner en riesgo la salud de las personas que allí realizan sus actividades de aprendizaje y enseñanza, además de realizar la medición de los niveles de iluminación de cada una de sus diferentes áreas, de tal modo que se pueda determinar si los niveles de iluminación se encuentran en el rango requerido para llevar a cabo las actividades sin que se pueda afectar el rendimiento de los estudiantes o el normal desempeño de las funciones administrativas que allí se desarrollen diariamente.

En la realización de la inspección eléctrica se tiene en cuenta lo exigido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) para la inspección de iluminación.

La medición de los niveles de iluminación promedio de cada una de las áreas de la institución se realizó con base a las técnicas exigidas por el RETILAP para las diferentes configuraciones de luminarias en áreas regulares.

Por último se realiza el levantamiento de los planos eléctricos de la institución, teniendo en cuenta lo exigido en el RETIE y el RETILAP, utilizando para esto el programa AUTOCAD.

## INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años se ha hecho necesario y obligatorio que las instituciones educativas y en general todas las obras (aunque hayan sido construidas hace mucho tiempo), cumplan con los parámetros requeridos, en los reglamentos vigentes como el RETIE y el RETILAP.

Las instituciones educativas deben cumplir con las normas vigentes en Colombia (RETIE Y RETILAP) para garantizar un óptimo estado de sus instalaciones eléctricas (Fuerza e Iluminación) y una educación con calidad, donde los estudiantes y profesores se encuentren en un ambiente seguro y de fácil acceso a las herramientas tecnológicas que al transcurrir del tiempo se han vuelto vitales para el objetivo de las instituciones.

En un caso particular, la Institución Educativa Ciudad Boquía ha tenido modificaciones en su infraestructura, con la creación de nuevos bloques de salones, nuevas salas de cómputo y ha adquirido una serie de herramientas tecnológicas para el mejoramiento de la calidad como son aulas virtuales; para alimentar estas instalaciones ha sido necesario acudir a las instalaciones ya existentes dejando abierta la posibilidad de que ocurra un recalentamiento del mismo.

La inspección eléctrica se hará basándose en el cumplimiento de cada uno de los artículos mencionados a continuación y siguiendo los procedimientos plasmados en una lista de chequeo.

La institución educativa Ciudad Boquía será la más beneficiada porque se le dará un documento final con las recomendaciones y fallas que se hayan podido detectar durante el proceso de inspección.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar la inspección de las instalaciones de fuerza e iluminación de la Institución Educativa Ciudad Boquía, con base en el RETIE y el RETILAP.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Verificar el estado actual de las redes eléctricas (fuerza e iluminación).
- Realizar el levantamiento de las redes actuales de fuerza e iluminación mediante planos digitalizados.
- Realizar las mediciones de los niveles de iluminación en la Institución.
- Entregar a la institución educativa un informe final del trabajo realizado.

# 1. PLANO ELÉCTRICO ACTUAL DEL PLANTEL

## 1.1 PLANO ELÉCTRICO

Para realizar un plano eléctrico, se necesitan además de conocer las normas vigentes de RETIE y el RETILAP tener en cuenta los siguientes pasos:

### 1.1.1 Planeamiento

Esta etapa corresponde a los estimativos de carga, al tipo de obra y de materiales y técnicas a emplear, la ubicación y clase de la acometida.

### 1.1.2 Diseño

Esta etapa es una de las más importantes del proyecto, ya que corresponde al prever cómo será la instalación, para no cometer errores que incurren en pérdidas de dinero por tiempo, recurso físico y humano. Para poder iniciar esta etapa se debe poseer los planos básicos arquitectónicos, es decir, los planos donde se ubican las plantas sin otra información más que la necesaria para el desarrollo del plano eléctrico. Se ubicaran los puntos eléctricos (sistema de tomacorrientes, sistema de iluminación, sistema de comunicaciones, sistema de alarma, entre otros) de acuerdo a la opinión del propietario. Una vez acordado lo que se pretende en un diseño eléctrico, se procede al diseño del o los **PLANOS ELÉCTRICOS**.

A continuación, en la figura 1 se puede apreciar la distribución del contenido del plano eléctrico:

**Figura 1.** Distribución del contenido del plano



Fuente: reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) [2]



### 1.1.3 Plano de distribución eléctrica

Corresponde a la ubicación en planta de los puntos eléctricos con su correspondiente tendido de tubería.

El plano eléctrico es una representación gráfica de las ubicaciones del alumbrado exterior e interior, tomacorriente, de una casa, edificio, fábrica, entre otros.

Estas representaciones se realizan mediante el uso de símbolos eléctricos para identificar conductores, dispositivos eléctricos, electrodomésticos en el caso de una residencia, señalizaciones, entre otros, como se muestra en la figura 2.

En un plano se puede detallar todas las conexiones de cualquier edificación como: en las paredes, puertas y ventanas, en él se anotan los switches y los toma corrientes, así como los focos o lámparas, si pueden anotar también los interruptores principales o breaker.

### 1.1.4 Convenciones

Es la identificación de los símbolos eléctricos usados.

La simbología empelada en los planos eléctricos está establecida en la tabla 6.1 del RETIE. [2]

**Figura 2.** Principales símbolos gráficos

Conexión a tierra	Conexión a tierra con protección	Tierra	Tierra con protección	Tierra con protección	Tierra con protección
Cable de aluminio	Conductor de fase	Conductor neutro	Conductor de Protección a Tierra	Conductor de Protección a Tierra	Conductor de Protección a Tierra
Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección
Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección
Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección
Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección
Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección
Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección
Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección	Conexión a tierra con protección

Fuente: reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE) [2]

### **1.1.5 Notas**

Son las observaciones y recomendaciones acerca de la construcción e interpretación del plano eléctrico.

### **1.1.6 Cuadro de cargas**

Es una tabla compuesta por la distribución de las cargas según los circuitos, donde podemos analizar el balance de carga y los circuitos de protección a utilizar; este cuadro viene acompañado de los cálculos eléctricos que corresponden a la aplicación del factor de demanda para calcular los conductores correspondientes a la acometida y el tipo de contador a emplear.

### **1.1.7 Especificaciones**

Este apartado lo podemos cambiar por el **diagrama unifilar** de la instalación, que corresponde a la distribución de los circuitos en el tablero y al resumen de las conexiones y equipos empleados en la acometida o alimentación eléctrica.

Para poder realizar la inspección en la Institución Educativa Ciudad Boquía se solicitaron los planos al rector de la institución José Daniel y al director de planeación municipal pero ellos nos informaron que no tenían conocimiento de la ubicación de los mismos. Por consiguiente se optó por hacer el levantamiento de planos arquitectónicos y eléctricos.

## **2. ESTADO ACTUAL DE LAS REDES ELÉCTRICAS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDAD BOQUÍA.**

El mecanismo para definir el estado actual de cualquier instalación eléctrica es por medio de una inspección, los conceptos acerca de esta son definidos a continuación:

### **2.1 INSPECCIONES ELÉCTRICAS**

La Inspección Eléctrica implica una serie de pruebas realizadas en su sistema eléctrico, desde la entrada principal hasta los dispositivos fijos finales y accesorios para bajo o alto voltaje de acuerdo con la reglamentación y tiene como fin proteger la vida humana y la propiedad.

#### **2.1.1 Inspección visual**

La inspección de las instalaciones, de ser visual, precede a las pruebas finales y es realizada a través de la inspección física de la instalación, esto es, recorriéndola desde el punto de empalme hasta el último elemento de cada circuito de la instalación.

La inspección visual permite hacerse una idea globalizada de la instalación y de las condiciones técnicas de la ejecución, revisando los siguientes aspectos:

##### **2.1.1.1 Punto de empalme**

Verificar que se encuentren los conductores, tableros, cajas y puestas a tierra especificados en el plano eléctrico. En este punto se debe verificar además la posición de los tableros, que el alambrado sea ordenado, la ausencia de suciedad y de rebabas en los ductos, etc.

##### **2.1.1.2 Tableros de protección**

Verificar las condiciones técnicas de:

- Estructura de la caja: pintura, terminación y tamaño.
- Ubicación: altura de montaje, fijación y presentación.
- Componentes: protecciones, alambrado, barras, llegada y salida de ductos, boquillas, tuercas, etc.

##### **2.1.1.3 Circuitos**

Al momento de revisarlos se debe verificar:

- El dimensionamiento de líneas: revisar la sección de los conductores.
- Los ductos: sus diámetros y las llegadas a cajas.
- Las cajas de derivación: inspeccionar la continuidad de líneas, el estado

mecánico de los conductores, la unión y aislamiento de las conexiones, el espacio libre, el código de colores, el estado mecánico de los ductos y coplas, la ausencia de rebabas y la limpieza.

- Las cajas de interruptores y enchufes: el largo de los chicotes, el estado mecánico de unión al elemento, la llegada de ductos y la calidad de los dispositivos.
- Las puestas a tierra: al inspeccionar las puestas a tierra hay que verificar la sección de conductores, el código de colores, la calidad de las uniones a la puesta de tierra, la llegada al tablero, y la unión a las barras de tierra de servicio y tierra de protección situadas en el tablero.

En resumen, la inspección visual y análisis de la documentación entregada, tiene el objetivo de verificar si los componentes o elementos permanentemente conectados cumplen las siguientes condiciones:

- Los requisitos de seguridad normalizados por reglamentos legales.
- Materiales correctamente seleccionados e instalados de acuerdo con las disposiciones de las Normas correspondientes.
- Materiales y equipos instalados en buenas condiciones estructurales, es decir, no dañados visiblemente, de modo que puedan funcionar sin falta de la seguridad necesaria.
- Medidas de protección contra choques eléctricos por contacto directo e indirecto.
- Conductores dimensionados adecuadamente y con sus correspondientes dispositivos de protección a las sobrecargas.
- Conductores con sus correspondientes dispositivos de seccionamiento y de comando.
- Accesibles para la operación y mantención de sus instalaciones y elementos.

## **2.2 ILUMINACIÓN**

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente, hace posible la visión del entorno y además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, el estado de ánimo y la motivación de las personas.

El diseño de iluminación debe comprender la naturaleza física, fisiológica y psicológica de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda, competencia, creatividad e intuición para utilizarlas.

### **2.2.1 Iluminación eficiente**

Un sistema de iluminación eficiente es aquel que, además de satisfacer necesidades visuales y crear ambientes saludables, seguros y confortables, posibilita a los usuarios disfrutar de atmósferas agradables, empleando apropiadamente los recursos tecnológicos y evaluando todos los costos razonables que se incurren en la instalación, operación y mantenimiento del proyecto de iluminación.[3]

## **2.3 ESPECIFICACIONES DE ILUMINACIÓN EN EL ALUMBRADO INTERIOR**

Para garantizar que la iluminación, sea factor de seguridad, productividad, rendimiento en el trabajo, mejora del confort visual; debe garantizar el cumplimiento de los valores mínimos promedio mantenidos de iluminancia, requeridos para iluminación de acuerdo con el uso y el área o espacio a iluminar que tenga la edificación objeto de la instalación.

### **2.3.1 Niveles de iluminancia y deslumbramiento**

En lugares de trabajo se debe asegurar el cumplimiento de los niveles de iluminancia de la Tabla 440.1, del Reglamento técnico de iluminación RETILAP adaptados de la norma ISO 8995 "*Principles of visual ergonomics -- The lighting of indoor work systems*".

El valor medio de iluminancia, relacionado en la citada tabla, debe considerarse como el objetivo de diseño.

En cualquier momento durante la vida útil del proyecto, la medición de iluminancia promedio no podrá ser superior al valor máximo, ni inferior al valor mínimo establecido en la tabla antes mencionada.

En la Tabla 1 se muestra un aparte extraído de la Tabla 440.1 del Reglamento Técnico de iluminación RETILAP, en esta misma se encuentran los valores máximos permitidos para el deslumbramiento (UGR). [3]

**Tabla 1.** Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades

TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD	UGR	NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Colegios	19	300	500	750
Salones de clase	19	300	500	750
Iluminación general	19	300	500	750
Tableros para emplear con tizas	19	300	500	750
Elaboración de planos	16	500	750	1000
Salas de conferencias	16	500	750	1000
Iluminación general	22	300	500	750
Tableros	19	500	750	1000
Bancos de demostración	19	500	750	1000
Laboratorios	19	300	500	750
Salas de arte	19	300	500	750
Talleres	19	300	500	750
Salas de asamblea	22	150	200	300

Fuente: Reglamento Técnico de iluminación (RETILAP) [3]

### 2.3.2 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación  $VEEI \text{ (} \frac{W}{m^2} \text{)}$  por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P * 100}{S * E_m} \quad (1)$$

Dónde:

- VEEI Valor de eficiencia energética de la instalación.
- P Potencia total instalada en lámparas más equipos auxiliares (W)
- S Superficie iluminada (m<sup>2</sup>)
- E<sub>m</sub> Iluminancia media horizontal mantenida (lux).

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

- Grupo 1: Zonas de baja importancia lumínica o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.
- Grupo 2: Zonas de alta importancia lumínica o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. [3]

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 2.

**Tabla 2.** Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

GRUPO	ZONAS DE ACTIVIDAD DIFERENCIADA	LIMITE VEEI
Zonas de baja importancia lumínica	Administrativo en general	3,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Zonas comunes	4,5
	Aparcamientos	5
	Aulas y laboratorios	4
	Andenes estaciones de transporte	3,5
	Habitaciones de hospital	4,5
	Salas de diagnóstico	3,5
	Espacios deportivos	5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Recintos interiores asimilables a Grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	Zonas de alta importancia lumínica	Administrativo en general
Estaciones de transporte		6
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes		6
Bibliotecas, museos y galerías de arte		6
Zonas comunes en edificios residenciales		7,5
Centros comerciales (excluidas tiendas)		8
Hostelería y restauración		10
Recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior		10
Religioso en general		10
Tiendas y pequeño comercio		10
Zonas comunes		1
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.		12

Fuente: Reglamento Técnico de iluminación (RETILAP) [3]

## **2.4 REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACION**

### **2.4.1 Reconocimiento del sitio y objetos a iluminar**

Antes de proceder con un proyecto de iluminación se deben conocer las condiciones físicas y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, sus condiciones ambientales y su entorno, dependiendo de tales condiciones se deben tomar decisiones que conduzcan a tener resultados acordes con los requerimientos del presente reglamento. Son determinantes en una buena iluminación conocer aspectos como el color de los objetos a iluminar, el contraste con el fondo cercano y circundante y el entorno, el tamaño y brillo del objeto.

### **2.4.2 Requerimientos de iluminación**

En un proyecto de iluminación se deben conocer los requerimientos de luz para los usos que se pretendan, para lo cual se debe tener en cuenta los niveles óptimos de iluminación requeridos en la tarea a desarrollar, las condiciones visuales de quien las desarrolla, el tiempo de permanencia y los fines específicos que se pretendan con la iluminación. Igualmente, el proyecto debe considerar los aportes de luz de otras fuentes distintas a las que se pretenden instalar y el menor uso de energía sin deteriorar los requerimientos de iluminación. Otros aspectos a tener en cuenta para satisfacer los requerimientos de iluminación están relacionados con el tipo de luz.

En todo proyecto de iluminación o alumbrado público se debe estructurar un plan de mantenimiento del sistema que garantice atender los requerimientos de iluminación durante la vida útil del proyecto, garantizando los flujos luminosos dentro de los niveles permitidos (flujo luminoso mantenido).

## **2.5 DEPRECIACION DE FUENTES LUMINOSAS**

El tiempo de vida de una lámpara depende de un sin número de factores, por lo que solo es posible estimar un valor medio de vida sobre la base de una muestra representativa. Su valor depende de la cantidad de encendidos, de la posición de funcionamiento, de la tensión de alimentación y de factores ambientales como temperatura y vibraciones.

Las diferentes formas de definir la vida son:

- Vida individual: es el número de horas de encendido después del cual una lámpara queda inservible, bajo condiciones específicas.
- Vida promedio o nominal: tiempo transcurrido hasta que falla el 50% de las lámparas de la muestra bajo condiciones específicas.
- Vida útil o económica: valor basado en datos de depreciación, cambio de color, supervivencia como así también el costo de la lámpara, precio de energía que



consume y costo de mantenimiento. Puede definirse como el número de horas durante el cual puede operar correctamente una lámpara hasta que se hace necesario su remplazo.

- Vida media: valor medio estadístico sobre la base de una muestra.

### **2.5.1 Depreciación de bombillas incandescentes**

La eficacia luminosa de una bombilla incandescente, disminuye a medida que transcurre el tiempo de funcionamiento de dicha bombilla, en razón a que el filamento, por estar sometido a la temperatura de incandescencia, sufre una evaporación gradual de partículas que se condensan en las paredes del bulbo, ennegreciéndolo, provocando una disminución del flujo luminoso. Las fluctuaciones de tensión, aunque sean pequeñas y de carácter regular, afectan sustancialmente la duración de la bombilla, así un incremento del 5% de la tensión puede disminuir hasta un 50% de la vida de la bombilla.

### **2.5.2 Depreciación de bombillas o lámparas fluorescentes**

Una bombilla fluorescente deja de funcionar, por el desgaste progresivo de los depósitos emisores de electrones situados en los electrodos. La variación del flujo luminoso, está ligada al gradual oscurecimiento del depósito de sustancia fluorescente, debido a la acción del mercurio y a una alteración de la sustancia fluorescente, causada por la radiación ultravioleta de la descarga. El final de la vida de los tubos fluorescentes, se alcanza cuando no queda material suficiente en ninguno de los dos cátodos para formar el arco. No obstante que los tubos fluorescentes no son tan sensibles a los cambios de tensión, como lo son las bombillas incandescentes, tanto un mayor valor como uno menor de tensión nominal, tiende a reducir la duración y eficacia de la bombilla. Un efecto similar produce las bajas o altas temperaturas y la humedad, lo que reduce la emisión lumínica de los tubos fluorescentes. [5]

## **2.6 ALUMBRADO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS, SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS**

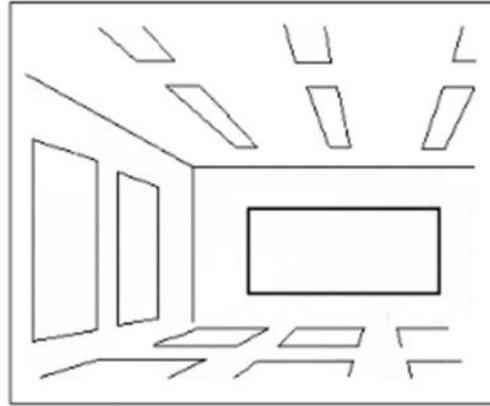
La iluminación de aulas de clase, salas de lectura, requiere especial cuidado y una gran responsabilidad por parte de diseñadores y constructores de sistemas de iluminación, una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales especialmente a niños y adolescentes, con graves consecuencias en algunos casos por las limitaciones visuales.

### **2.6.1 Iluminación de aulas de clase**

El alumbrado de un aula de enseñanza como se observa en la figura 3, debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y del tablero. Como

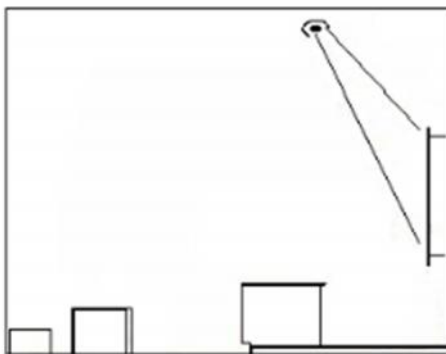
estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas. Es requisito que el diseño verifique la necesidad de proveer iluminación adicional en el tablero. Ver figura 4.

**Figura 3.** Alumbrado aulas de clase.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

**Figura 4.** Alumbrado adicional sobre el tablero.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP) [3].

### **2.6.2 Iluminación de salas de lectura y auditorios**

En las salas de lectura y auditorios normalmente no hay luz diurna y sólo existe la artificial. En estos locales se debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Niveles de iluminación requeridos para lectura y escritura como en la Tabla 1.
- Se debe tener especial cuidado en prevenir el deslumbramiento.
- Se debe disponer de un equipo especial de regulación de flujo luminoso para la proyección de películas y dispositivos.

- Se debe instalar un alumbrado localizado sobre la pizarra de la pared con una iluminancia vertical de 750 luxes.
- Se debe contar con un panel de control que permita encender y apagar los distintos grupos de luminarias, manejar el equipo de regulación de alumbrado y eventualmente controlar el sistema automático de proyección.
- En estos recintos se debe contar con instalación de un alumbrado de emergencia y de señalización de las salidas.

## 2.7 CÁLCULOS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR

En los cálculos de iluminación interior se deben tener en cuenta los requisitos de iluminancia, la uniformidad y el índice de deslumbramiento.

El nivel de iluminancia de un local se debe expresar en función de la iluminancia promedio en el plano de trabajo. Para la aplicación del presente reglamento se deben cumplir los valores de la Tabla 440.1 del RETILAP. Si no se especifica la altura del plano de trabajo (hm), se deberá tomar un plano imaginario a 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie.

La iluminancia promedio se calcula mediante la fórmula:

$$E_{prom} = \frac{\Phi_{tot} * CU * FM}{A} \quad (2)$$

Dónde:

- tot Flujo luminoso total de las bombillas.
- A Área del plano de trabajo en m<sup>2</sup>
- CU Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.
- FM Factor de mantenimiento.

El método de cálculo podrá ser manual o a través de un software especializado, el cual ejecutará los cálculos referenciados obteniendo como mínimo los resultados siguientes.

- a) El valor de eficiencia energética de la instalación VEEI
- b) La iluminancia promedio horizontal mantenida  $E_{prom}$  en el plano de trabajo.
- c) El índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.

Asimismo, se incluirán los valores del índice de rendimiento de color (Ra) y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

## **2.8 TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN**

### **2.8.1 Medición de iluminancia general de un salón**

Para mediciones de precisión el área debe ser dividida en cuadrados y la iluminancia se mide en el centro de cada cuadrado y a la altura del plano de trabajo.

La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar sentados y de 0,85 m para trabajos de pie. Esto se puede lograr por medio de un soporte portátil sobre el cual se coloca el sensor.

La luz día se puede excluir de las lecturas, ya sea tomándolas en la noche o mediante persianas, superficies opacas que no permiten la penetración de la luz día. El área se debe dividir en pequeños cuadrados, tomando lecturas en cada cuadrado y calculando la media aritmética. Una cuadrícula de 0,6 metros es apropiada para muchos espacios. [3]

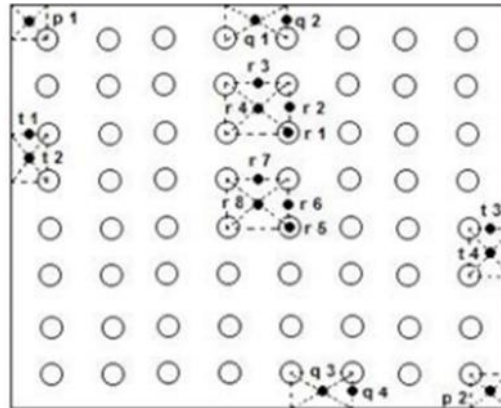
### **2.8.2 Puntos de medición para diferentes configuraciones de luminarias**

Cada nivel de iluminación obtenido en un área, se debe al resultado de un estudio o de la aplicación de ciertas fórmulas que nos dicta la norma, es decir la ubicación adecuada de cada uno de los puntos.

#### **2.8.2.1 Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas.**

A continuación en la figura 5, una representación gráfica de los puntos de medición de iluminancia para este tipo de área.

**Figura 5.** Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM} \quad (3)$$

Dónde:

- $E_{prom}$  Iluminancia promedio
- $N$  Número de luminarias por fila.
- $M$  Número de filas.

1. Se toman lecturas en los puntos r1, r2, r3 y r4 para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos r5, r6, r7 y r8 para una cuadrícula típica central, promedie las 8 lecturas. Este es el valor R de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r1 + r2 + r3 + r4 + r5 + r6 + r7 + r8}{8} \quad (4)$$

2. Se toman lecturas en los puntos q1, q2, q3, y q4, en dos cuadrículas típicas de cada lado del salón. El promedio de estas cuatro lecturas es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q1 + q2 + q3 + q4}{4} \quad (5)$$

3. Se toman lecturas en los puntos t1, t2, t3, y t4 en dos cuadrículas típicas de cada final del salón, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t1 + t2 + t3 + t4}{4} \quad (6)$$

4. Se toman lecturas en los puntos p1, p2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

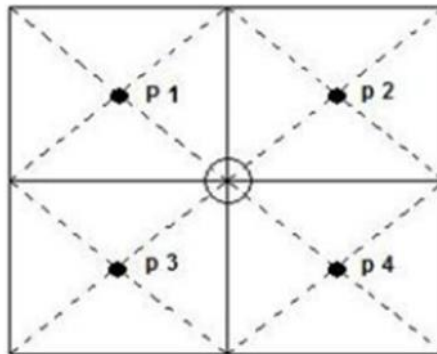
$$P = \frac{p1 + p2}{2} \quad (7)$$

5. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de Eprom.

### 2.8.2.2 Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica.

A continuación en la figura 6, una representación gráfica de los puntos de medición de iluminancia para este tipo de área.

**Figura 6.** Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

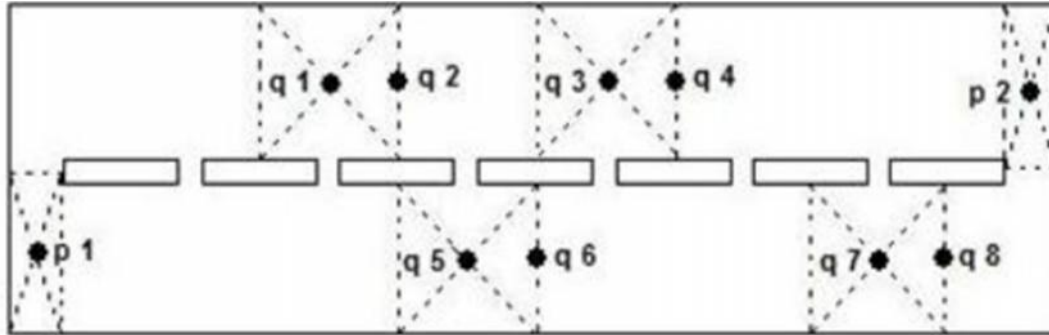
Se toman lecturas en los puntos p1, p2, p3, y p4, en las cuatro cuadrículas, se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio del área de la Figura 6.

$$P = \frac{p1 + p2 + p3 + p4}{4} \quad (8)$$

### 2.8.2.3 Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila

A continuación en la figura 7, una representación gráfica de los puntos de medición de iluminancia para este tipo de área.

**Figura 7.** Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{Q(N - 1) + P}{N} \quad (9)$$

Dónde:

$E_{prom}$  Iluminancia promedio  
 $N$  Número de luminarias.

1. Se toman lecturas en los puntos q1, hasta q8, en cuatro cuadrículas típicas, localizadas dos en cada lado del área. Se promedian las 8 lecturas. Este es el valor de Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q1 + q2 + q3 + q4 + q5 + q6 + q7 + q8}{8} \quad (10)$$

2. Se toman lecturas en los puntos p1, y p2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

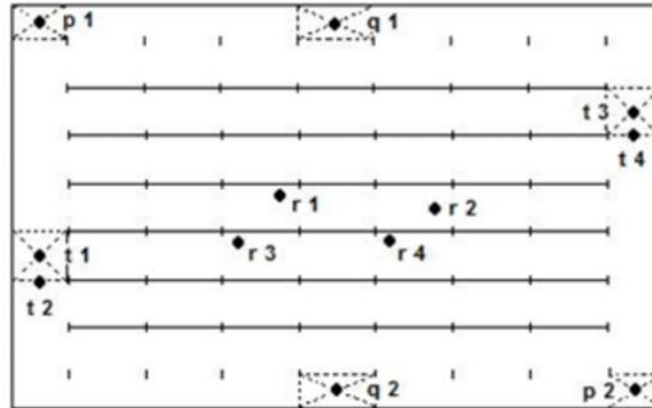
$$P = \frac{p1 + p2}{2} \quad (11)$$

3. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de  $E_{prom}$ .

### 2.8.2.4 Áreas regulares con luminarias de dos o más filas

A continuación en la figura 8, una representación gráfica de los puntos de medición de iluminancia para este tipo de área.

**Figura 8.** Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{RN(m-1)(m-1) + QN + T(m-1) + P}{M(n+1)} \quad (12)$$

Dónde:

$E_{prom}$	Iluminancia promedio
$N$	Número de luminarias por fila.
$M$	Número de filas.

1. Se toman lecturas en los puntos  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  y  $r_4$  localizados en el centro del área y se promedian las 4 lecturas. Este es el valor  $R$  de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4}{4} \quad (13)$$

2. Se toman lecturas en los puntos  $q_1$ , y  $q_2$ , localizadas en la mitad de cada lado del salón y entre la fila de luminarias más externa y la pared. El promedio de estas dos lecturas es el valor  $Q$  de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2}{2} \quad (14)$$



3. Se toman lecturas en los puntos t1, t2, t3, y t4 en cada final del salón se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor T de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t1 + t2 + t3 + t4}{4} \quad (15)$$

4. Se toman lecturas en los puntos p1, p2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

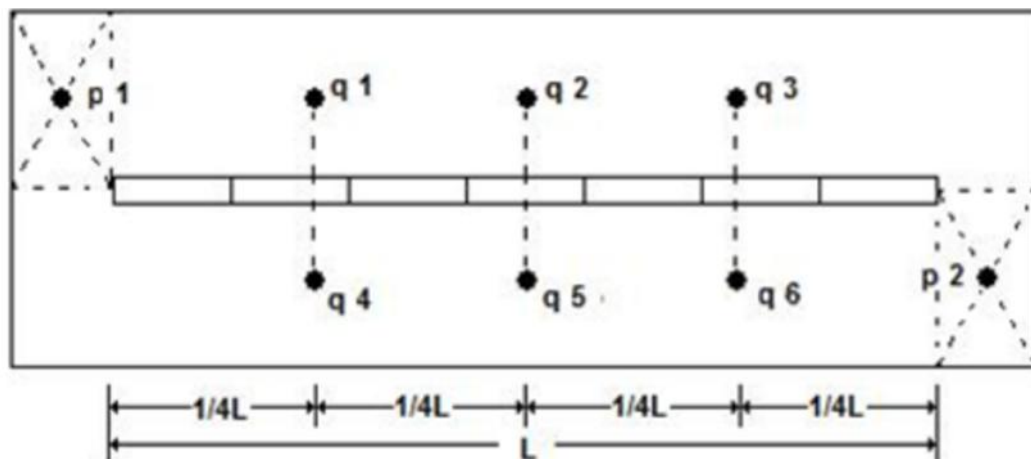
$$P = \frac{p1 + p2}{2} \quad (16)$$

5. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de Eprom.

### 2.8.2.5 Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales

A continuación en la figura 9, una representación gráfica de los puntos de medición de iluminancia para este tipo de área.

**Figura 9.** Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias.



Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

$$E_{prom} = \frac{QN + P}{N + 1} \quad (17)$$

Dónde:

E<sub>prom</sub>      iluminancia promedio  
N              Número de luminarias.

1. Se toman lecturas en los puntos q1, hasta q6. Se promedian las 6 lecturas. Este es el valor Q de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6}{6} \quad (18)$$

2. Se toman lecturas en los puntos p1, y p2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (19)$$

3. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de Eprom. [3]

## 2.9 FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA MEDICIÓN

Es muy importante registrar una descripción detallada del área de la medición, junto con todos los otros factores que pueden afectar los resultados, tales como:

- a) Tipo de bombilla y su tiempo de utilización
- b) Tipo de luminaria y balasto
- c) Medida de la tensión de alimentación
- d) Reflectancias de la superficie interior
- e) Estado de mantenimiento, último día de limpieza
- f) Instrumento de medición usado en la medición

## 2.10 EQUIPOS DE MEDICIÓN

Para medir la intensidad de iluminación se emplean luxómetros, esencialmente constituidos por una célula fotoeléctrica que bajo la acción de la luz engendra una corriente eléctrica que se mide en un miliamperio.

Para que las Indicaciones en estos aparatos sean correctas deben reaccionar a la luz de la misma manera que al ojo humano; es decir que deben tener una curva de sensibilidad semejante a la respuesta del ojo humano, para lograr esto, se utilizan filtros coloreados que rectifican la curva de sensibilidad del aparato. Se dice entonces que el Luxómetro o Iluminómetro es de célula corregida.

Los equipos son muy sensibles a altas temperaturas y al deterioro mecánico. Regularmente la célula está protegida en su parte superior con cristal plano resistente, lo que ocasiona que la luz incidente oblicuamente no pueda medirse correctamente debido a la reflexión en el cristal. [4]

## **2.11 FORMATOS**

Finalmente los datos obtenidos en las evaluaciones se deben registrar en los siguientes formatos:

**Tabla 3.** Formato1. Inspección general del área o puesto de trabajo.

**INSPECCIÓN GENERAL DEL ÁREA O PUESTO DE TRABAJO**

EMPRESA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ DIA: \_\_\_\_\_ NOCHE: \_\_\_\_\_

**1. CONDICIONES DEL ÁREA:**

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA:

\_\_\_\_\_

DIMENSIONES:

LONGITUD: \_\_\_\_\_ ANCHO: \_\_\_\_\_ ALTURA: \_\_\_\_\_

PLANO DEL ÁREA CON DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS:

**2. DESCRIPCIÓN DE PAREDES, PISOS Y TECHOS**

DESCRIPCIÓN	CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE					
	MATERIAL	COLOR	TEXTURA	LIMPIA	MEDIA	SUCIA
Paredes						
Techo						
Piso						
Superficie de trabajo						
Equipo o Máquina						

**3. CONDICIONES GENERALES:**

Clasificación del equipo					
Luminarias, tipo					
Especificación de las bombillas					
bombillas por luminaria					
Número de luminarias					
Número de filas					
Luminarias por fila					
Altura del montaje					
Espacios entre luminarias					
Condición de las luminarias	Limpio	Medio	Sucio		

Descripción de la iluminación local o complementaria.

\_\_\_\_\_

Estudios realizados anteriormente: *Si* \_\_\_ *No* \_\_\_

Resultados obtenidos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Tabla 4.** Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón.

**MEDIDAS DE ILUMINANCIA GENERAL**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ SECCIÓN: \_\_\_\_\_

Dimensiones del Salón: Largo: \_\_\_\_\_ Ancho: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Disposición de las luminarias en el local: \_\_\_\_\_

(La identificación de puntos de medición depende del local y la distribución de las luminarias. Consultar el Numeral 490-1 del Capítulo 4 del RETILAP y fórmulas para el cálculo de Eprom)

EQUIPO DE MEDIDA: Tabla de \_\_\_\_\_

datos

Identificación de los puntos	DIA			NOCHE	OBSERVACIONES
	Mañana(AM)	Medio día(M)	Tarde(PM)		
r-1					
r-2					
r-3					
r-4					
r-5					
r-6					
r-7					
r-8					
q-1					
q-2					
q-3					
q-4					
q-5					
q-6					
q-7					
q-8					
t-1					
t-2					
t-3					
t-4					
p-1					
p-2					
p-3					
p-4					
Eprom					

% UNIFORMIDAD: \_\_\_\_\_

Responsable \_\_\_\_\_ Matrícula profesional N° \_\_\_\_\_

**Tabla 5.** Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo.

**MEDIDAS DE ILUMINANCIA EN LOS PUESTOS DE TRABAJO**

EMPRESA: \_\_\_\_\_ SECCIÓN: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

OFICIO: \_\_\_\_\_ EQUIPO MEDICIÓN: \_\_\_\_\_

**Tabla de datos**

Lectura puesto de trabajo	Altura sobre el piso	NIVEL DE ILUMINANCIA						
		Plano			General únicamente		General + suplementaria	
		Vertical	Horizontal	Inclinado	Promedio	Rango recomendado	Promedio	Rango recomendado

Responsable \_\_\_\_\_ Matrícula profesional N° \_\_\_\_\_

**Tabla 6.** Formato 4. Especificación de la instalación alumbrado.

**ESPECIFICACIONES DE LA INSTALACIÓN ALUMBRADO**

**EMPRESA:** \_\_\_\_\_

**Área:** \_\_\_\_\_

**OBJETIVOS:**

Nivel de iluminancia de diseño: \_\_\_\_\_ Lux Coeficiente de uniformidad CU: \_\_\_\_\_

Otros: \_\_\_\_\_

**APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL:**

Iluminancia exterior producida por la luz natural. \_\_\_\_\_ Lux

Iluminancia interior producida por la luz natural. \_\_\_\_\_ Lux

Coeficiente de luz diurna (CLD): \_\_\_\_\_ %

Coeficiente mínimo promedio exigido de luz diurna: \_\_\_\_\_

(Para los valores mínimos del Coeficiente de Luz Diurna CLD que deben cumplir las edificaciones ver el Tabla 415-1.c) del Capítulo 4 del RETILAP)

**TIPO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN NATURAL: Instalación luz día**

Techo \_\_\_\_\_ ventanas \_\_\_\_\_ ambas \_\_\_\_\_

**ILUMINACIÓN ARTIFICIAL: Número de**

**luminarias:**

Área de trabajo: Largo: \_\_\_\_\_ Ancho \_\_\_\_\_

Altura del plano de trabajo sobre el nivel del piso: \_\_\_\_\_

Altura de las luminarias sobre el plano de trabajo: \_\_\_\_\_

Altura de suspensión de las luminarias desde el techo: \_\_\_\_\_

Distancia entre centro de luminarias a lo Largo: \_\_\_\_\_

Distancia entre centro de luminarias a lo Ancho: \_\_\_\_\_

**BOMBILLAS o LÁMPARAS: Fabricante y referencia: Tipo de bombilla:**

Potencia de la bombilla: \_\_\_\_\_

Lúmenes iniciales (100 h): \_\_\_\_\_ lm

Período de reemplazo de las bombillas: \_\_\_\_\_

Factor de depreciación de lúmenes de las bombillas: \_\_\_\_\_

**LUMINARIA:**

Fabricante y referencia. \_\_\_\_\_

Bombillas por luminaria: \_\_\_\_\_

Potencia total por luminaria. \_\_\_\_\_ W

**MANTENIMIENTO:**

Período limpieza de ventanas: \_\_\_\_\_ meses Período de limpieza de

techos: \_\_\_\_\_ meses Período limpieza de luminarias:

meses Período de reemplazo de las bombillas: \_\_\_\_\_ meses

Período de limpieza de manteniendo de techo, paredes y pisos: \_\_\_\_\_

Diseñador del sistema: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Responsable \_\_\_\_\_ Matrícula profesional N° \_\_\_\_\_

## 2.12 INSPECCIÓN ELÉCTRICA

### 2.12.1 LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN

**Tabla 7.** Protecciones en el punto de derivación

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.14.2.a RETIE	
<b>ITEM</b>	Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, debe disponer de DSP. Figura 10.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>COMENTARIOS</b>	En la figura 10 se observa que el conductor de tierra está debidamente conectado a los terminales del DPS.	

**Figura 10.** Dispositivo de protección contra sobre tensiones (DPS)



**Tabla 8.** Instalación

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 24.3.d RETIE	
<b>ITEM</b>	El DPS debe instalarse en el camino de la corriente de impulso y lo más cerca posible de los bujes del transformador. Figura 10.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.14.2.g RETIE	
<b>ITEM</b>	Para efectos de seguridad, en la instalación los DPS deben quedar en modo común, es decir, entre fase(s) y tierra. Figura 10.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X



## 2.12.2 TRANSFORMADOR

**Tabla 9.** Puesta a tierra del transformador

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.25.a RETIE	
<b>ITEM</b>	Los transformadores deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar sólidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X
<b>COMENTARIOS</b>	En la figura 11 se observa que el transformador posee el conductor de puesta a tierra, pero se ve interrumpido antes de llegar a tierra.	

**Figura 11.** Puesta a tierra del transformador



## 2.12.3 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

### 2.12.3.1 Cuarto eléctrico

**Tabla 10.** Ventilación, humedad y obstrucciones

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 23.4 RETIE	
<b>ITEM</b>	La sala o espacio donde haya instalado equipo eléctrico, debe estar suficientemente ventilada y seca. Figura 12.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 24.2.c RETIE	
<b>ITEM</b>	En las subestaciones y cuartos eléctricos debe asegurarse que una persona no autorizada no pueda acceder a las partes energizadas del sistema, ni tocándolas de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan poner en contacto con un elemento energizado. Figura 12.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 23.-u RETIE	
<b>ITEM</b>	En las subestaciones está prohibido que crucen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extensión de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación. Figura 12.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	

**Figura 12.** Puesta a tierra del transformador



## 2.12.4 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

### 2.12.4.1 Tablero de distribución principal

Tabla 11. Soporte de equipos

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 110-13 literal a NTC2050	
<b>ITEM</b>	Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que van montados. No se deben utilizar tacos de madera en agujeros en mampostería, hormigón, yeso o materiales similares. Figura 13.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>COMENTARIOS</b>	En este caso los breakers están debidamente fijos a la caja de distribución, por lo cual cumple en el aspecto eléctrico.	

Figura 13. Soporte gabinete eléctrico



Tabla 12. Identificación

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.23.1.4.h RETIE	
<b>ITEM</b>	Indicar, de forma visible, la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito. Figura 14.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	

**Figura 14.** Tablero principal



**Tabla 13.** Encerramientos

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.23.1.1.c RETIE	
<b>ITEM</b>	El encerramiento del tablero de distribución, accesible solo desde el frente; cuando sea metálico debe fabricarse en lamina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para y en lamina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos. Figura 15.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.23.1.e RETIE	
<b>ITEM</b>	Los encerramientos de los tableros deben resistir los efectos de la humedad y la corrosión. Figura 15.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X

**Figura 15.** Lamina del tablero



**Tabla 14.** Tierra

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.23.1.2.e RETIE	
<b>ITEM</b>	Todas las partes externas de panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra. Figura 17.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.23.1.3.f RETIE	
<b>ITEM</b>	El tablero debe tener un barraje para conexión del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados. Figura 16.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.16.3.2.d RETIE	
<b>ITEM</b>	La caja metálica que alberga al interruptor debe conectarse sólidamente a tierra. Figura 17.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X

**Figura 16.** Barraje para conexión del alimentador



**Figura 17.** Caja metálica no está debidamente conectada a tierra



**Tabla 15.** Requisitos de instalación

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.16.3.2.a RETIE	
<b>ITEM</b>	Los interruptores deben instalarse en serie con los conductores de fase. Figura 18.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	

**Figura 18.** Interruptores en serie



**Tabla 16.** Requisitos de los interruptores

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.16.3.2.b RETIE	
<b>ITEM</b>	No debe conectarse un interruptor de uso general en el conductor puesto a tierra. Figura 18.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	

**Tabla 17.** Requisitos de producto

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.16.3.1.a RETIE	
<b>ITEM</b>	Las posiciones de encendido y apagado deben estar claramente indicadas en el cuerpo del interruptor.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>COMENTARIOS</b>	En la figura 19 se puede observar que se distingue cuando esta encendido o apagado	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.16.3.1.b RETIE	
<b>ITEM</b>	Los interruptores deben estar diseñados en forma tal que al ser instalados y cableados, en su uso normal las partes energizadas no sean accesibles a las personas. Figura 19.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 373-4 de la NTC2050	
<b>ITEM</b>	Las aberturas no utilizadas de los armarios o cajas de corte deben cerrarse eficazmente de modo que ofrezcan una protección prácticamente igual a la de la pared del armario o caja. Figura 19.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X

**Figura 19.** Aberturas no selladas





**Tabla 18.** Conductores

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.23.1.f RETIE	
<b>ITEM</b>	El alambrado del tablero debe cumplir con el código de colores establecido en el presente reglamento. Figura 20.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 373-5 de la NTC2050	
<b>ITEM</b>	Los conductores que entren en los armarios o cajas de corte deben estar protegidos contra la abrasión. Figura 20.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 373-7 de la NTC2050	
<b>ITEM</b>	Los armarios y cajas de corte deben tener espacio suficiente para que quepan holgadamente todos los conductores instalados en ellos. Figura 20.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
	X	

**Figura 20.** Tablero de alimentación



Para ver la inspección completa que se realizó a los tableros de distribución, referirse al anexo B.

## 2.12.5 EXTENSIONES Y MULTITOMAS PARA BAJA TENSIÓN

**Tabla 19.** Extensiones y multitomas

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.18.2.a RETIE	
<b>ITEM</b>	La extensión o el multitoma sólo podrán ser conectadas a un circuito ramal cuyos conductores y tomacorriente tengan la suficiente capacidad de soportar la corriente de todas las cargas conectadas.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
<b>COMENTARIOS</b>	No existen multitomas	

## 2.12.6 TOMACORRIENTES

**Tabla 20.** Requisitos de producto

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.10.1.c RETIE	
<b>ITEM</b>	Los tomacorrientes deben ser construidos con materiales que garanticen la permanencia de las características mecánicas, dieléctricas, térmicas y de flamabilidad del producto, sus componentes y accesorios, de modo que no exista la posibilidad de que como resultado del envejecimiento natural o del uso normal se altere su desempeño y se afecte la seguridad. Figura 21.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.10.1.g RETIE	
<b>ITEM</b>	Los tomacorrientes deben suministrarse e instalarse con su respectiva placa, tapa o cubierta destinada a evitar el contacto directo con partes energizadas; estos materiales deben ser de alta resistencia al impacto. Figura 22.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.10.1.m RETIE	
<b>ITEM</b>	Los tomacorrientes con protección de falla a tierra deben tener un sistema de monitoreo visual que indique la funcionalidad de la protección.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X
<b>COMENTARIOS</b>	No es toma GFCI.	

**Figura 21.** Caja de tomacorriente en pésimas condiciones



**Figura 22.** Caja de tomacorriente sin su respectiva tapa



**Tabla 21.** Requisitos de instalación

<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.10.1.h RETIE	
<b>ITEM</b>	En los tomacorrientes monofásicos el terminal plano más corto debe ser el de la fase y debe estar ubicado en la parte inferior.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X
<b>COMENTARIOS</b>	En la figura 23 se puede observar que este tomacorriente no cumple en el aspecto eléctrico como tampoco en la posición del terminal.	
<b>ARTÍCULO</b>	Artículo 20.10.2.f RETIE	
<b>ITEM</b>	Cuando los tomacorrientes se instalen de forma horizontal, el contacto superior debe corresponder al neutro.	
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Cumple	No cumple
		X

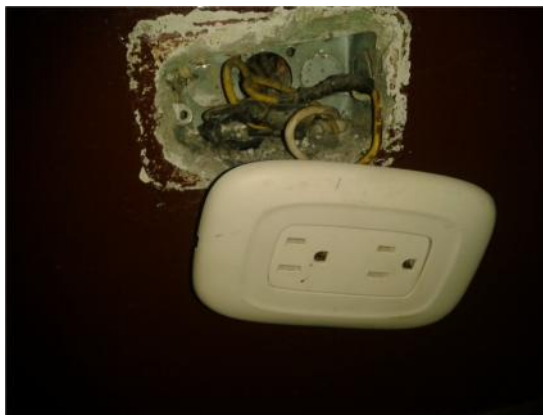
## COMENTARIOS

En la figura se puede observar que en posición el terminal de neutro está ubicado en la parte inferior pero eléctricamente el conductor de neutro pertenece a la fase.

**Figura 23.** Terminal de fase eléctrica y posicionalmente mal instalado



**Figura 24.** Terminal de neutro eléctrica y posicionalmente mal instalado



Para ver la inspección completa que se realizó a los circuitos de fuerza, referirse al Anexo B.

## 2.13 INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN

### 2.13.1 LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS

En el colegio Ciudad Boquía se encuentran instaladas lámparas fluorescentes compactas las cuales están ubicadas de la siguiente manera: primer piso (Coordinación tarde-noche, coordinación mañana, rectoría y sala de audiovisuales), como se observa en la figura 25.

**Figura 25.** Lámparas compactas



**a) Eficacia lumínica**

A partir de la entrada en vigencia del RETILAP, se prohíbe la comercialización y uso de lámparas fluorescentes compactas con eficacia lumínica, factor de potencia y vida útil menor y distorsión armónica mayor a las contempladas en la tabla 22.

**Tabla 22.** Especificaciones de lámparas fluorescentes compactas con balastro incorporado. Tomadas y adoptadas de la Tabla 310.5.1 b del RETILAP

Potencia en W de la lámpara LFCI	Eficacia media mínima (lm/W)		Mínimo factor de potencia	Máxima distorsión total de armónicos	Mínima vida útil en horas
	Sin cubierta envolvente	Con cubierta envolvente			
≤8	43	40	0,5	150%	3.000
>8 y ≤15	50	40	0,5	150%	3.000
>15 y ≤25	55	44	0,5	150%	6.000
>25 y ≤45	57	45	0,5	150%	6.000
>45	65	55	0,8	120%	8.000

Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

Las lámparas fluorescentes compactas utilizadas en esta edificación son de fabricante PANASONIC de 19 W, estas cuentan con una eficacia lumínica de 66 lm/W, un factor de potencia de 0,5 y una vida útil de 10000 horas, cumpliendo así con los valores asignados por el RETILAP para este tipo de luminarias.

**b) Marcación**

Sobre la base que soporta el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones: ver figura 26.

- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
- Tensión nominal en voltios (V).
- Temperatura del color.(K)
- Flujo luminoso (lm).

- Potencia nominal en vatios (W).

**Figura 26.** Marcación de lámparas compactas



### **2.13.2 LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES**

La mayoría de los sitios del colegio se encuentran iluminados con lámparas fluorescentes tipo T12.

#### **2.13.2.1 Lámparas fluorescentes tipo T12**

Esta clase de lámparas se encuentran localizadas de la siguiente manera: primer Piso (secretaría, baños, portería, aulas de clase 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 28); segundo piso (aulas de clase 3, 4, 5, 6, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27). Ver figura 27 y figura 28.

**Figura 27.** Salón 16 con lámparas T12. [4]



**Figura 28.** Salón 31 con lámparas T12. [4]



**a) Eficacia luminosa**

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo descontinuadas y remplazadas por lámparas tipo tubo fluorescente T8 y T5 que cuentan con tecnologías más eficaces y usan menor cantidad de mercurio.

Sin embargo las lámparas T12 que todavía se utilicen no podrán tener eficacias inferiores a las mostradas en la tabla 23.

**Tabla 23.** Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12.

<b>Tipo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Eficacia luminosa (lm/W)</b>
<b>T12 (38mm de diámetro)</b>	20 a 40	70
	> 40	55

Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

Las lámparas fluorescentes Tipo T12 con que cuenta la institución cumplen con los valores de eficacia mínima exigidos en la tabla anterior, debido a que estas consumen una potencia de 75W y entregan 4360 lm, dando como resultado una eficacia luminosa de 58 lm/W, y una potencia de 39W y entregan 2750 lm, dando como resultado una eficacia luminosa de 70 lm/W, estando este valor por encima del mínimo exigido que es 55 y 70 lm/W.

### b) Índice de Reproducción Cromática

El Índice de Reproducción Cromática (Ra) para las bombillas tubulares fluorescentes deberá cumplir como mínimo con los valores establecidos en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra).

Tipo de lámpara	Potencia nominal de la lámpara	Ra mínimo en%
Tubo doble contacto, longitud 1,2m	> a 35W	69
	<= a 35W	45
Tubo en U, longitud 0,6m	> a 35W	69
	<= a 35W	45
Tubo encendido instantáneo, longitud 2,4m	65W	69
	<= a 65W	45
Tubo de alta salida lumínica, longitud 2,4m	100W	69
	<= a 100W	45

Fuente: Reglamento Técnico De Iluminación Y Alumbrado Público (RETILAP). [3]

Estas lámparas cuentan con un CRI de 69 así que cumplen con el Ra mínimo exigido en la tabla anterior que es de 69 para potencias mayores a 35W.

### c) Vida útil

La vida útil de las lámparas fluorescentes F96T12/DX es de 12.000 horas y para las lámparas fluorescentes F48T12/DX es de 200000 cumpliendo con el mínimo de horas exigido por el RETILAP, el cual para bombillas o tubos fluorescentes no debe ser menor a 10.000 horas.

### d) Marcación.

Sobre el bulbo de la bombilla deben aparecer marcadas, indelebles y perfectamente legibles, como mínimo las siguientes indicaciones. Ver figura 29 y figura 30:

- Marca registrada, logotipo o razón social del fabricante.
- Apariencia o Temperatura del color.
- Índice de Rendimiento del Color (IRC)
- Potencia nominal en vatios (W).
- Flujo luminoso (lm)



**Figura 29.** Marcación lámparas T12.



La marcación de estas lámparas cumple parcialmente con lo exigido ya que posee la marca registrada y la potencia nominal en vatios, pero no posee el índice de rendimiento del Color (IRC), la temperatura del color, ni el flujo luminoso.

## **2.13.2.2 LUMINARIAS**

### **2.13.2.2.1 Requisitos de producto.**

Ninguno de los elementos o partes de la luminaria presentan rebabas, puntos o bordes cortantes, que puedan causar algún tipo de daño a los conductores o personas que las manipulen, ya sea para su instalación o mantenimiento, de acuerdo a lo exigido por el RETILAP. Figura 31.

**Figura 30.** Luminaria ubicada en el salón 6



### 2.13.2.2.2 Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias.

- a) El conjunto eléctrico de la luminaria tal como lo es el balasto y la bornera de conexiones esta acoplado en el interior del cuerpo de la luminaria tal como lo exige el RETILAP, pero no permite su fácil inspección, limpieza, mantenimiento y remplazo de sus elementos, ya que la luminaria se encuentra incrustada en el cielorraso. Ver figura 32.
- b) Las luminarias tienen espacio suficiente para albergar todas las partes del conjunto y realizar los empalmes y conexiones necesarias de la instalación.

Figura 31. Parte interna de una luminaria. [4]



- c) Las luminarias y lámparas instaladas no tienen partes energizadas expuestas normalmente al contacto, que puedan ser un riesgo para las personas.
- d) El RETILAP exige que las luminarias deben ir marcadas en forma directa sobre el cuerpo o en una placa metálica exterior de fácil visualización, en este caso esto no se cumple debido a que las luminarias no se encuentran marcadas.

## 2.13.3 RESULTADOS DE ILUMINACION

### 2.13.3.1 Iluminancias

En la tabla 25 se encuentran las diferentes aulas de la institución con sus respectivos datos; esta se elaboró teniendo en cuenta las mediciones de iluminación realizadas a cada una de estas áreas.

**Tabla 25.** Recopilación de las dimensiones y número de luminarias de las aulas.

Aula	Ancho (metros)	Largo (metros)	Numero de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de luminaria	Luminarias malas
Salón 1	6,68	6,68	12	6	T12	0
salón 2	6,68	6,68	12	6	T12	2
salón 3	3,5	6,96	12	6	T12	2
salón 4	6,68	6,68	12	6	T12	0
salón 5	6,68	6,68	12	6	T12	1
Salón 6	8	8,68	12	8	T12	0
Salón 7	6,48	8,68	12	8	T12	0
salón 8	6,48	8,68	12	8	T12	0
salón 9	8	8,68	12	8	T12	2
salón 10	6,48	8,6	12	8	T12	2
salón 11	8	8,68	12	9	T12	1
salón 12	6,48	8,68	12	8	T12	2
salón 13	6,48	8,68	12	9	T12	3
salón 14	8	8,68	12	9	T12	4
salón 15	6,76	8,6	12	12	T12	0
salón 16	5,84	9	12	12	T12	5
salón 17	8,68	8	12	6	T12	0
salón 18	6,48	8,68	12	6	T12	0
salón 19	6,48	8,68	12	6	T12	3

Aula	Ancho (metros)	Largo (metros)	Numero de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de luminaria	Luminarias malas
salón 20	8,68	8	12	6	T12	0
salón 21	6,48	8,6	12	6	T12	2
salón 22	6,48	8,6	12	6	T12	3
salón 23	8,68	8	12	6	T12	4
salón 24	6,48	8,68	12	6	T12	1
salón 25	6,48	8,68	12	6	T12	3
salón 26	8,68	8	12	6	T12	1
salón 27	6,3	8	12	4	T12	2
salón 28	6,3	8	12	4	T12	2
salón 29	5,84	9	12	3	T12	1
salón 30	5,84	9	12	4	T12	0
salón 31	5,84	9	12	3	T12	0
Restaurante	9,8	15,7	12	12	T12	0
Sala de profesores	9,49	7,78	12	4	T12	0
Tesorería	5,28	4,18	12	4	T12	0
Rectoría	5,28	6,34	8	2	LFC	0
Biblioteca	19,48	13,94	12	12	T12	0
Coordinación mañana	6,38	4,04	18	4	LFC	0
Sala de sistemas 3	5,27	5,3	12	4	T12	2
Baño rectoría	4,18	5,28	4	1	T12	0
Coordinación tarde-noche	5,28	5,3	12	4	LFC	0
Secretaria	4,18	5,28	12	4	T12	1
Cocina	13,79	4	12	2	T12	0
Baño 1er piso izquierda	5,9	3,27	10	2	T12	1
Baño 1er piso derecha	5,9	3,27	10	2	T12	2
Laboratorio de física	9	6,8	12	8	T12	4

Aula	Ancho (metros)	Largo (metros)	Numero de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de luminaria	Luminarias malas
Laboratorio de química	6,8	8,6	12	6	T12	3
Laboratorio de tecnologías	6,76	8,6	12	8	T12	3
Sala de sistemas 1 y 2	11,6	4,42	12	4	T12	0
Sala de audiovisuales	11,6	9	18	20	LFC	11
Coliseo	39,02	21	276	12	REFLECTORES	2
Enfermería	2,6	3	4	1	T12	0

Nota1: LFC significa Lámpara Fluorescente Compacta.

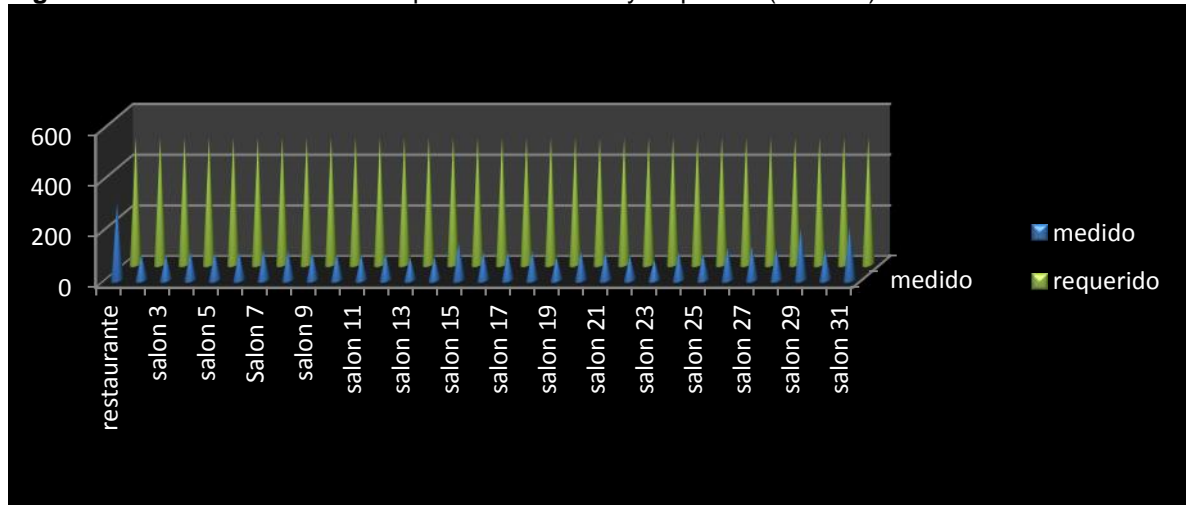
**Tabla 26.** Resultados de iluminación

Aula	Niveles de iluminancia promedio		Mínimo
	Medido	Requerido	
salón 1	122,34	500	300
salón 2	100,47	500	300
salón 3	97,81	500	300
salón 4	113,34	500	300
salón 5	108,66	500	300
Salón 6	111,9	500	300
Salón 7	117,53	500	300
salón 8	115,73	500	300
salón 9	108,7	500	300
salón 10	103,08	500	300
salón 11	98,71	500	300
salón 12	104,17	500	300
salón 13	88,33	500	300
salón 14	90,33	500	300
salón 15	144,78	500	300
salón 16	112,23	500	300
salón 17	112,47	500	300
salón 18	115,03	500	300
salón 19	90,13	500	300
salón 20	113,09	500	300
salón 21	108,41	500	300
salón 22	95,47	500	300
salón 23	78,44	500	300
salón 24	111,25	500	300
salón 25	101,66	500	300
salón 26	128,66	500	300
salón 27	133,13	500	300
salón 28	123,33	500	300
salón 29	202,13	500	300
salón 30	117,29	500	300

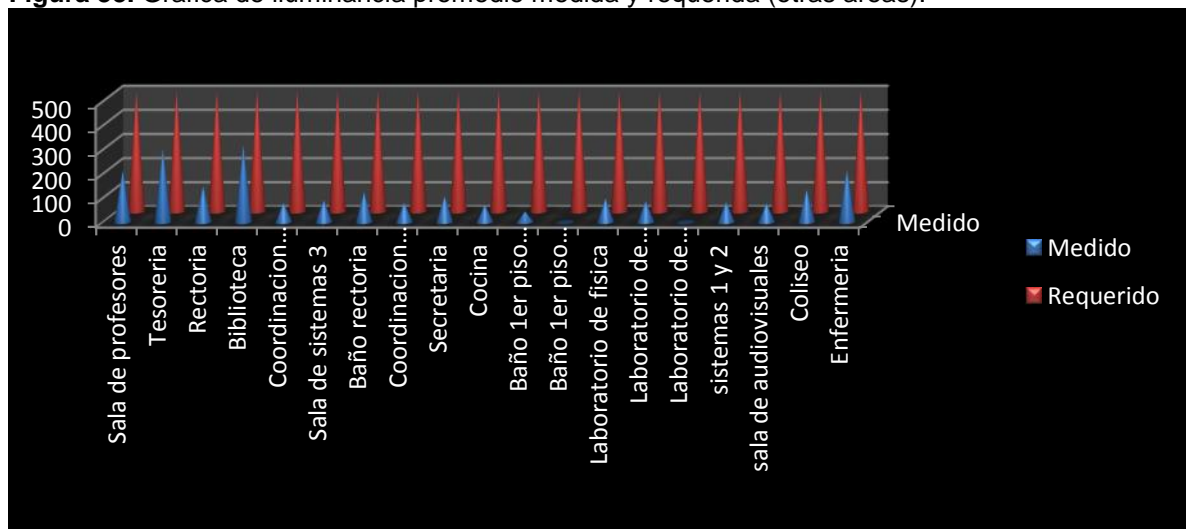
Aula	Niveles de iluminancia promedio		Mínimo
	Medido	Requerido	
salón 31	205,38	500	300
Restaurante	305,26	500	300
Sala de profesores	214,75	500	300
Tesorería	305,26	500	300
Rectoría	148,63	500	300
Biblioteca	321,4	500	300
Coordinación mañana	80,78	500	300
Sala de sistemas 3	90,79	500	300
Baño rectoría	125,5	500	300
Coordinación tarde-noche	80,78	500	300
Secretaria	107,33	500	300
Cocina	71,81	500	300
Baño 1er piso izquierda	45,25	500	300
Baño 1er piso derecha	0	500	300
Laboratorio de física	98,9	500	300
Laboratorio de química	88,15	500	300
Laboratorio de tecnologías	98,6	500	300
sistemas 1 y 2	83,8	500	300
sala de audiovisuales	78,91	500	300
Coliseo	135,08	500	300
Enfermería	216,25	500	300

Para ver los datos obtenidos en las mediciones y la descripción de cada área, referirse al ANEXO A, el cual contiene los formatos de iluminancia general e inspección general del área.

**Figura 32.** Grafica de iluminancia promedio medida y requerida (salones).



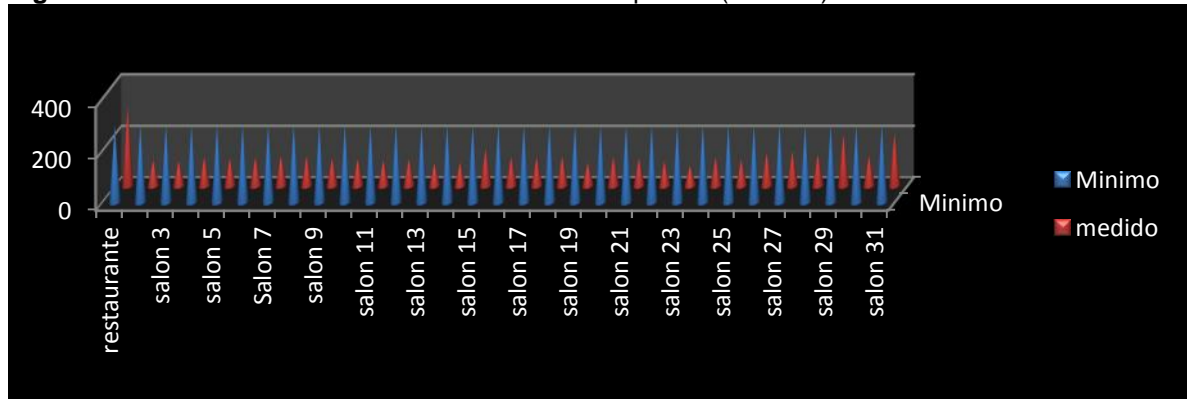
**Figura 33.** Grafica de iluminancia promedio medida y requerida (otras areas).



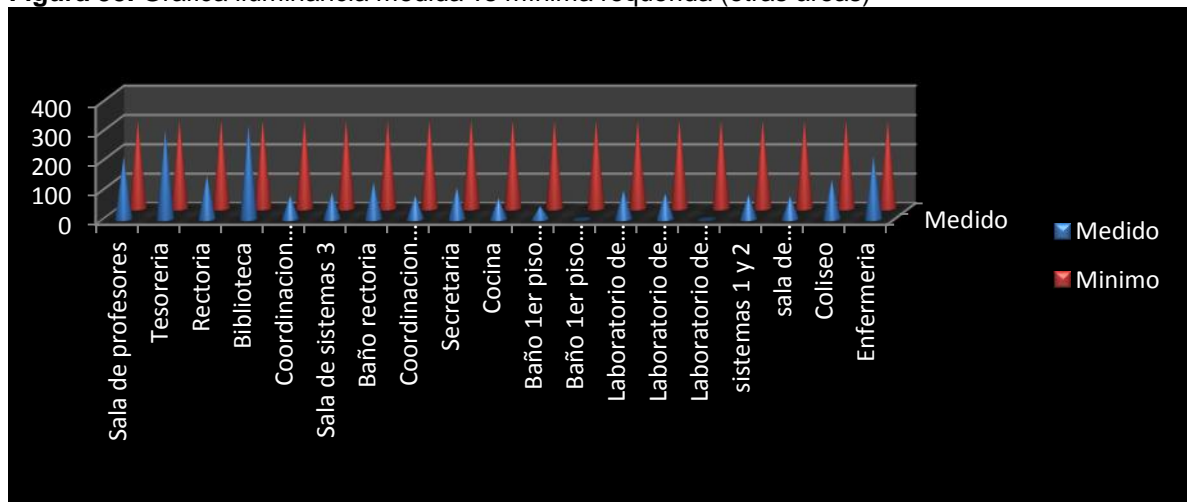
En la gráfica 33 el color azul de las columnas representa los niveles de iluminancia promedio medida en cada área y el verde la iluminancia media requerida en cada área para la actividad a desarrollar según el RETILAP, como se aprecia en la gráfica 34, ninguna de estas áreas alcanza los niveles de iluminancia media requerida, que en este caso son 500 luxes.



**Figura 34.** Grafica iluminancia medida vs mínima requerida (salones).



**Figura 35.** Grafica iluminancia medida vs mínima requerida (otras áreas)



Según la gráfica 35 y la gráfica 36, ninguna de estas áreas cumple con los niveles de iluminancia mínimos exigidos por el RETILAP (exceptuando el restaurante), el cual es 300 lx para este tipo de recintos.

El sistema lumínico existente presenta bajos niveles de iluminación en la totalidad de las áreas de la institución, provocando desgaste y esfuerzo en la vista de las personas que hacen uso de estas.

A continuación se hace una descripción de cada una de las áreas con el estado actual del sistema de iluminación.

**Tabla 27.** Estado actual de las instalaciones de iluminación

<b>AREA</b>	<b>ESTADO ACTUAL</b>
Salón 1	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 2	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 4 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 3	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 4 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 4	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 5	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 5 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 6	Cuenta con 8 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A

AREA	ESTADO ACTUAL
Salón 7	Cuenta con 8 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 8	Cuenta con 8 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 9	Cuenta con 8 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 6 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 10	Cuenta con 8 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 7 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 11	Cuenta con 9 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 8 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 12	Cuenta con 9 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 7 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A

AREA	ESTADO ACTUAL
Salón 13	Cuenta con 9 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 6 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 14	Cuenta con 9 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 5 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 15	Cuenta con 12 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 16	Cuenta con 12 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 7 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 17	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 18	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A

AREA	ESTADO ACTUAL
Salón 19	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 3 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 20	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 21	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 4 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 22	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 3 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 23	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 2 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 24	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 5 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A

AREA	ESTADO ACTUAL
Salón 25	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 3 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 26	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 5 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 27	Cuenta con 4 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 2 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 28	Cuenta con 4 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 2 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 29	Cuenta con 3 luminarias 2 x 75 W T12, de las cuales 2 funcionan, las lámparas que funcionan entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Salón 30	Cuenta con 4 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A

AREA	ESTADO ACTUAL
Salón 31	Cuenta con 3 luminarias 2 x 75 W T12, estas lámparas entregan muy bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Restaurante	Cuenta con 12 luminarias 2 x 75 W T12, lámparas entregan aceptables niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento no alcanza los niveles de iluminancia promedio recomendados por RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A
Sala de profesores	Cuenta con 4 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta área no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Tesorería	Cuenta con 4 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta área no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Rectoría	Cuenta con 2 luminarias compactas de 19 W PANASONIC, la cual se encuentra adosada al techo, esta entrega bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Biblioteca	Cuenta con 12 luminarias 2 x 75 W T12, estas lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste natural y a la falta de mantenimiento, por lo cual este salón no cumple con los niveles mínimos de iluminancia exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.

AREA	ESTADO ACTUAL
Coordinación mañana	Cuenta con 4 luminarias compactas de 19 W PANASONIC, la cual se encuentra adosada al techo, esta entrega bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Sala de sistemas 3	Cuenta con 4 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 2 funcionan, las lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Baño rectoría	Cuenta con 1 luminaria 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta área no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Coordinación tarde-noche	Cuenta con 4 luminarias compactas de 19 W PANASONIC, la cual se encuentra adosada al techo, esta entrega bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Secretaria	Cuenta con 4 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 2 funcionan, las cuales se encuentran adosadas al techo, estas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Cocina	Cuenta con 2 luminarias 2 x 39 W T12, estas lámparas entregan aceptables niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento no alcanza los niveles de iluminancia promedio recomendados por RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A



AREA	ESTADO ACTUAL
Baño 1er piso izquierda	Cuenta con 2 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 2 funcionan, las lámparas que funcionan entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta área no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Baño 1er piso izquierda	Cuenta con 2 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 2 funcionan, las lámparas que funcionan entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta área no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Laboratorio de Física	Cuenta con 8 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 4 funcionan, las lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Laboratorio de Química	Cuenta con 6 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 3 funcionan, las lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Laboratorio de Tecnologías	Cuenta con 8 luminarias 2 x 39 W T12, de las cuales 5 funcionan, las lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Sala de sistemas 1 y 2	Cuenta con 4 luminarias 2 x 75 W T12, estas lámparas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, por lo tanto los niveles de iluminancia de esta aula no alcanzan los valores promedio recomendados, ni los mínimos exigidos por el RETILAP. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.

AREA	ESTADO ACTUAL
Sala de audiovisuales	Cuenta con 20 luminarias compactas de 19 W PANASONIC, de las cuales 13 funcionan, estas lámparas se encuentran adosadas al techo, estas entrega bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Coliseo	Cuenta con 12 reflectores de sodio a alta presión de 400 W, los cuales llevan una larga vida útil. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.
Enfermería	Cuenta con 1 luminaria 2 x 39 W T12, la cual se encuentra adosada al techo, estas entregan bajos niveles de iluminancia debido al desgaste producido por el uso y a la falta de mantenimiento, haciendo que el nivel de iluminancia de este espacio sea demasiado bajo. Para ver resultados luminotécnicos referirse al ANEXO A.

### 3. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO

1. Los directivos de la institución deben crear un plan de mantenimiento periódico al sistema eléctrico y de iluminación, que permita el buen funcionamiento tanto de luminarias como de equipos instalados de fuerza.
2. Se deben reemplazar los tomacorrientes que se encuentren deteriorados, además de instalar tomacorrientes GFCI en las zonas húmedas, ya que la institución no cuenta con esta clase de tomacorriente en ningún lugar exigido por la NTC2050 y el RETIE (cocina, baños, etc.)
3. Se deben rotular los conductores de los diferentes circuitos existentes en la institución para cumplir con el RETIE, ya que no existe código de colores en este sistema eléctrico que permita identificar cada uno de los circuitos.
4. Se debe verificar la existencia de un sistema de puesta a tierra que permita conducir las corrientes no deseadas directamente a tierra, sin provocar daños a las personas y a los equipos instalados.
5. Identificar en los tableros de distribución cada uno de los circuitos, con el fin de facilitar trabajos de mantenimiento, remodelaciones o la desconexión de un circuito en particular en caso de emergencia.
6. Los tomacorrientes que se encuentren dañados o no existan, se deben reemplazar o reponer según sea el caso, para evitar posibles corto circuitos o contactos que pongan en riesgo la integridad física de las personas.
7. Los puntos que están destinados para la iluminación de los corredores se deben poner en funcionamiento, adecuándolos de tal manera que garanticen la visibilidad más que todo en las horas nocturnas, previniendo accidentes que puede ocasionar la ausencia de iluminación en estas áreas.

#### **4. PLANO ELÉCTRICO DEL PLANTEL**

- Referirse al anexo C.

## CONCLUSIONES

- Debido a que la institución educativa Ciudad Boquía no cumple con las normas exigidas en Colombia (RETIE y RETILAP), y por el alto grado de deterioro en que se encuentran las instalaciones eléctricas y sistema de iluminación, se hizo necesario realizar una propuesta de mejoramiento.
- Durante la realización de este trabajo, se aplicó lo aprendido durante el transcurso de la vida universitaria, además se adquirieron nuevos conocimientos sobre seguridad, normatividad y el uso eficiente de la energía eléctrica.
- Los tableros de distribución no cuentan con barraje de puesta a tierra, ni con señalización de riesgo eléctrico, convirtiéndose esto en un riesgo potencial para las personas que manipulen estos tableros.
- Ninguna de las áreas de la institución cumplen con los niveles de iluminación mínimos exigidos por el RETILAP, esto se debe al uso de luminarias poco eficientes como son las lámparas fluorescentes T12, otros factores que tienen impacto en la decadencia lumínica son el remplazo de algunas de estas luminarias por lámparas fluorescentes compactas y la falta de mantenimiento, ya que no han sido remplazadas las luminarias que se encuentran en mal estado.
- En algunos casos los tomacorrientes no están instalados correctamente, ya que el terminal de neutro no se encuentra en la parte superior de este, por otra parte otros tomacorrientes se encuentran deteriorados y en algunos casos ya no existen, quedando solamente la caja con los conductores descubiertos y sin aislamiento alguno.
- Algunos de los factores que influyen en los bajos niveles de iluminación en la institución son por ejemplo la distribución inadecuada de luminarias y la falta de mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. CODIGO ELECTRICO COLOMBIANO (NTC2050). Instituto colombiano de normas técnicas y certificación (ICONTEC). Primera actualización el 25 de noviembre de 1998.
- [2]. COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 90708(30 de agosto.2013). Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas-RETIE.
- [3]. COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 181331 (6, a agosto, 2009). Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP y se dictan otras disposiciones. Bogotá: El Ministerio, 2009.
- [4]. INSTITUCION EDUCATIVA CIUDAD BOQUIA, Sebastián Villa y Yuliana Polo, noviembre de 2013.
- [5]. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Fuentes luminosas en línea. [www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteForos/4201.pdf](http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteForos/4201.pdf)
- [6]. INSTITUCIÓN EDUCATIVA GUILLERMO HOYOS SALAZAR, Andrés Leandro Guapacha Sánchez y Sergelyn Cortés Mosquera, 04 de noviembre de 2012.
- [7]. INSTITUCIÓN EDUCATIVA CARLOS CASTRO SAAVEDRA, Luis Darlinton Sánchez Mosquera, Jeisson Arnulfo Aguirre Díaz y William Alberto Guapacha Taba, 04 de Marzo de 2013.

## **ANEXOS**

**ANEXO A:** Formatos de iluminancia general e inspección general de cada área (disponible en CD).

**ANEXO B:** Resultados de la inspección eléctrica de fuerza para cada área. (Disponible en CD).

**ANEXO C:** Planos (Disponible en CD)