

**INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE DOSQUEBRADAS**

**CATALINA VALENCIA QUINTERO**

**IVÓN JULIANA POSADA MARÍN**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2013**

**INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DE GUADALUPE DOSQUEBRADAS**

**CATALINA VALENCIA QUINTERO  
IVÓN JULIANA POSADA MARÍN**

**Trabajo de grado**

**Director:**

**Santiago Gómez Estrada  
Ingeniero electricista  
Docente del Programa de Tecnología Eléctrica**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA  
PEREIRA  
2013**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Pereira, Diciembre de 2013**

## DEDICATORIA

*En el transcurrir de nuestras vidas llegan personas para permanecer por siempre en ella, sin embargo, hay otras que llegan por un periodo determinado, pero siempre dejando una huella imborrable en nuestros corazones y un aprendizaje para nuestro camino; por eso hoy le dedico un pequeño espacio de éste primer logro que con esfuerzo he superado, a todas esas personas que siguen o estuvieron de algún modo a mi lado.*

*A mis padres **Javier Valencia P.** y **Edelmira Quintero H.**, y a mi hermano **Juan Pablo**, les recuerdo que sin los valores inculcados y sin la ayuda y apoyo incondicional que me han brindado en estos años de vida y en esta carrera universitaria no hubiese podido cumplir con ésta meta, pues son mi motor y las personas por las cuales luché diariamente para que sientan un poco de orgullo y felicidad por los logros alcanzados y por ser la persona que quizás algún día soñaron sin sentir decepción alguna.*

*A mis Familiares que siempre han estado presentes en los buenos y malos momentos ofreciéndome siempre su cariño y apoyo para seguir adelante. Y a Dios principalmente por darme la oportunidad de continuar superándome como persona, brindándome más años de vida y guiándome por el camino que él desea para aprender y superar obstáculos de los cuales sólo él sabe el porqué de cada uno de ellos.*

**Catalina Valencia Quintero.**

*Hoy es el momento para dedicar este triunfo tan anhelado a quienes han estado siempre en mi vida, aquellas personas que en este camino han dejado una huella y con los que he compartido tantas cosas maravillosas que nunca podré olvidar y siempre estarán en mi corazón. Dedico todos mis triunfos a mis padres quienes incondicionalmente me alentaron a seguir adelante en momentos tan difíciles esperando siempre lo mejor de mí, a mis hermanos por estar presentes en el desarrollo de mi carrera brindándome su comprensión, a mi esposo porque gracias a su apoyo he logrado cumplir con uno de los objetivos propuestos a lo largo de mi vida, a mis amigos por los momentos que hemos pasado juntos porque han estado conmigo siempre, este es un logro que quiero compartir con todos y recordarles que cada uno tiene un lugar especial en mi corazón y por último al más especial de todos a ti Señor, porque hiciste realidad este sueño.*

**Ivón Juliana Posada Marín**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Queremos agradecerles a todas aquellas personas que colocaron un granito de arena para sacar este trabajo adelante, al Ingeniero Santiago Gómez Estrada, nuestro director, del cual siempre tuvimos apoyo incondicional y nos brindó siempre parte de su conocimiento. Al rector de la Institución Educativa Nuestra Señora de Guadalupe Dosquebradas que nos abrió las puertas de la Institución para desarrollar esta inspección. A todos los docentes de la carrera, ya que por su sabiduría logramos aprender, llegar a la meta y podremos ser unas graduandas más de esta linda profesión.*

*A todos los compañeros y amigos que en este camino quedaron en nuestros corazones y a nuestra familia que siempre estarán presentes en los momentos más importantes de cada una de nuestras vidas.*

## CONTENIDO

	Pág.
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>6</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>13</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
OBJETIVO GENERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>1. CONCEPTOS</b> .....	<b>18</b>
1.1 ILUMINACIÓN .....	18
1.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	18
1.2.1 Iluminación eficiente.....	18
1.3 DISEÑO DE ILUMINACIÓN.....	19
1.3.1 Datos previos a tener en cuenta en el diseño de iluminación. ....	19
1.3.2 Diseño detallado.....	19
1.4 ESPECIFICACIONES DE ILUMINACIÓN EN EL ALUMBRADO INTERIOR. ....	20
1.4.1 Niveles de iluminancia y deslumbramiento. ....	20
1.4.2 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. ....	21
1.5 REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	22
1.5.1 Reconocimiento del sitio y objetos a iluminar.....	22
1.5.2 Requerimientos de iluminación .....	23
1.5.3 Criterios de selección de fuentes luminosas y luminarias. ....	23
1.6 DEPRECIACIÓN DE FUENTES LUMINOSAS .....	23
1.6.1 Depreciación de Bombillas Incandescentes.....	24
1.6.2 Depreciación de Bombillas ó Lámparas Fluorescentes.....	24
1.6.3 Depreciación de Bombillas de Mercurio y de Halogenuros Metálicos. ....	24
1.6.4 Depreciación de Bombillas de Sodio Alta Presión.....	25

1.7 RAZONES QUE HACEN NECESARIA LAS MEDICIONES DE ILUMINANCIA GENERAL .....	25
1.8 ALUMBRADO EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS, SALAS DE LECTURA Y AUDITORIOS .....	25
1.8.1 Iluminación de aulas de clase: .....	25
1.8.2 Iluminación de salas de lectura y auditorios. ....	26
1.9 CÁLCULOS PARA ILUMINACIÓN INTERIOR .....	26
<b>2. TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN .....</b>	<b>28</b>
2.1 MEDICIÓN DE ILUMINANCIA GENERAL DE UN SALÓN.....	28
2.2 PUNTOS DE MEDICIÓN PARA DIFERENTES CONFIGURACIONES DE LUMINARIAS.....	28
2.2.1 Medición de iluminancia promedio, en áreas regulares con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas. ....	28
2.2.2 Áreas regulares luminaria simple con localización simétrica.....	30
2.2.3 Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila. ....	30
2.2.4 Áreas regulares con luminarias de dos o más filas. ....	31
2.2.5 Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales. ....	32
2.3 FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA MEDICIÓN .....	33
2.4 EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	34
2.5 FORMATOS .....	34
<b>3. INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN .....</b>	<b>39</b>
3.1 BOMBILLAS INCANDESCENTES .....	39
3.2 LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES .....	39
3.2.1 Lámparas fluorescentes tipo T8. ....	40
3.2.1.1 Eficacia luminosa.....	40
3.2.1.2 Índice de Reproducción Cromática.....	41
3.2.1.3 Vida útil.....	41
3.2.1.4 Marcación. ....	41
3.2.2 Lámparas fluorescentes tipo T12. ....	42
3.2.2.1 Eficacia luminosa.....	43
3.2.2.2 Índice de Reproducción Cromática.....	43
3.2.2.3 Vida útil.....	44
3.2.2.4 Marcación. ....	44

3.3	LUMINARIAS.....	45
3.3.1	Requisitos de producto.....	45
3.3.2	Requisitos eléctricos y mecánicos de las luminarias.....	45
3.3.3	Requisitos de instalación:.....	46
3.4	BALASTOS.....	46
3.5	MANTENIMIENTO.....	47
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
4.1	TIEMPO DE USO DE LAS LUMINARIAS.....	49
4.2	NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO MEDIDOS .....	49
4.3	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO .....	57
4.3.1	PRIMER PISO.....	57
4.3.2	SEGUNDO PISO.....	60
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Índice UGR máximo y niveles de iluminancia exigibles para diferentes áreas y actividades .....	21
Tabla 2. Valores límite de eficiencia energética de la instalación (VEEI) .....	22
Tabla 3. Formato1. Inspección general del área o puesto de trabajo.....	35
Tabla 4. Formato 2. Medición de la iluminancia promedio general de un salón. .....	36
Tabla 5. Formato 3. Medición de la iluminancia en el puesto de trabajo.....	36
Tabla 6. Formato 4. Especificación de la instalación alumbrado.....	38
Tabla 7. Valores mínimos de eficacia lumínica en lámparas fluorescentes T8..	40
Tabla 8. Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra) ...	41
Tabla 9. Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12 .....	43
Tabla 10. Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática (CRI ó Ra) .	44
Tabla 11. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el Primer Piso.....	49
Tabla 12. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el Segundo Piso.....	50
Tabla 13. Valores Eprom (lx) y VEEI (W/m2) piso 1.....	50
Tabla 14 Valores Eprom (lx) y VEEI (W/m2) piso 2.....	52

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Alumbrado aulas de clase.....	26
Figura 2. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas .....	28
Figura 3. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria.....	30
Figura 4. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila.....	30
Figura 5. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con dos o más filas de luminarias.....	31
Figura 6. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias.....	32
Figura 7. Cuarto de Servicios Generales con bombilla incandescente.....	39
Figura 8. Baño discapacitados con bombilla incandescente.....	39
Figura 9 Aula de idiomas con lámparas T8.....	40
Figura 10 Rectoría con lámparas T8.....	40
Figura 11. Marcación lámparas T8.....	42
Figura 12. Laboratorio de física y química con lámparas T12.....	42
Figura 13. Aula 104 con lámparas T12 .....	43
Figura 14. Marcación lámparas T12 .....	44
Figura 15. Luminaria sala de profesores.....	45
Figura 16. Lámparas suspendidas del techo .....	46
Figura 17. Balasto.....	47
Figura 18. Lámpara fuera de servicio .....	47
Figura 19. Luminarias sin remplazar.....	48
Figura 20. Lámpara sucia .....	48
Figura 21. Lámpara con tubos diferentes (T-8 y T-12) .....	48
Figura 22. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 1 .....	54
Figura 23. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 2 .....	54
Figura 24. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 1.....	55
Figura 25. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 2.....	55
Figura 26. Resultados de iluminancia promedio medida baños piso 1 .....	56

## GLOSARIO

**ALTURA DE MONTAJE:** distancia vertical entre la superficie a iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria. (1)

**ANÁLISIS DE RIESGOS:** Conjunto de técnicas para identificar, clasificar y evaluar los factores de riesgo. Es el estudio de consecuencias nocivas o perjudiciales, vinculadas a exposiciones reales o potenciales. (2)

**ÁREA DE TRABAJO:** Es la superficie horizontal, vertical u oblicua, en la cual el trabajo es usualmente realizado. (2)

**DEPRECIACIÓN LUMÍNICA:** Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa. (3)

**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. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo. (3)

**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. (3)

**ELECTROCUCIÓN:** Paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano, cuya consecuencia es la muerte. (2)

**FLUJO LUMINOSO ( $\Phi$ ):** Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm). (3)

**FLUJO LUMINOSO NOMINAL:** Flujo luminoso medido a las 100 horas de funcionamiento de la bombilla, en condiciones de utilización normales. Se aplica solo a bombillas de alta intensidad de descarga. (3)

**ILUMINANCIA (E):** Densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx). (3)

**ILUMINACIÓN:** Acción o efecto de iluminar. (3)

**INSPECCIÓN:** Conjunto de actividad tales como medir, examinar, ensayar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad. (2)

**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. (2)

**LÁMPARA:** Son fuentes de luz artificial, además es un dispositivo con capacidad de convertir energía eléctrica en energía lumínica. (2)

**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. (2)

**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. (2)

**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>. (4)

**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. (3)

**RIESGO:** Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Posibilidad de consecuencias nocivas o perjudiciales vinculadas a exposiciones reales o potenciales. (2)

**SISTEMA DE ILUMINACIÓN:** Es el conjunto de luminarias destinadas a proporcionar un nivel de iluminación para la realización de actividades específicas. (1)

**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. (3)

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo realizar la inspección de la instalación lumínica de la Institución Educativa Nuestra Señora de Guadalupe Dosquebradas, con el fin de detectar los posibles errores 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.

La realización de la inspección y la medición de los niveles de iluminación promedio de cada una de las áreas de la institución se ejecutaron con base a las técnicas exigidas por el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP para las diferentes configuraciones de luminarias en áreas regulares; además se simuló el nivel de iluminación actual de cada una de las áreas utilizando para ello el programa DIALux, y el rediseño se hizo con ayuda del programa DIALux Light. Se compararon los resultados obtenidos en la medición y posterior simulación, encontrando así las deficiencias lumínicas en cada espacio de la institución y las posibles soluciones a estas para asegurar los niveles de iluminación exigidos por el RETILAP para este tipo de espacios.

## **INTRODUCCIÓN**

Las necesidades que las personas han creado por el consumo de la energía eléctrica ha generado en los últimos años un aumento elevado en la demanda de esta, por lo cual se hace necesario implantar normas y reglamentos para garantizar la seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal en base a un adecuado funcionamiento de las instalaciones.

En nuestro país existen normas y reglamentos eléctricos como la NTC2050, RETIE y RETILAP que establecen las exigencias y especificaciones, además se fijan los parámetros mínimos de seguridad con que deben contar las instalaciones eléctricas; éste proyecto se basará en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP.

Por eso es de gran importancia el desarrollo de una inspección en el sistema de iluminación, ya que es primordial para detectar las fallas y tomar las correcciones o medidas correspondientes para que el sistema genere un estado de confort y un buen funcionamiento. Por lo tanto, además de pretender encontrar las deficiencias, se quiere brindar a la institución un rediseño en el cual se cumpla con este reglamento, minimizando así los peligros de origen eléctrico que puedan poner en riesgos la salud de la comunidad educativa y se reduzca la posibilidad de fallas en los equipos allí existentes.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar la inspección del sistema de iluminación en la Institución Educativa Nuestra Señora de Guadalupe Dosquebradas a la luz del RETILAP.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el levantamiento de los planos de iluminación de la Institución y a su vez rediseñar estos si no cumplen con lo exigido en ley.
- Detectar todos los posibles errores existentes en los circuitos ramales y verificar el cumplimiento del reglamento.
- Realizar un informe que contenga cada una de las falencias del sistema lumínico de la Institución.

## **1. CONCEPTOS**

### **1.1 ILUMINACIÓN**

La importancia de la iluminación va más allá de cualquier visión estrictamente conceptual. Iluminar es algo más que proporcionar luz, trascendiendo el concepto de la artificialidad por naturaleza. Diseñar, modelar, convertir, dirigir, manejar y aplicar la luz correctamente son los preceptos básicos de las técnicas iluminativas actuales, capaces de tratar tanto la luz natural como la artificial de la misma manera en la que se manipula un material tangible.

El empleo de la vista de manera intensa y continua requiere una iluminación eficaz para conseguir un ambiente óptimo para reducir el esfuerzo visual. Por su parte, la creación de ese ambiente válido requiere la convergencia de los factores estéticos, material, textura, posición, color de los elementos lumínicos y funcionales, luz natural y artificial formalizada eficazmente, de manera que el bienestar del usuario se convierta en el eje sobre el que gire el diseño. Siendo así, la importancia del entorno alcanza su grado máximo y es la gestión del espacio y de la luz uno de los elementos modeladores del entorno eficiente, agradable, confortable, vital y estético.

La iluminación de espacios tiene alta relación con las instalaciones eléctricas, ya que la mayoría de las fuentes modernas de iluminación se basan en las propiedades de incandescencia y luminiscencia de materiales sometidos al paso de corriente eléctrica. Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual y hace más agradable y acogedora la vida. Si se tiene en cuenta que por lo menos una quinta parte de la vida del hombre transcurre bajo alumbrado artificial, se comprenderá el interés que hay en establecer los requisitos mínimos para realizar los proyectos de iluminación, los cuales se presentan a continuación. (5)

### **1.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN**

Se considera como sistema de iluminación los circuitos eléctricos de alimentación, las fuentes luminosas, las luminarias y los dispositivos de control, soporte y fijación que se utilicen exclusivamente para la iluminación interior y exterior de bienes de uso público y privado. (6)

#### **1.2.1 Iluminación eficiente.**

En los proyectos de iluminación se deben aprovechar los desarrollos tecnológicos de las fuentes luminosas, las luminarias, los dispositivos ópticos y los sistemas de control, de tal forma que se tenga el mejor resultado lumínico con los menores requerimientos de energía posibles.

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. (2)

### **1.3 DISEÑO DE ILUMINACIÓN.**

El diseñador de una instalación eléctrica de uso final deberá tener en cuenta los requerimientos de iluminación de acuerdo con el uso y el área o espacio a iluminar que tenga la edificación objeto de la instalación eléctrica, un diseño de iluminación debe comprender las siguientes condiciones esenciales:

- a) Suministrar una cantidad de luz suficiente para el tipo de actividad que se desarrolle.
- b) El método y los criterios de diseño y cálculo de la iluminación deben asegurar los valores de coeficiente de uniformidad adecuados a cada aplicación.
- c) Controlar las causas de deslumbramiento.
- d) Prever el tipo y cantidad de fuentes y luminarias apropiadas para cada caso particular teniendo en cuenta sus eficiencias lumínicas y su vida útil.
- e) Utilizar fuentes luminosas con la temperatura y reproducción del color adecuado a la necesidad.
- f) Propiciar el uso racional y eficiente de la energía eléctrica requerida para iluminación, utilizando fuentes de alta eficacia lumínica e iluminando los espacios que efectivamente requieran de iluminación.
- g) Atender los lineamientos del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).
- h) Los sistemas de control de las lámparas, deben estar dispuestos de manera tal que se permita el uso racional y eficiente de la energía, para lo cual debe garantizarse alta selectividad de las áreas puntuales a iluminar y combinar con sistemas de iluminación general. (7)

#### **1.3.1 Datos previos a tener en cuenta en el diseño de iluminación.**

Para determinar el cálculo y las soluciones de iluminación interior, se deben tener en cuenta parámetros tales como:

- a) El uso de la zona a iluminar
- b) El tipo de tarea visual a realizar
- c) Las necesidades de luz y del usuario del local
- d) El índice K del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil)
- e) Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala
- f) Las características y tipo de techo
- g) Las condiciones de la luz natural
- h) El tipo de acabado, decoración y mobiliario previsto.

#### **1.3.2 Diseño detallado.**

En esta etapa, en función del perfil definido en la fase de planificación básica, se

comienzan a resolver los aspectos específicos del proyecto, éstos comprenden: la selección de luminarias, el diseño geométrico y sistema de montaje, los sistemas de alimentación, comando y control eléctrico, la instalación de alumbrado de emergencia y seguridad. Además, se realiza el análisis económico, guion financiero y el presupuesto del proyecto, se confecciona la documentación técnica, (planos y memoria descriptiva) incluyendo una propuesta de esquemas funcionales para propiciar el uso racional de la energía y un programa adecuado de mantenimiento.

El propósito de esta etapa del proyecto es:

- Seleccionar los circuitos.
- Documentar los problemas detectados en las etapas de verificación, y las acciones de corrección correspondientes.
- Generar la documentación y las especificaciones que describan completamente el diseño, etc.

En esta etapa el diseñador debe presentar mínimo la siguiente documentación técnica:

- Planos de montaje y distribución de luminarias
- Memorias descriptivas y de cálculos fotométricos
- Cálculos eléctricos
- El esquema y programa de mantenimiento.
- Las especificaciones de los equipos recomendados. (8)

#### **1.4 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; se 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.

##### **1.4.1 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 esta Tabla.

A continuación se muestra parte de esta tabla para algunas áreas y actividades relacionadas con este proyecto. 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

Tomado de la referencia (1)

#### 1.4.2 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 ( $W/m^2$ ) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

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

Dónde:

- VEE Valor de eficiencia energética de la instalación.
- P Potencia total instalada en lámparas más equipos auxiliares (W)
- S Superficie iluminada ( $m^2$ ).
- Em 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. (2) 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

Tomado de la referencia (1)

## 1.5 REQUISITOS GENERALES DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

### 1.5.1 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.

### **1.5.2 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).

### **1.5.3 Criterios de selección de fuentes luminosas y luminarias.**

En todos los proyectos de iluminación, se deben elegir las fuentes luminosas teniendo en cuenta, la eficacia lumínica, flujo luminoso, características fotométricas, reproducción cromática, temperatura del color, duración y vida útil de la fuente, en función de las actividades y objetivos de uso de los espacios a iluminar; así como de consideraciones arquitectónicas y económicas. (3)

## **1.6 DEPRECIACIÓN 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.

#### **1.6.1 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.

#### **1.6.2 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. (9)

#### **1.6.3 Depreciación de Bombillas de Mercurio y de Halogenuros Metálicos.**

La emisión lumínica de las bombillas de vapor de mercurio, disminuye gradualmente en el transcurso de su vida, principalmente como resultado del depósito de materiales de emisión de los electrodos, en las paredes del tubo de arco. En las primeras horas de funcionamiento esta reducción es superior a la que aparece luego hasta el final de la vida de la bombilla y por ello, el flujo luminoso nominal debe corresponder al obtenido a las 100 horas de funcionamiento. Para las bombillas de halogenuros metálicos, se observa un excelente y mayor mantenimiento luminoso durante toda la vida de las mismas, cuando éstas son instaladas en posición vertical.

La operación a sobretensión aumenta la emisión luminosa, sin embargo, los electrodos del tubo de arco están sometidos a temperaturas excesivas, que generan una disminución en el mantenimiento de lúmenes y acortando la vida de la bombilla. Los electrodos se deterioran a lo largo de su vida útil y más

rápidamente en el período de arranque de la bombilla. La terminación de la vida de las bombillas de vapor de mercurio, es determinada por el envejecimiento de los extremos del tubo de arco y por deterioro del extremo de los electrodos, esto produce disminución del flujo luminoso de la bombilla y una luz tenue de color verdoso.

#### **1.6.4 Depreciación de Bombillas de Sodio de Alta Presión.**

El tiempo de encendido por arranque, afecta la vida útil de la bombilla de alta presión. Algunas, independientemente de la posición de operación, mantienen su eficacia y permiten con un solo tipo de bombilla, lograr múltiples aplicaciones. Un excesivo incremento en la tensión de alimentación de la bombilla causaría una reducción de su vida. Las bombillas de sodio, como característica, tienen una larga vida promedio, superior a las otras fuentes de descarga de alta intensidad. En el caso del valor de la vida útil de la bombilla, suministrada en los catálogos, no es necesario que esté certificada por un laboratorio debidamente acreditado, es suficiente con que esté autocertificado por el fabricante de la misma. (9)

### **1.7 RAZONES QUE HACEN NECESARIA LAS MEDICIONES DE ILUMINANCIA GENERAL**

La medición de iluminancia general (promedio) de un salón puede ser necesaria por cualquiera de las siguientes razones:

- a) Para verificar el valor calculado de una instalación nueva.
- b) Para determinar si hay acuerdo con una especificación o práctica recomendada.
- c) Para revelar la necesidad de mantenimiento, modificación o remplazo.
- d) Para verificar las condiciones de contraste de brillo en un puesto de trabajo
- e) Por comparación con el objeto de lograr una solución que sea recomendable desde los puntos de vista de calidad de luz y economía.

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

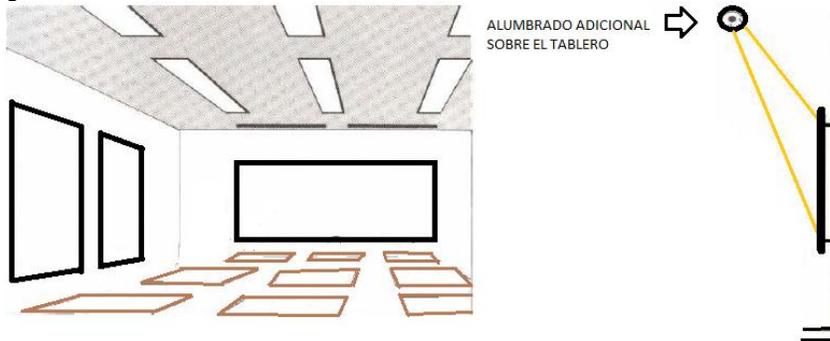
La iluminación de aulas de clase, salas de lectura, requiere especial cuidado y una gran responsabilidad por parte de diseñadores y constructores de sistemas de iluminación, una iluminación deficiente en estos lugares puede generar serias afectaciones visuales especialmente a niños y adolescentes, con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

#### **1.8.1 Iluminación de aulas de clase:**

El alumbrado de un aula de enseñanza 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.

Figura 1. Alumbrado aulas de clase.



Tomado de la referencia (1)

### 1.8.2 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 según 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.

### 1.9 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:

$\Phi_{tot}$	Flujo luminoso total de las bombillas.
A	Área del plano de trabajo en m <sup>2</sup>
CU	Coficiente 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.

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

Así mismo, 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. TÉCNICAS PARA LA MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN

### 2.1 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.

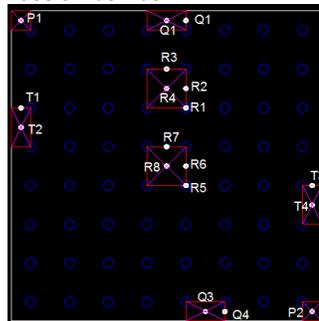
La iluminancia promedio del área total se puede obtener al promediar todas las mediciones. Para tomar las lecturas el sensor del luxómetro se debe colocar en el plano de trabajo, si no se especifica este parámetro, se considera un plano imaginario de trabajo de 0,75 m, sobre el nivel del suelo para trabajar 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 del 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)

### 2.2 PUNTOS DE MEDICIÓN PARA DIFERENTES CONFIGURACIONES DE LUMINARIAS

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

Figura 2. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias espaciadas simétricamente en dos o más filas



Tomado de la referencia (1)

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

Dónde:

*E<sub>prom</sub>* Iluminancia promedio  
*N* Número de luminarias por fila.  
*M* Número de filas.

- a. Se toman lecturas en los puntos *r* 1, *r* 2, *r* 3 y *r* 4 para una cuadrícula típica interior. Se repite a los puntos *r* 5, *r* 6, *r* 7 y *r* 8 para una cuadrícula típica central, promedie las 8 lecturas. Este es el valor *R* de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8}{8} \quad (4)$$

- b. Se toman lecturas en los puntos *q* 1, *q* 2, *q* 3, y *q* 4, 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.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{4} \quad (5)$$

- c. Se toman lecturas en los puntos *t* 1, *t* 2, *t* 3, y *t* 4 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.

$$T = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (6)$$

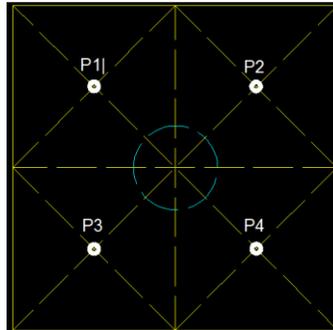
- d. 4. Se toman lecturas en los puntos *p* 1, *p* 2, en dos cuadrículas típicas de las esquinas, se promedian las dos lecturas. Este es el valor *P* de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (7)$$

- e. 5. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de *E<sub>prom</sub>*.

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

Figura 3. Puntos de medición de iluminancia de una luminaria en la cuadrícula de un local con una sola luminaria



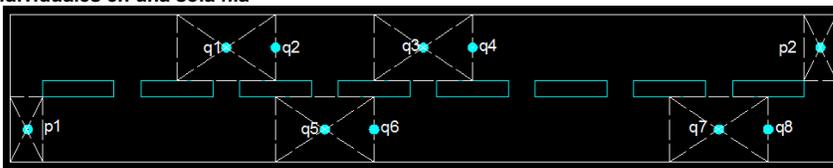
Tomado de la referencia (1)

Se toman lecturas en los puntos p 1, p 2, p 3, y p 4, 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 3.

$$P = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + p_4}{4} \quad (8)$$

### 2.2.3 Áreas regulares con luminarias individuales en una sola fila.

Figura 4. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con luminarias individuales en una sola fila



Tomado de la referencia (1)

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

Dónde:

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

- a. Se toman lecturas en los puntos q 1, hasta q 8, 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.

$$Q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 + q_7 + q_8}{8} \quad (10)$$

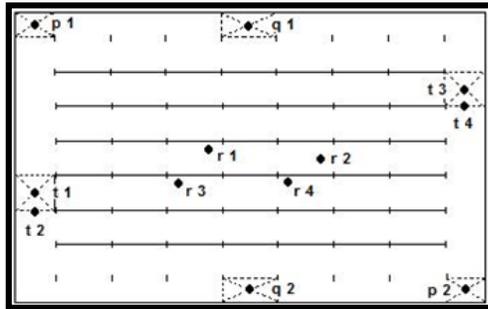
- b. Se toman lecturas en los puntos p 1, y p 2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (11)$$

- c. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E<sub>prom</sub>.

#### 2.2.4 Áreas regulares con luminarias de dos o más filas.

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



Tomado de la referencia (1)

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

- a. 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.

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

- b. 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.

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

- c. Se toman lecturas en los puntos  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ , y  $t_4$  en cada final del salón Se promedian las cuatro lecturas. Este es el valor  $T$  de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$T = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}{4} \quad (15)$$

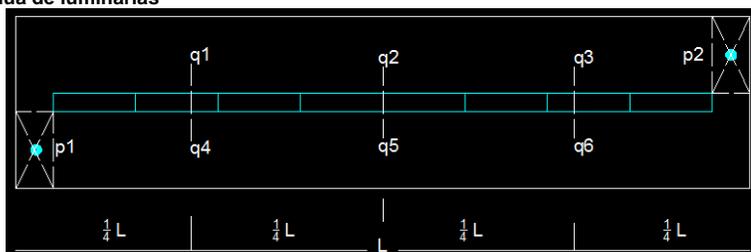
- d. Se toman lecturas en los puntos  $p_1$ ,  $p_2$ , en dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las dos lecturas. Este es el valor  $P$  de la ecuación de la iluminancia promedio.

$$P = \frac{p_1 + p_2}{2} \quad (16)$$

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

### 2.2.5 Áreas regulares con fila continua de luminarias individuales.

Figura 6. Puntos de medición de iluminancia en la cuadrícula de un local con una fila continua de luminarias



Tomado de la referencia (1)

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

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

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

- b. 2. Se toman lecturas en los puntos p 1, y p 2, para dos cuadrículas típicas de las esquinas. Se promedian las 2 lecturas. Este es el valor P de la ecuación de la iluminancia promedio.

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

- c. Se determina la iluminancia promedio en el área utilizando la ecuación de E<sub>prom</sub>. [3]

### 2.3 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:

- Tipo de bombilla y su tiempo de utilización
- Tipo de luminaria y balasto
- Medida de la tensión de alimentación
- Reflectancias de la superficie interior
- Estado de mantenimiento, último día de limpieza
- Instrumento de medición usado en la medición

Antes de tomar las lecturas, la fotocelda del luxómetro debe ser previamente expuesta hasta que las lecturas se estabilicen, que usualmente requiere de 5 a 15 minutos. Se debe tener cuidado de que ninguna sombra se ubique sobre la fotocelda cuando se realizan las lecturas. Una vez estabilizado el equipo, la lectura a tomar para el análisis es el valor promedio indicado en la pantalla. Normalmente los equipos actuales suministran los valores Máximo, Mínimo y Promedio siendo este valor promedio el que se utiliza para establecer las condiciones de trabajo. La medición de iluminancia de un sistema de iluminación artificial se debe realizar en la noche o con ausencia de luz día.

Antes de realizar las mediciones, las bombillas se deben encender y permitir que la cantidad de luz que emiten se estabilice. Si se utilizan bombillas de descarga,

se debe permitir al menos que transcurran 20 minutos antes de tomar las lecturas. Cuando el montaje es de lámparas fluorescentes totalmente encerradas, el proceso de estabilización puede tomar mayor tiempo.

Si se encuentran instalaciones con lámparas fluorescentes o de descarga nuevas, se debe esperar al menos 100 horas de operación antes de tomar las mediciones. Si el área contiene maquinaria alta o estantes altos, generalmente se obtiene un promedio de iluminancia de baja calidad o de resultado sospechoso. Por consiguiente la iluminancia debe medirse sólo en las zonas o lugares donde es necesario para la actividad que se quiere realizar.

Durante la medición, los valores de incidencia de la luz no deben ser influenciados por la persona que lleva a cabo la medición ni por los objetos que se encuentren en la posición que les corresponde (debido a que generan sombras o reflexiones).

Por lo general, la medición de la iluminancia promedio horizontal se realiza en recintos vacíos o en recintos o zonas libres de muebles cuya altura total sea superior a la del plano de medición. (3)

## **2.4 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 miliamperímetro.

El cuadrante del miliamperímetro está graduado directamente en lux o en bujías-pies. Una bujía (Foot – Candle). Una Bujía – pie equivale a 10,76 lux.

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. (10)

## **2.5 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: \_\_\_\_\_

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



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: \_\_\_\_\_ W  
Lúmenes iniciales (100 h): \_\_\_\_\_ lm  
Período de reemplazo de las bombillas: \_\_\_\_\_ horas  
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° \_\_\_\_\_

### 3. INSPECCIÓN DE ILUMINACIÓN

#### 3.1 BOMBILLAS INCANDESCENTES

El cuarto de Servicios Generales, el Baño de Discapacitados y la entrada de la Institución, son espacios que se encuentran iluminados con bombillas incandescentes.

Figura 7. Cuarto de Servicios Generales con bombilla incandescente.



Figura 8. Baño discapacitados con bombilla incandescente.



El uso de este tipo de bombillas por parte de la Institución Educativa va en contra de las normas, ya que está incumplimiento el Decreto 2331 de Junio 22 de 2007, el cual tiene por objeto la sustitución de todas las bombillas incandescentes por bombillas ahorradoras, específicamente Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) de alta eficiencia garantizando una eficiencia apreciable con adecuados niveles de iluminación y menor consumo de energía eléctrica, razón por la cual es imperativa dicha exigencia a las edificaciones de las entidades públicas.

En relación con las edificaciones ya construidas, cuyos usuarios sean entidades oficiales de cualquier orden como en este caso, tuvieron plazo hasta el 31 de diciembre de 2010 para realizar la sustitución de estas bombillas.

#### 3.2 LÁMPARAS TUBULARES FLUORESCENTES

La mayoría de las áreas de la Institución Educativa están iluminadas con lámparas fluorescentes tipo T8 y T12. Debido a que se está realizando la sustitución de

lámparas T-12 a T-8 cuando éstas fallan, quedando fuera de servicio, hay aulas que se encuentran iluminadas por los 2 tipos.

### 3.2.1 Lámparas fluorescentes tipo T8.

Las áreas que cuentan con las lámparas tipo T8 son el baño de profesores, emisora, aula de idiomas, bodega, aula de deportes, enfermería, instrumentos, rectoría y secretaría.

Figura 9 Aula de idiomas con lámparas T8



Figura 10 Rectoría con lámparas T8



#### 3.2.1.1 Eficacia luminosa

De acuerdo con las políticas de Uso Racional de la Energía (URE) los tubos fluorescentes comercializados para su uso en el país deben tener eficacias iguales o superiores a las establecidas en la Tabla 7.

Tabla 7. Valores mínimos de eficacia lumínica en lámparas fluorescentes T8

Tipo	Potencia (W)	Eficacia luminosa (lm/W)
T8 (26mm de diámetro)	14 a 25	68
	26 a 30	72
	31 a 40	78
	41 a 50	79
	mayor de 50	85

Tomado de la referencia (1)

En cuanto a los valores mínimos exigidos de eficacia luminosa en la tabla anterior, las lámparas utilizadas en estas áreas cumplen con suficiencia, ya que cada una de éstas consumen una potencia de 30W y entregan 2160 lm, dando esto como resultado una eficiencia luminosa de 72 lm/W, teniendo en cuenta que el valor mínimo exigido de eficacia lumínica por el RETILAP para una lámpara T8 de 30W es de 72 lm/W.

### 3.2.1.2 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 8.

**Tabla 8. 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

Tomado de la referencia (1)

Estas lámparas cuentan con un CRI de 85 así que cumplen con el Ra mínimo exigido en la tabla anterior que es de 45 para potencias menores iguales a 35W.

### 3.2.1.3 Vida útil

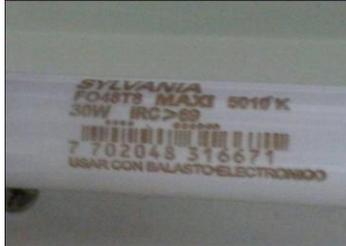
Las lámparas T8 fluorescentes instaladas son de la marca SYLVANIA y la referencia F048, la vida útil de estas lámparas según su fabricante es de aproximadamente 10.000h, cumpliendo con el mínimo de horas exigido por el RETILAP, el cual para bombillas o tubos fluorescentes es de 10.000 horas.

### 3.2.1.4 Marcación.

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

- 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 11. Marcación lámparas T8**



Aunque en la figura 10 aparece legiblemente la información allí consignada de esta lámpara, no cumple con las indicaciones mínimas exigidas, ya que no está consignada la cantidad de flujo luminoso.

### **3.2.2 Lámparas fluorescentes tipo T12.**

Algunas de las áreas de la institución como lo son salones, baños, biblioteca, coordinación, laboratorio de física y química, sala de juntas, cafetería, aula de estudio, archivo y portería utilizan para su iluminación lámparas fluorescentes tipo T12.

**Figura 12. Laboratorio de física y química con lámparas T12**



El Decreto 3450 del 12 de septiembre de 2008 dice que las fuentes de iluminación de baja eficacia, incluidas las lámparas fluorescentes, deben ser remplazadas por fuentes de iluminación de mayor eficacia lumínica disponibles en el mercado.

Figura 13. Aula 104 con lámparas T12



### 3.2.2.1 Eficacia luminosa

En la aplicación del uso racional de energía (URE), las lámparas tipo tubo fluorescente T12 están siendo discontinuadas 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 9.

Tabla 9. Eficacia mínima de lámparas fluorescentes T12

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

Tomado de la referencia (1)

Las lámparas fluorescentes Tipo T12 con que cuenta la institución no cumplen con los valores de eficacia mínima exigidos en la tabla anterior, debido a que estas consumen una potencia de 39W y entregan 2500 lm, dando como resultado una eficacia luminosa de 64 lm/W, estando este valor por debajo del mínimo exigido que es 70 lm/W.

### 3.2.2.2 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 10

**Tabla 10. Valores mínimos de Índice de Reproducción Cromática ( Ra)**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Potencia nominal de la lámpara</b>	<b>Ra mínimo en%</b>
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

Tomado de la referencia (1)

Estas lámparas cuentan con un índice de reproducción del color de 79 así que cumplen con el Ra mínimo exigido en la tabla anterior que es de 69 para potencias mayores a 35W.

### **3.2.2.3 Vida útil**

La vida útil de las lámparas fluorescentes instaladas son de la marca PHILIPS de referencia F48T12/D y es de 9.000 horas, incumpliendo con el mínimo de horas exigido por el RETILAP, el cual para bombillas o tubos fluorescentes no debe ser menor a 10.000 horas.

### **3.2.2.4 Marcación.**

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

- 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 14. Marcación lámparas T12**



La Información de estas lámparas no cumple con la marcación exigida ya que no posee la temperatura del color, el índice de Rendimiento del Color (IRC), ni el flujo luminoso.

### 3.3 LUMINARIAS

#### 3.3.1 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 15. Luminaria sala de profesores



#### 3.3.2 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.
- b. Las luminarias tienen espacio suficiente para albergar todas las partes del conjunto y realizar los empalmes y conexiones necesarias de la instalación.

- 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 poseen ningún tipo de marcación.

### 3.3.3 Requisitos de instalación:

- a. En la inspección se verificó que no existen luminarias tipo bala o embutidas que debido a su temperatura puedan llegar a generar un incendio, ya que las luminarias existentes en el plantel educativo son del tipo regleta o bombilla incandescente y estas se encuentran suspendidas del techo.

Figura 16. Lámparas suspendidas del techo



- b. Las luminarias se encuentran instaladas de tal forma que los conductores no se encuentran sometidos a tensiones mecánicas, además de estar adecuadamente sujetos sin riesgo de que se presenten cortaduras en estos.

### 3.4 BALASTOS.

- a. El tipo de balastos con que cuentan las luminarias existentes en la institución cumplen con la norma, ya que estos son electrónicos y electromagnéticos tal como lo exige el RETILAP.
- b. Las luminarias fluorescentes instaladas cumplen con lo exigido en el RETILAP y el literal "a" de la parte "P" del Artículo 410-73 de la NTC 2050,

el cual dice que las luminarias ubicadas en interiores deben tener balastos que cuenten con protección térmica integral.

- c. Los balastos no cuentan con un rotulado legible y un diagrama de conexiones tal como lo exige el RETILAP.

**Figura 17. Balasto**



### **3.5 MANTENIMIENTO**

- a. Las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de remplazo que exige el RETILAP no se cumple en la institución, ya que muchas de las lámparas fluorescentes y bombillas incandescentes se encuentran fuera de servicio.

**Figura 18. Lámpara fuera de servicio**



En algunas áreas hacen falta luminarias que fueron retiradas y no han sido remplazadas, haciendo deficiente el nivel de iluminación de estas o

**Figura 19. Luminarias sin remplazar**



- b. Para garantizar los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación, el RETILAP dice que se debe elaborar un plan de mantenimiento en donde se tenga en cuenta la metodología y la periodicidad de la limpieza de las luminarias y de la zona iluminada.

Observando las figuras 19, 20 y 21, se puede deducir que en la institución no existe una metodología de mantenimiento implementada para la limpieza del sistema de iluminación, incumpliendo con lo anteriormente dicho.

**Figura 20. Lámpara sucia**



**Figura 21. Lámpara con tubos diferentes (T-8 y T-12)**



## 4. RESULTADOS

### 4.1 TIEMPO DE USO DE LAS LUMINARIAS

La institución cuenta con diferentes tipos de fuentes de iluminación, siendo éstas; lámparas fluorescentes T8 y T12 y bombillas incandescentes de 100 W; la vida útil mínima requerida por el RETILAP para este tipo de luminarias es de 10000 horas.

En algunos lugares la instalación eléctrica es muy antigua por lo tanto existen elementos que ya alcanzaron el tiempo máximo de uso requerido por el RETILAP.

### 4.2 NIVELES DE ILUMINANCIA PROMEDIO MEDIDOS

En la siguiente tabla se localizan los diferentes sitios del colegio con sus correspondientes niveles de iluminancia promedio, los cuales se obtuvieron de las mediciones de iluminación efectuadas en cada uno de estos lugares.

Tabla 11. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el Primer Piso.

Sitios	Iluminancia Promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara	Luminarias malas
Aula 101	212,33	6,5	6,5	18	6	T8 y T12	0
Aula 102	242,75	7,3	6,5	18	6	T8 y T12	0
Baño Profesores	128,75	2,13	3,1	4	1	T8	0
Enfermería	360,5	2,25	3,1	4	1	T8	0
Rectoría	207,25	4,5	3,25	5	2	T8	0
Secretaría	301,4167	4,8	4	5	2	T8	0
Archivo	136	4,8	2,38	5	2	T12	0
Aula 103	137,375	7,4	6,5	18	6	T8 y T12	0
Audiovisuales	328,2917	7,49	6,5	18	6	T8 y T12	0
Aula de Estudio	134,9167	7,61	6,5	18	6	T12	2
Aula 104	152,625	7,1	6,5	18	6	T12	2
Servicios Generales	69,5	1,67	1,36	2	1	Incandescente	0
Baño Discapacitados	279	1,79	1,36	2	1	Incandescente	0
Baño Hombres	57,4166	5,81	3,57	5	2	T12	1
Baño Mujeres	195,66	7,29	3,57	5	2	T12	0
Bodega	125,5	5,4	3,74	4	3	T8	0
Instrumentos	72	2,63	3,64	4	2	T8	0
Cafetería	114,33	4,6	7,5	5	2	T12	0
Bodega Deportes	106,5	2,2	7,5	4	1	T8	1
Aula 105	241,5	6,89	7,5	18	6	T8 y T12	0
Sala Informática 1	181,4583	7,04	7,5	18	6	T8 y T12	0
Aula 107	275,5417	6,46	7,5	18	6	T8 y T12	2
Aula 108	232,4167	7,09	7,5	18	6	T8 y T12	0
Aula 109	177,5	6,9	7,5	18	6	T8 y T12	1
Emisora	44,75	2	6,6	4	1	T8	0
Laboratorio Física y Química	125,083	14,7	6,6	18	8	T12	0
Pasillo Cafetería	82,70	2,01	41,93	10	4	T12	2
Pasillo entrada piso 1	97,09375	2,01	58,26	10	9	T12	0
Patio	78,787879	28,14	16,94	66	10		0

Comentado [i-[1]: ALINEAR TABLAS

**Tabla 12. Características y resultados de las mediciones obtenidas en el Segundo Piso.**

Sitios	Iluminancia Promedio (lx)	Ancho (m)	Largo (m)	Número de medidas	Cantidad de luminarias	Tipo de lámpara	Luminarias malas
Sala de Juntas	255,5833	4,38	7,04	5	2	T12	0
Aula 201	180,541	7,4	7,04	18	6	T12	0
Aula 202	209,875	7,6	7,04	18	6	T8 y T12	0
Aula 203	156	7,6	7,04	18	6	T12	0
Aula 204	219,083	7,1	7,04	18	6	T8 y T12	0
Coordinación	324,2917	8,4	5,2	18	6	T12	0
Aula 205	218,5833	6,54	5,2	18	6	T12	3
Aula Electrónica	345,12	6,89	7,5	18	6	T8 y T12	0
Sala Informática 2	319,833	7,4	7,5	18	6	T8 y T12	2
Sala Profesores	85,75	6,46	7,5	18	6	T8 y T12	3
Aula 207	155,875	6,9	7,5	18	6	T8 y T12	0
Aula 206	300,5417	6,9	7,5	18	6	T8 y T12	0
Biblioteca	62,666	9,05	6,6	18	6	T12	1
Aula Idiomas	615,875	7,76	6,6	18	8	T8	0
Pasillo Biblioteca	24,43	2	16,94	6	2	T12	0
Pasillo entrada piso 2	52,5625	2	30,64	8	5	T12	0
Pasillo Informática 2	54,4375	2	29,37	6	4	T12	0
Pasillo Coordinación	226	2	14,79	4	2	T8	0

Para observar los resultados de las mediciones y las características de cada lugar dirigirse al ANEXO 1.

**Tabla 13. Valores Eprom (lx) y VEEI (W/m<sup>2</sup>) piso 1.**

Variables	Medición estado actual	Simulación Estado actual	Valor promedio requerido	Simulación del sistema rediseñado
<b>AULA 101</b>				
Eprom (lx)	212,3	267	500	534
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	1,26	2,29	4	2,38
<b>AULA 102</b>				
Eprom (lx)	242,7	313	500	600
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	0,98	1,74	4	1,89
<b>BAÑO PROFESORES</b>				
Eprom (lx)	128,7	201	150	201
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	13,43	3,23	4,5	3,23
<b>ENFERMERÍA</b>				
Eprom (lx)	360,5	193	500	550
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	4,53	3,2	4,5	3,49
<b>RECTORÍA</b>				
Eprom (lx)	207,2	208	500	561
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	3,74	2,81	3,5	3,26
<b>SECRETARÍA</b>				
Eprom (lx)	301,41	262	500	496

Variables	Medición estado actual	Simulación Estado actual	Valor promedio requerido	Simulación del sistema rediseñado
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	1,96	2,57	3,5	2,81
<b>AULA 103</b>				
Eprom (lx)	137,3	242	500	523
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	1,57	2,06	4	2,22
<b>AUDIO VISUALES</b>				
Eprom (lx)	328,2	447	500	506
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	0,66	2,20	4	2,16
<b>AULA DE ESTUDIO</b>				
Eprom (lx)	134,9	178	500	570
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	1,58	1,81	4	1,98
<b>AULA 104</b>				
Eprom (lx)	152,6	294	500	577
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	1,49	1,76	4	1,86
<b>BAÑO HOMBRES</b>				
Eprom (lx)	57,41	79	150	145
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	9,55	2,66	4,5	2,89
<b>BAÑO MUJERES</b>				
Eprom (lx)	195	148	150	No necesita rediseño
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	3,40	3	4,5	3,26
<b>BODEGA</b>				
Eprom (lx)	195,6	142	500	531
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	5,92	2,25	4,5	2,49
<b>CAFETERÍA</b>				
Eprom (lx)	114,3	86	500	511
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	2,85	2,9	4,5	3,04
<b>AULA DEPORTES</b>				
Eprom (lx)	106	49	500	440
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	6,49	5,28	4	3,69
<b>AULA 105</b>				
Eprom (lx)	241,5	335	500	429
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	0,91	1,93	4	1,81
<b>SALA INFORMÁTICA</b>				
Eprom (lx)	181,4	188	500	551
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	1,19	2,5	4	2,67
<b>AULA 107</b>				
Eprom (lx)	275,5	176	500	584
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	0,85	2,02	2	2,13
<b>AULA 108</b>				
Eprom (lx)	232,41	236	500	515
VEEI (W/m <sup>2</sup> )	0,85	2,05	4	2,20
<b>AULA 109</b>				

Variables	Medición estado actual	Simulación Estado actual	Valor promedio requerido	Simulación del sistema rediseñado
<b>Eprom (lx)</b>	117,5	209	500	545
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,86	1,99	4	2,14
<b>EMISORA</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	44,7	74	500	578
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	19,25	4,02	4,5	6,50
<b>LABORATORIO FÍSICA Y QUÍMICA</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	125,0	198	500	528
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,93	1,79	4	1,96
<b>PASILLO CAFETERÍA</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	82,7	122	100	151
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	2,9	2	----	2,02
<b>PASILLO ENTRADA PISO 1</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	97	125	150	151
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	1	2,36	----	2,29
<b>PASILLO LABORATORIO DE FÍSICA Y QUÍMICA</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	0		150	140
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>				1,81

Tabla 14 Valores Eprom (lx) y VEEI (W/m<sup>2</sup>) piso 2.

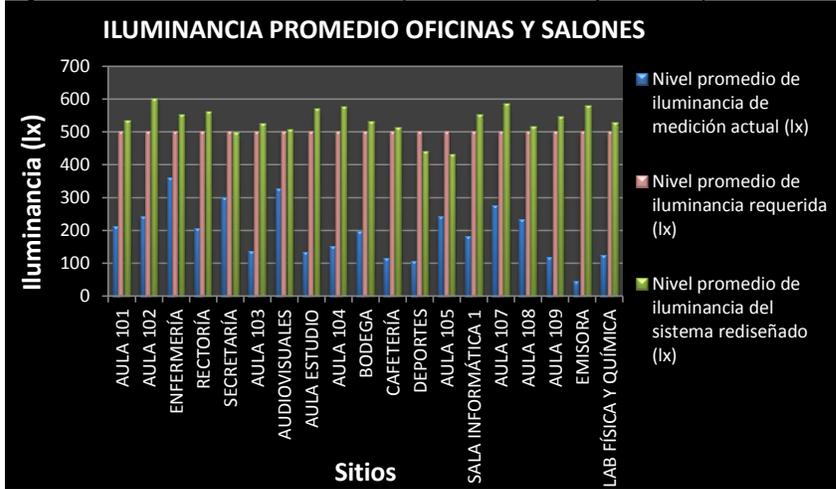
Variables	Medición estado actual	Simulación estado actual	Valor promedio requerido	Simulación del sistema rediseñado
<b>SALA DE JUNTAS</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	255,5	195	200	272
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	2,35	2,34	4,5	2,51
<b>AULA 201</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	180,5	247	500	546
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,21	1,91	4	2,02
<b>AULA 202</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	209,8	257	500	497
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,01	1,87	4	2,02
<b>AULA 203</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	156	244	500	534
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,36	4	2,01	
<b>AULA 204</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	219	259	500	512
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,05	1,90	4	1,99
<b>COORDINACIÓN</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	324,2	271	500	510
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>		2,28	4,5	2,52
<b>AULA 205</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	218,5	177	500	506
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>		2,14	4	2,34

Variables	Medición estado actual	Simulación estado actual	Valor promedio requerido	Simulación del sistema rediseñado
<b>AULA ELECTRÓNICA</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	345,1	267	500	570
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,84	1,88	4	2,06
<b>SALA INFORMÁTICA 2</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	319,8	138	500	450
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,88	2,37	4	2,55
<b>SALA PROFESORES</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	85,7	139	500	572
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	2,72	1,92	4,5	2,19
<b>AULA 207</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	155,8	234	500	510
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,38	2,08	4	2,23
<b>AULA 206</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	300,5	288	500	562
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,73	1,73	4	1,84
<b>BIBLIOTECA</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	62,6	234	500	399
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	3,05	2,58	6	2,81
<b>AULA IDIOMAS</b>				
<b>Eprom (lx)</b>	615,8	550	500	524
<b>VEEI (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,36	2,14	4	2,25

Las siguientes figuras representan los valores promedio de iluminancia obtenidos en los diferentes sitios del colegio, los valores de iluminancia promedio requeridos por el RETILAP y los valores de iluminancia arrojados en el rediseño.

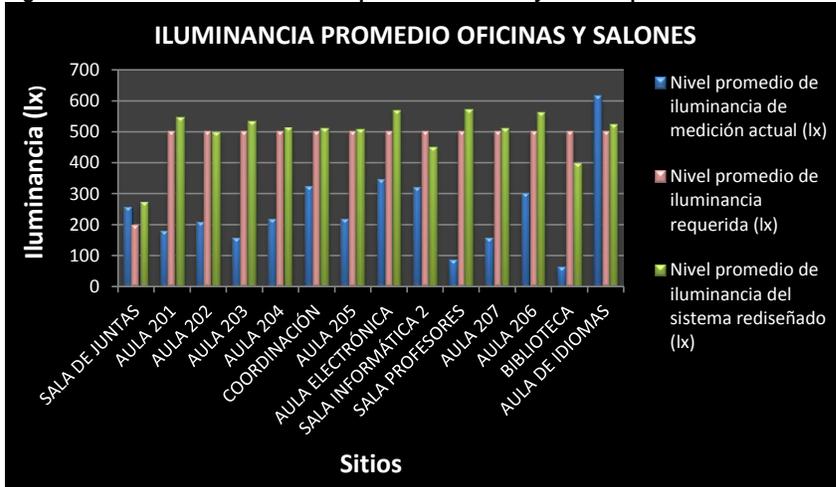
**Nota 1:** El valor promedio exigido por el RETILAP para salones y oficinas es 500 lx y como se puede observar en las siguientes gráficas sólo cumplen con el mínimo requerido que es 300 lx enfermería, secretaría, audiovisuales, coordinación, aula de electrónica, sala de informática 2, aula 206, sala de juntas, aula de idiomas.

Figura 22. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 1



Tomado de la referencia (11)

Figura 23. Resultados de iluminancia promedio oficinas y salones piso 2



Tomado de la referencia (11)

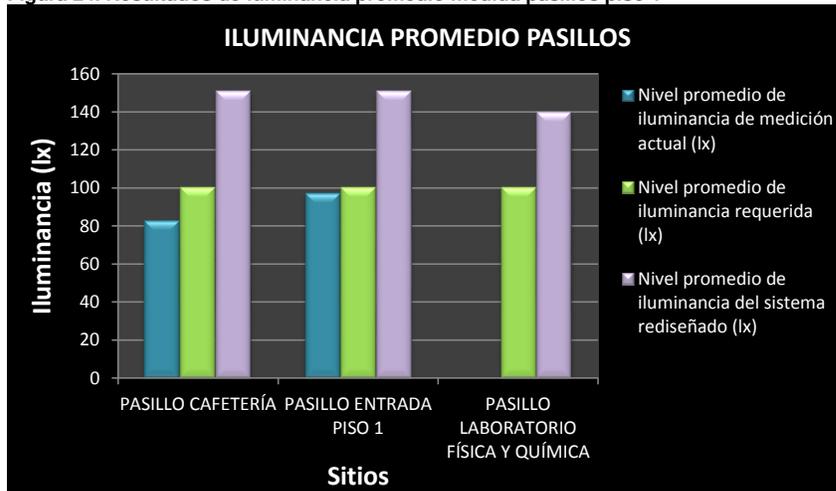
**Nota 2:**

El valor promedio exigido por el RETILAP para pasillos es 100 lx y como se puede

observar en las siguientes gráficas sólo cumple el pasillo de coordinación ubicado en el segundo piso, pero éste se pasa de lo máximo que es 150.

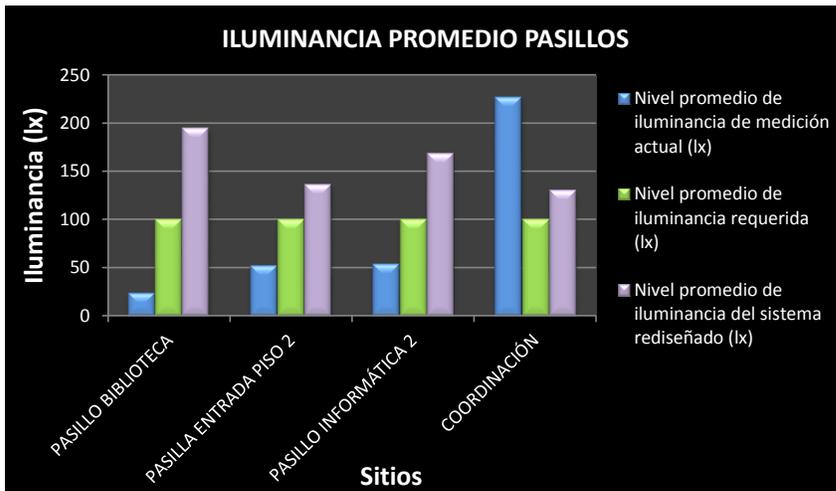
El pasillo de la entrada piso 1, entrada piso 2 y el de informática cumplen con el mínimo requerido que es 50 lx.

Figura 24. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 1



Tomado de la referencia (11)

Figura 25. Resultados de luminancia promedio medida pasillos piso 2



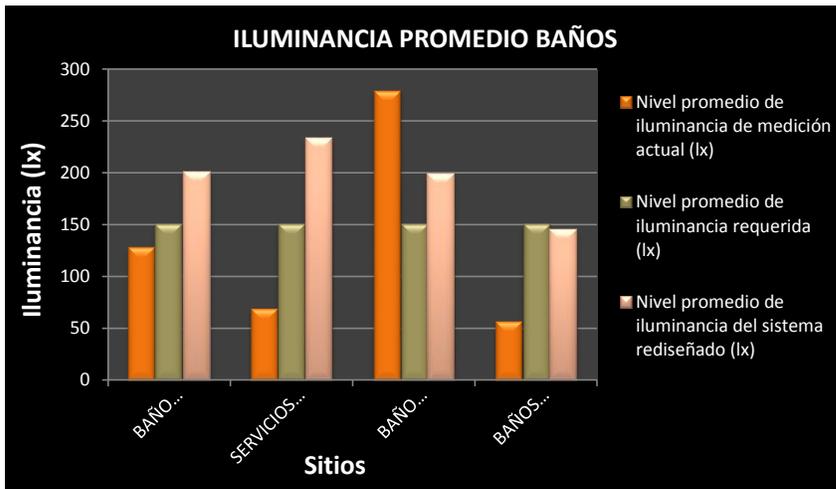
Tomado de la referencia (11)

**Nota 3:**

El valor promedio exigido por el RETILAP para baños es 150 lx y como se puede observar en las siguientes gráficas, el baño de mujeres y el de discapacitados ubicados en el primer piso son los únicos que cumplen con éste valor, pero éste último se pasa del valor máximo que es 200.

El baño de profesores cumple al menos con el mínimo que es 100 lx.

Figura 26. Resultados de iluminancia promedio medida baños piso 1



Tomado de la referencia (11)

#### 4.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS LUGARES DE TRABAJO

##### 4.3.1 PRIMER PISO

**AULA 101:** Este salón posee 6 luminarias, 5 de éstas 2x39 W T12 y 1 tipo 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas amarillas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 102:** Este salón posee 6 luminarias, 5 de éstas 2x39 W T12 y 1 tipo 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas amarillas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**BAÑO PROFESORES:** Este espacio posee 1 luminaria 2x32 W T8 la cual se encuentra limpia, las paredes son de baldosa color gris claro al igual que el piso. La iluminancia promedio medida se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**ENFERMERÍA:** Esta oficina posee 1 luminaria 2x32 W T8 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color verde manzana y blanco y el piso de baldosas gris claro. La iluminancia promedio se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**RECTORÍA:** Esta oficina posee 2 luminarias 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran

limpias, las paredes son de color blanco y el piso de baldosas amarillas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**ARCHIVO:** Este espacio cuenta con 2 luminarias 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas amarillas. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**SECRETARÍA:** Esta oficina posee 2 luminarias 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas amarillas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 103:** Este salón posee 6 luminarias, 5 de éstas 2x39 W T12 y 1 tipo 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas amarillas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AUDIOVISUALES:** Este salón posee 6 luminarias, 2 de éstas 2x39 W T12 y 4 tipo 2 x 32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color habano. La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA DE ESTUDIO:** Este salón posee 6 luminarias, 4 de éstas 2x39 W T12 y 2 fuera de servicio las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color habano. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 104:** Este salón posee 6 luminarias 2x39 W las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color habano. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**BAÑO DISCAPACITADOS:** Este espacio posee 1 bombilla incandescente de 100 W la cual se encuentra limpia, las paredes son de baldosa color blanco y el piso de baldosas color habano. La iluminancia promedio medida es alta, su valor está por encima del valor máximo requerido.

**SERVICIOS GENERALES:** Este espacio posee 1 bombilla incandescente de 100 W la cual se encuentra limpia, las paredes son de baldosa color blanco y el piso de baldosas color habano. La iluminancia promedio cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**BAÑO HOMBRES:** Este espacio posee 2 luminarias 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de baldosa color blanco y el piso de baldosas color habano. La iluminancia promedio medida es muy baja, no cumple con los

requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**BAÑO MUJERES:** Este espacio posee 2 luminarias 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de baldosa color blanco y el piso de baldosas color habano. La iluminancia promedio medida está por encima del valor máximo requerido cumpliendo con lo establecido en el RETILAP.

**BODEGA:** Este espacio posee 3 luminarias 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color habano. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**CAFETERÍA:** Este espacio posee 2 luminarias, 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de color rojo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA DEPORTES:** Este espacio posee 1 luminaria 2x32 W T8 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosa color amarillo. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 105:** Este salón posee 4 luminarias, 3 de 2x39 W T12 y 1 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color amarillo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**SALA DE INFORMÁTICA 1:** Este salón posee 6 luminarias, 3 de 2x39 W T12 y 3 de 2x32 W T8 a las cuales les hace falta mantenimiento ya que se encuentran sucias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 107:** Este salón posee 6 luminarias, 4 de 2x39 W T12 y 2 de 2x32 W T8 a las cuales les hace falta mantenimiento ya que se encuentran sucias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color amarillo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 108:** Este salón posee 6 luminarias, 4 de 2x39 W T12 y 2 de 2x32 W T8 a las cuales les hace falta mantenimiento ya que se encuentran sucias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 109:** Este salón posee 5 luminarias, 3 de 2x39 W T12 y 2 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios

para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**EMISORA:** Este espacio posee 1 luminaria 2x32 W T8 la cual se encuentra limpia, las paredes son de color negro y el piso de baldosas color amarillo. La iluminancia promedio medida es baja, no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**LABORATORIO DE FÍSICA Y QUÍMICA:** Este salón posee 8 luminarias 2x39 W las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**PASILLO TIENDA:** Este espacio posee 2 luminarias, 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de color rojo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**PASILLO ENTRADA PISO 1:** Este espacio posee 2 luminarias, 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de color rojo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

#### **4.3.2 SEGUNDO PISO**

**SALA DE JUNTAS:** Esta oficina posee 2 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas blancas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 201:** Este salón posee 6 luminarias 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color habano. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 202:** Este salón posee 6 luminarias, 5 de 2x39 W T12 y 1 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color habano. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 203:** Este salón posee 6 luminarias 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 204:** Este salón posee 6 luminarias, 5 de 2x39 W T12 y 1 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco y el piso de baldosas color blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**COORDINACIÓN:** Esta oficina posee 6 luminarias 2 x 39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas blancas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 205:** Este salón posee 6 luminarias 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco y el piso de baldosas color blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA ELECTRÓNICA:** Este salón posee 6 luminarias, 5 de 2x39 W T12 y 1 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**SALA DE INFORMÁTICA 2:** Este salón posee 4 luminarias, 3 de 2x39 W T12 y 1 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja aunque cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**SALA DE PROFESORES:** Esta oficina posee 3 luminarias, 2 de 2 x 39 W T12 y 1 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas blancas. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 207:** Este salón posee 6 luminarias, 2 de 2x39 W T12 y 4 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA 206:** Este salón posee 6 luminarias, 2 de 2x39 W T12 y 4 de 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color blanco y el piso de baldosas color gris. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**BIBLIOTECA:** Este salón posee 5 luminarias 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es muy baja no cumple con los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**AULA DE IDIOMAS:** Este salón posee 7 luminarias 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de baldosas color blanco. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida está muy por encima del valor máximo requerido incumpliendo con lo establecido en el RETILAP.

**PASILLO BIBLIOTECA:** Este espacio posee 2 luminarias, 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de color rojo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida no se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**PASILLO ENTRADA PISO 2:** Este espacio posee 2 luminarias, 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de color rojo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**PASILLO INFORMÁTICA 2:** Este espacio posee 2 luminarias, 2x39 W T12 las cuales se encuentran limpias, las paredes son de color verde manzana y el piso de color rojo. El lugar cuenta con ventanales suficientemente amplios para el aprovechamiento de la luz natural. La iluminancia promedio medida es baja aunque se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**PASILLO COORDINACIÓN:** Este espacio posee 2 luminarias, 2x32 W T8 las cuales se encuentran limpias. La iluminancia promedio medida se encuentra dentro de los requisitos mínimos establecidos por el RETILAP.

**Nota 4:** La Institución Educativa Nuestra Señora de Guadalupe cuenta con 3 jornadas: la de la mañana va desde las 06:20 am hasta las 12:30 pm, la de la tarde va desde la 01:00 pm hasta las 06:20 pm y la de la noche va desde las 07:00 pm hasta las 09:45 pm

## 5. CONCLUSIONES

- Es necesario un buen diseño de iluminación que garantice el confort visual necesario para el adecuado funcionamiento de las oficinas.
- Muy pocas 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 tipo T12.
- En la Institución no se realiza ningún tipo de limpieza a las fuentes luminosas, lo cual hace deficiente el mantenimiento que se debe ejecutar a las instalaciones eléctricas.
- Para las diferentes áreas que no cumplen con el nivel mínimo requerido de luxes exigidos por el RETILAP, se hace necesario el rediseño de ellas para el bienestar de todas las personas que allí permanecen.
- La mayoría de las aulas y oficinas de la Institución cuentan con ventanales suficientemente amplios, lo que facilita el aprovechamiento de la luz natural para mayor beneficio de la jornada diurna.
- Durante el desarrollo de este trabajo se aplicó lo aprendido durante el transcurso de la vida universitaria, además se adquirieron nuevos conocimientos sobre seguridad y normatividad.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que la Institución tenga en cuenta el rediseño realizado al sistema de iluminación propuesto en este trabajo, debido a que la mayoría de los espacios de ésta no cumplen con los niveles de iluminación mínimos exigidos por el RETILAP.
- Los directivos de la institución deben crear un plan de mantenimiento periódico al sistema eléctrico y de iluminación que permita el buen desempeño tanto de luminarias como de equipos instalados.
- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento correctivo, reemplazando las lámparas que se encuentran sin funcionamiento con el fin de mejorar los niveles lumínicos y así poder prever posibles fallas que se puedan presentar durante el funcionamiento de las actividades que allí se realizan.
- Los decretos 3450 de 2008 y 2331 de 2007 ordenan la sustitución de bombillas de baja eficacia lumínica para el uso racional y eficiente de la energía. Las bombillas o lámparas incandescentes tienen restringida su utilización a entidades públicas desde el 31 de diciembre de 2010.
- Los elementos que se encuentren con sus carcasas o tapas deterioradas deben de ser reemplazados, de tal forma que se limite el riesgo eléctrico.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1]. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** *Resolución 180540 (30, Marzo, 2010). Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP y se dictan otras disposiciones.* Bogotá : s.n., El Ministerio,2010.
- [2]. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** *Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).Resolución 180195 de Febrero 12 de 2009.*
- [3]. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** *Reglamento Técnico de Iluminación y de Alumbrado Público (RETILAP). Resolución 182544 de Diciembre 29 de 2010.*
- [4]. **PALMER, Jim.** [fing.edu.uy. \[En línea\] www.fing.edu.uy/if/cursos/intr\\_optica/Material/lux\\_wikipedia.pdf.](http://www.fing.edu.uy/if/cursos/intr_optica/Material/lux_wikipedia.pdf)
- [5]. [portalelectricos.com. \[En línea\] http://portalelectricos.com/retie/cap2art16.php.](http://portalelectricos.com/retie/cap2art16.php)
- [6]. **ENDESA. EDUCA. XXII.** *Sistemas de iluminación.* [En línea] [http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion.](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-uso-de-la-electricidad/xxii.-sistemas-de-iluminacion)
- [7]. **UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA.** *Guía didáctica para el buen uso de la energía. 2007. Bogotá D.C. 24p. [En línea] http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado\_Edificaciones.pdf..*
- [8]. **RAITELLI, Mario.** [www.edutecne.utn.edu.ar. \[En línea\] http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf..](http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf)
- [9]. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** *Fuentes luminosas.* [En línea] [www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteForos/4201.pdf](http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/archivosSoporteForos/4201.pdf) >.
- [10]. *REGLAMENTO TECNICO COLOMBIANO PARA EVALUACION Y CONTROL DE ILUMINACION Y BRILLO EN LOS CENTROS Y PUESTOS DE TRABAJO.*
- [11]. 11. **Catalina VALENCIA, Juliana POSADA.** *Institución Educativa Nuestra Señora de Guadalupe. 2013.*
- [12]. 12. *Colegio Lorencita Villegas de Santos. 2013.*
- [13]. 13. **COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA.** *Resolución 180540 (30, Marzo, 2010). Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público-RETILAP y se dictan otras disposiciones.* Bogotá : s.n., El Ministerio, 2010 .