



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES  
MERIDA VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

**PROPUESTA Y ESTUDIO DE UNA SOLUCIÓN DE  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL  
CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS**

**Br. Ana Gabriela Avellaneda Andrade**

Mérida, Diciembre 2018



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES  
MERIDA VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

www.bdigital.ula.ve

**PROPUESTA Y ESTUDIO DE UNA SOLUCIÓN DE  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL  
CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Electricista

**Br. Ana Gabriela Avellaneda Andrade**

**Tutor: Prof. Luz Stella Moreno**

Mérida, Diciembre 2018

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

PROPUESTA Y ESTUDIO DE UNA SOLUCIÓN DE  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL  
CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS

Br. Ana Gabriela Avellaneda Andrade

Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de los Andes por el siguiente Jurado

---

Prof. Lelis Nelson Ballester Uzcátegui

---

Prof. Ricardo Isaac Stephens Labrador

---

Prof. Luz Stella Moreno Martin

## DEDICATORIA

Es uno de mis deseos como sencillo gesto, dedicarle este trabajo de grado a cada una de las personas que me apoyaron y estuvieron presente de una u otra manera en mi camino por la universidad.

Especialmente a Dios Todopoderoso por iluminarme, guiarme, darme sabiduría, entendimiento, esfuerzo, paciencia para levantarme y lograr culminar esta hermosa etapa con éxito.

A mis **PADRES: Rosaura Andrade y Luis Avellaneda**, porque creyeron en mí y me impulsaron en los momentos más difíciles. Por sus sacrificios y esfuerzos, por brindarme su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona. Por demostrarme que con perseverancia y dedicación todo se logra. LOS AMO

A MI HERMANO: **Luis Miguel** por su apoyo incondicional y su admiración. LO AMO

A toda **MI FAMILIA** que de alguna u otra manera estuvieron me apoyaron para culminar esta meta.

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen por ser mis guías y protección, por darme el entendimiento y sabiduría para confrontar cada uno de los obstáculos que se presentan en la vida.

A mis Padres y Hermano por todo su amor, comprensión y cariño.

A mi prima Mirleny Andrade por brindarme su apoyo incondicional en cada momento.

A mi novio Carlos Maldonado por estar allí apoyándome en este trabajo.

A mis amigos que me alentaron y estuvieron ahí presente, gracias por su apoyo.

A la ilustre Universidad de Los Andes, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formarme como una profesional.

A mi tutora y Profesora Luz Stella Moreno Martin, gracias por su dedicación, orientación, confianza y por guiarme en realizar este trabajo. Muchas gracias.

Al personal del condominio y locatarios del Centro Comercial Las Tapias por permitirme efectuar este trabajo de grado en sus áreas.

Br. Ana Gabriela Avellaneda Andrade. **Propuesta y estudio de una solución de eficiencia energética en la iluminación del Centro Comercial las Tapias.** Universidad de Los Andes. Tutor: Prof. Luz Stella Moreno. Diciembre 2018.

## Resumen

El presente trabajo consiste en estudiar y analizar la situación actual del sistema de iluminación del Centro Comercial Las Tapias, obteniendo información por medio de encuestas aplicadas al personal que laboran en las oficinas y tiendas, como a los que visitan dicho recinto; además, la medición de los niveles de iluminación en cada área mediante el instrumento luxómetro, que permite medir la iluminancia del ambiente. Estos valores son verificados con los niveles de iluminación recomendados en la norma COVENIN 2249-1993. A partir de los resultados obtenidos se concluye que sistema de iluminación actual no se encuentra entre el rango de iluminancia recomendado, Por lo que se realiza una propuesta que permita mejorar los niveles de iluminación y además que garantice el consumo eficiente de la energía, usando lámparas LED. Con la ayuda del software DIALux evo 8 se representa el nuevo sistema de iluminación en las diferentes áreas del Centro Comercial Las Tapias cumpliendo con los requerimientos establecido por la norma.

Descriptores: DIALux, Medición de iluminancia, índice de eficiencia Energética, Normas COVENIN 2249-1993.

# ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	vi
INTRODUCCIÓN .....	1

Capítulo	pp.
<b>1. PROBLEMATICA ACTUAL .....</b>	<b>2</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Justificación .....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivos generales.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Metodología.....	4
1.5 Alcance .....	4
1.6 Limitaciones .....	4
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>5</b>
2.1 Propiedades de la luz .....	5
2.1.1 La luz .....	5
2.1.2 Espectro electromagnético.....	5
2.1.3 El control de la luz.....	6
2.2 Visión humana.....	6
2.2.1 Visión fotópica .....	7
2.2.2 Visión escotópica.....	7
2.2.3 Visión mésopica .....	7
2.2.4 Factores que influyen en la visión.....	8
2.2.5 Capacidades visuales.....	8
2.3 El color .....	10
2.4 Fuente de luz.....	11
2.4.1 Características fundamentales de las fuentes artificiales .....	11
2.4.2 Fuentes luminosas .....	12
2.5 Luminarias .....	13
2.6 Fotometría.....	13
2.7 Método de iluminación.....	16
2.7.1 Iluminación general.....	16
2.7.2 Iluminación localizada .....	16
2.7.3 Iluminación General-Localizada.....	16
2.8 Instrumento utilizado para la medición .....	17
2.9 Recomendación para obtener los niveles de iluminacion en un ambiente según la norma COVENIN 2249-1993 .....	17
2.10 Recomendación de iluminación en el Centro Comercial Las Tapias.....	18
2.10.1 Iluminación comercial .....	18
2.10.2 Iluminación en oficinas .....	20
2.10.3 Iluminación consultorio dental.....	21
2.10.4 Iluminación salas de cine .....	21
2.11 Norma COVENIN 2249.1993 iluminación en tareas y áreas de trabajo.....	22
2.12 Tipos de luminarias recomendadas para el Centro Comercial Las Tapias.....	23

<b>3. ESTUDIO DE ENCUESTA.....</b>	<b>25</b>
3.1 Cálculo del tamaño de la muestra finitas e infinitas.....	25
3.2 Encuesta dirigida a las personas que laboran en el Centro Comercial Las Tapias .....	26
3.3 Encuesta dirigida a las personas que visitan el Centro Comercial Las Tapias.....	30
<b>4. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS .....</b>	<b>34</b>
4.1 Planta baja .....	35
4.1.1 Banco de Venezuela.....	35
4.1.2 Otros establecimientos .....	35
4.2 Planta nivel 1 .....	36
4.2.1 Tienda: Poker'S.....	37
4.2.2 Otros locales.....	38
4.3 Planta nivel 2 .....	38
4.3.1 Multicine Las Tapias.....	38
4.3.2 Consultorio de odontología.....	40
4.3.3 Otros locales.....	41
4.4 Planta nivel 3 .....	41
4.4.1 Oficinas .....	41
4.4.2 Otros locales.....	43
4.5 Pasillos y estacionamiento.....	44
4.7 Demanda del sistema de iluminación actual.....	47
4.7.1 Cantidad de lámparas usuadas actualmente en el Centro Comercial Las Tapias.....	49
4.7.2 Índice de Eficiencia Energética de algunas áreas del sistema actual de alumbrado del Centro Comercial Las Tapias.....	49
<b>5. PROPUESTA DE UN NUEVO DISEÑO DE ILUMINACION EFICIENTE....</b>	<b>52</b>
5.1 Planta baja .....	52
5.1.1 Banco de Venezuela.....	52
5.1.2 Otros establecimientos .....	54
5.2 Planta nivel 1 .....	55
5.2.1 Tienda Poker's .....	56
5.2.2 Otros locales.....	57
5.3 Planta Nivel 2 .....	58
5.3.1 Multicine Las Tapias.....	58
5.3.2 Consultorio de odontología.....	62
5.3.3 Otros locales.....	64
5.4 Planta Nivel 3 .....	65
5.4.1 Oficinas .....	65
5.4.2 Otros locales.....	69
5.5 Pasillos y estacionamiento.....	70
5.6 Demanda del sistema de iluminación propuesto .....	71
5.7 Estudio energético y económico del sistema de iluminación propuesto para el Centro Comercial Las Tapias.....	75
5.7.1 Análisis económico de las luminarias del sistema actual de iluminación del Centro Comercial Las Tapias.....	75
5.7.2 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE).....	78
5.8 Índice de eficiencia energética del sistema actual y propuesto .....	80



<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>82</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>83</b>
<b>3</b>	
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO 1: Encuesta aplicada a los trabajadores del Centro Comercial Las Tapias.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO 2: Resultados de la Encuesta aplicada a los trabajadores del Centro Comercial Las Tapias.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO 3: Encuesta aplicada a las personas que visitan el Centro Comercial Las Tapias .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO 4: Resultados de la Encuesta aplicada a las personas que visitan el Centro Comercial Las Tapias.....</b>	<b>88</b>

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico</b>	<b>pp.</b>
3.1 Resultado de la primera pregunta de la encuesta aplicada a los trabajadores del Centro Comercial las Tapias .....	27
3.2 Resultado de la segunda pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial ...	28
3.3 Resultado de la tercera pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial.....	28
3.4 Resultado de la cuarta pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial.....	29
3.5 Resultado de la quinta pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial .....	29
3.6 Resultado de la sexta pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial .....	30
4.1 Porcentaje del estado de las lámparas.....	49

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>pp.</b>
2.1 Espectro electromagnético de la luz. ....	5
2.2 Curva de sensibilidad del ojo humano a la radiación visible .....	7
2.3 Campo visual Horizontal y vertical .....	9
2.4 Longitud de onda según el color. ....	10
2.5 Modelo luxómetro digital .....	17
4.2 Tienda Poker'S c.a.....	37
4.3a Sala 1 del cine las Tapias.....	38
4.3b Sala 3 del cine las Tapias.....	39
4.3c Sala 2 del cine las Tapias .....	40
4.4a Área de trabajo del odontólogo.....	40
4.4b Consultorio .....	41
4.5a Cubículo.....	41
4.5b Cubículo 3.....	42
4.5c Áreas de atención al cliente .....	43
5.1a Propuesta de iluminación del Banco de Venezuela, taquillas. ....	53
5.1b Propuesta de iluminación del Banco de Venezuela.....	53
5.2 Curvas isolíneas Banco de Venezuela Centro comercial Las Tapias.....	54
5.3 Propuesta de iluminación Tienda Poker's .....	56
5.4 Curvas isolíneas Tienda Poker's .....	57
5.5 Propuesta de iluminación de la sala 1 y 2 del cinema .....	60
5.6 Curvas isolíneas de la sala 1 y 2 del cinema.....	61
5.7 Propuesta de iluminación sala 3 del cinema.....	61
5.8 Curvas isolíneas sala 3 del cinema .....	61
5.9 Propuesta de iluminación para el lugar de trabajo del odontólogo.....	62
5.10 Curva isolíneas lugar de trabajo del odontólogo .....	63
5.11 Propuesta de iluminación consultorio de odontología.....	63
5.12 Curva isolínea consultorio de odontología .....	64
5.13a Propuesta de iluminación Cubículo 2 .....	68
5.13b Propuesta de iluminación Cubículo 3.....	67
5.13c Propuesta de iluminación área de atención.....	68
5.14a Curva isolínea cubículo 2 .....	68
5.14b Curva isolínea cubículo 3 .....	68
5.14c Curva isolínea área de atención al cliente.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>pp.</b>
2.1 Valores límite de eficiencia energética iluminación (VEEI).....	15
2.2 Requerimientos técnicos de los tipos de oficinas .....	21
2.3 Valores de iluminancia recomendadas de acuerdo con los locales del Centro Comercial Las Tapias.....	22
2.3 Tipos de luminarias recomendadas de acuerdo con los locales del Centro Comercial Las Tapias .....	23
3.1 Encuesta dirigidas a las personas que visitan el Centro Comercial Las Tapias .....	31
4.1 Características de medición Banco de Venezuela .....	35
4.2 Características de medición de otros establecimientos.....	35
4.3 Características de medición de la tienda Poker'S.....	37
4.4 Características de medición de los locales .....	38
4.5 Características de medición de Multicine las Tapias.....	38
4.6 Características de medición de odontología .....	40
4.7 Características de medición de otros locales de planta nivel 2.....	41
4.8 Características de medición seguro Los Andes .....	42
4.9 Características de medición oficina de Condominio .....	43
4.10 Características de medición de locales de planta nivel 3.....	43
4.11 Características de medición de los pasillos del centro Comercial.....	44
4.12 Carga conectada por iluminación .....	47
4.13 Índice de eficiencia energética.....	49
5.1 Característica del nuevo diseño de iluminación para el Banco Venezuela .....	53
5.2 Característica del nuevo diseño de iluminación de los establecimientos planta baja....	54
5.3 Característica del nuevo diseño de la Tienda Poker's .....	56
5.4 Característica del nuevo diseño de los locales planta Nivel 1 .....	57
5.5 Característica del nuevo diseño para el Multicine Las Tapias .....	58
5.6 Característica del nuevo diseño para el consultorio de odontología .....	62
5.7 Característica del nuevo diseño para los locales planta Nivel 2.....	64
5.8 Característica del nuevo diseño para el seguro Los Andes .....	65
5.9 Característica del nuevo diseño para el condominio.....	69
5.10 Característica del nuevo diseño para los locales planta Nivel 3.....	69
5.11 Característica del nuevo diseño para los pasillos y estacionamiento .....	70
5.12 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto .....	74
5.13 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto del Centro Comercial Las Tapias .....	75
5.14 Costo de las luminarias del sistema de iluminación actual del Centro Comercial Las Tapias .....	75
5.15 Costos de las luminarias para el sistema de iluminación propuesto para el Centro Comercial Las Tapias .....	76
5.16 Índice de Eficiencia Energética .....	80

# INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el ser humano ha querido mejorar su entorno, buscando soluciones eficientes para los problemas que surgen en la vida cotidiana de cada individuo. De esta manera, mediante la creatividad y la innovación, la sociedad actual ha avanzado. Un ejemplo de esto son los sistemas de iluminación que desempeñan un papel importante en cualquier ambiente, ofreciendo un entorno visual óptimo, confortable que permite desarrollar actividades adecuadas y a su vez garantizan en su mayoría un uso eficiente de la energía eléctrica.

Los centros comerciales han asumido un papel importante en la dinámica de la ciudad, pues son visitados diariamente por miles de personas que buscan una experiencia de compra, distracción y recreación. Por lo que su iluminación no debe ser excesiva y ser lo más homogénea posible para asegurar el confort de las personas que hacen vida en ellos.

Las condiciones de iluminación del Centro Comercial Las Tapias es de gran transcendencia en las actividades que allí se realizan día a día, tanto administrativas, comerciales y recreativas, donde se requiere de niveles óptimos de iluminancia que involucran ciertos factores, como la adaptación visual, el confort y el bienestar.

En este trabajo se hará un estudio al sistema de iluminación actual en todas las áreas del Centro Comercial Las Tapias y además se verificará si estas cumplen con los niveles de iluminación determinadas en las normas COVENIN 2249-1993 (Comisión Venezolana de Normas Industriales). Además, se introducirá una nueva propuesta para el sistema de iluminación, donde se garantizará los niveles de iluminación requeridos para cada ambiente mediante el uso de la tecnología de lámparas, aprovechando de ellas la eficacia, el rendimiento y durabilidad. Asimismo, se realizará un estudio económico para garantizar que la alternativa propuesta es la más viable.

# **CAPITULO I**

## **PROBLEMATICA ACTUAL**

El Centro Comercial Las Tapias por ser un ambiente agradable familiar y empresarial debe contar con una buena iluminación, por lo que no debe ser excesiva y ser lo más homogénea posible para asegurar el confort de las personas que hacen vida en ellos y además que garantice las condiciones necesarias para el correcto desarrollo de las actividades que allí se realicen.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los centros comerciales son sitios que se caracterizan por tener un ambiente agradable para la sociedad por tal razón día a día se debe ir mejorando los servicios que presta, de acuerdo con las necesidades del cliente.

El Centro Comercial Las Tapias fue fundado en el año 1984 y siempre se ha caracterizado por tener un ambiente familiar y empresarial, además cuenta con instalaciones como oficinas, entidades bancarias, tiendas, salas de entretenimientos, entre otros; donde la iluminación muestra un papel importante sobre las actividades que se realizan en las áreas antes mencionada. De esta manera se genera la necesidad de ofrecer las condiciones más adecuada en la iluminación de estos lugares con un rendimiento óptimo y así obtener un buen desempeño en lo que allí se realice.

Con la intención de modernizar el sistema de iluminación del Centro Comercial Las Tapias, con nuevas tecnologías que aseguren una buena iluminación y proporcionen la eficiencia energética exigidas por las normas se debe inicialmente, hacer un estudio sobre el estado actual del sistema de iluminación con el que él cuenta y a partir de allí proponer un nuevo sistema de iluminación.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La iluminación en centros comerciales en donde las actividades a realizar son muy diversas, como son: oficinas comerciales, entidades bancarias, consultorios médicos, cines, centros educativos, locales comerciales entre otros, tienen como objetivo fundamental el garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las diversas actividades que en él se realiza, como administrativos, atención al cliente, de recreación, uso del computador, entre otros.

La buena iluminación es imprescindible para que el proceso de intercambio de información pueda llegar a ser efectivo. Algunas actividades pueden realizarse sin el apoyo de la visión o permite estrategias alternativas pero, en la mayor parte de los casos el proceso visual es fuente de grandes ventajas para la ejecución de cualquier actividad.

Actualmente se tiene una mayor preocupación por el consumo de la energía, originando así lo que se denomina “Eficiencia Energética”, con la finalidad de optimizar los procesos productivos y el empleo de los recursos produciendo más con menos energía. En el caso de la iluminación tanto de exteriores como de interiores se tiene como objetivo iluminar mejor consumiendo menos electricidad. Y de esta manera se reduce costos y se promueve la sostenibilidad económica, política y ambiental. Esto se puede lograr por medio de la tecnología en el ámbito de la iluminación ha evolucionado de una forma impresionante en los últimos años. Sistemas de iluminación más eficientes, sistemas de control que permiten adoptar las necesidades lumínicas a las demandas en cada momento, permiten reducir de una forma muy importante el consumo energético de nuestras instalaciones sin perjuicio en las presentaciones visuales de la misma.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Analizar el sistema de alumbrado actual del Centro Comercial Las Tapias y diseñar un nuevo sistema de iluminación que cumpla con lo estipulado en eficiencia energética en iluminación.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar la eficiencia y confort del actual sistema de alumbrado.

- Analizar las prestaciones lumínicas, sostenibilidad y economía de los sistemas de alumbrado usados en dicho ambiente.
- Definir los niveles de prestación necesarios para asegurar un nivel de servicio adecuado, en función de las características distintivas de cada recinto.
- Proponer un sistema de iluminación que satisfaga las necesidades y condiciones actuales del centro comercial.

## **1.4 METODOLOGÍA**

La metodología a seguirse en este trabajo es de tipo combinada que integra la recolección de información en campo, el análisis, comprobaciones, aplicaciones prácticas, encuestas, dando como resultado unas recomendaciones de aplicación práctica y que contribuyan a la solución del problema planteado.

## **1.5 ALCANCE**

En este trabajo se pretende realizar un estudio al estado actual del sistema de iluminación en el Centro Comercial Las Tapias, donde se realiza unas series de preguntas para determinar el grado de satisfacción por parte del personal del Centro Comercial Las Tapias y las personas que lo visitan. Al obtener este análisis se propondrá un nuevo sistema de iluminación que cumpla con lo establecido ofreciendo un mejor entorno visual óptimo, confortable para desarrollar las actividades que en ese espacio se realice y mejorar de manera eficiente la energía que se consume por efecto de iluminación.

## **1.6 LIMITACIONES**

En el desarrollo del trabajo de grado la principal restricción encontrada fue la entrada en algunos locales por ser de entes públicos y locatarios privados, por lo que se dificultó realizar la toma de medidas en dichas áreas.

Al momento de realizar las mediciones de iluminación en algunas áreas del centro comercial las Tapias se encontraban personas, las cuales producían sombras que alteraban la precisión del instrumento luxómetro.



# CAPITULO II

## MARCO TEORICO

### 2.1 PROPIEDADES DE LA LUZ

#### 2.1.1 La luz

Es una forma de energía que exponen los cuerpos luminosos la cual es percibida por la vista. Se propaga en formas de ondas y viaja a través de materia o en ausencia de ella [1].

#### 2.1.2 Espectro electromagnético

Es el rango de todas las radiaciones electromagnéticas posibles, la cual se desarrolla desde las bajas frecuencias usadas para la radio moderna hasta los rayos gamma. El espectro visible toma colores definidos que se descomponen con la ayuda de cuerpos cristalinos y va de un intervalo de longitud de onda entre los 400 nanómetros hasta los 700 nanómetro [2]. Ver figura 2.1.

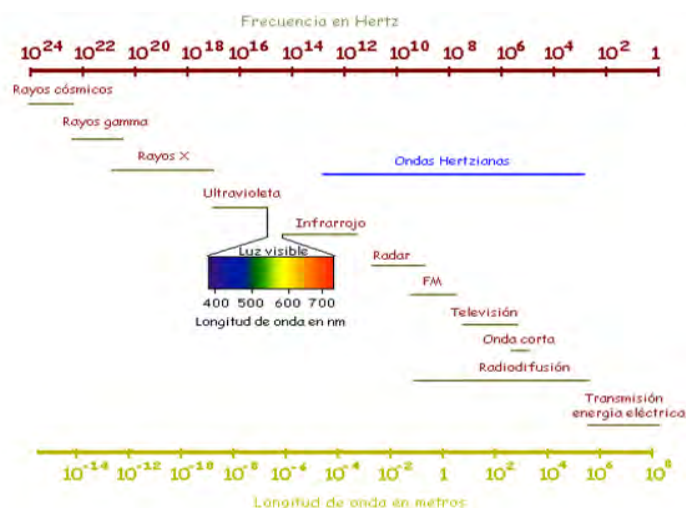


Figura 2.1 Espectro electromagnético de la luz.

Fuente: Moreno, 2015

### 2.1.3 El control de la luz

Es un aspecto importante en la luminotecnia debido a que la mayoría de las fuentes luminosas actuales no distribuye el flujo luminoso por si misma que permita su aplicación directa, por lo que se hace necesaria la utilización de dispositivos que modifiquen o controlen la luz emitida por dichas fuentes luminosas.

Para la modificación de las características luminosas de estas fuentes se toman en cuenta los siguientes fenómenos físicos:

*Reflexión:* Se da en medio homogéneo e isotrópico, donde una superficie devuelve la luz que incide sobre ella. Puede ser, especular, difusa o semidirigida. La reflexión especular es producida cuando el rayo que incidente es reflejado con el mismo ángulo de entrada como ocurre con los espejos. La reflexión difusa y semidirigida ocurre en superficies irregulares, en este caso la energía del rayo incidente se descompone en forma aleatoria lo que produce que la imagen pierda nitidez [3].

*Refracción:* Consiste en la modificación del rayo luminoso cuando traspasa de un medio a otro con diferente densidad, tomando en cuenta que ambos medios son isotrópicos y homogéneos [3].

*Transmisión:* Consiste en la propagación a través de los cuerpos transparente o translucidos. Puede ser dirigida o difusa. Cuando es dirigida, la propagación de la luz no sufre desviación debido a que pasa perpendicularmente por una superficie transparente y plana. En cambio, la difusa es cuando la luz es propagada en diferentes direcciones [3].

*Absorción:* Este fenómeno físico consiste en que la luz que incide sobre superficies una parte es absorbida y la otra es reflejada. La proporción de la luz que es absorbida dependerá de la constitución de los materiales que los componen [3].

*Difusión:* Es ocasionada cuando la superficie es rugosa lo que hace que el rayo incida en todas las direcciones del espacio del flujo luminoso [3].

## 2.2 VISIÓN HUMANA

Es la capacidad de interpretar el entorno gracias a los rayos de luz que alcanza el ojo, la cual es el órgano sensible muy complejo del sistema visual, el flujo luminoso es recibida por el

iris que ajusta el tamaño de la pupila como una función de la misma. Seguidamente pasa por la retina formando una imagen y la transforma en información comprensible para el cerebro. En el cerebro se realiza el proceso de reconstruir las distancias, colores, movimientos y formas de los objetos que nos rodean. La existencia de dos ojos permite una visión panorámica y binocular del mundo circundante y la capacidad del cerebro para combinar ambas imágenes produce una visión tridimensional o estereoscópica [3].

### 2.2.1 Visión fotópica

Es la percepción visual que se produce con niveles de iluminación diurnos (a plena luz del día). Este tipo de visión hace posible la correcta interpretación del rango de colores por el ojo [3]. Ver figura 2.2.

### 2.2.2 Visión escotópica

Es el tipo de percepción visual que se produce con niveles de iluminación muy bajos. La agudeza visual es muy baja y la recepción de la luz se realiza principalmente con los bastones de la retina, que son muy sensibles al color azul del espectro por lo que son completamente nulos para recibir el rojo [10]. Ver Figura 2.2

### 2.2.3 Visión mesópica

Es la visión intermedia, tiene la capacidad para distinguir los colores, reduce a medida que disminuye la cantidad de luz [3].

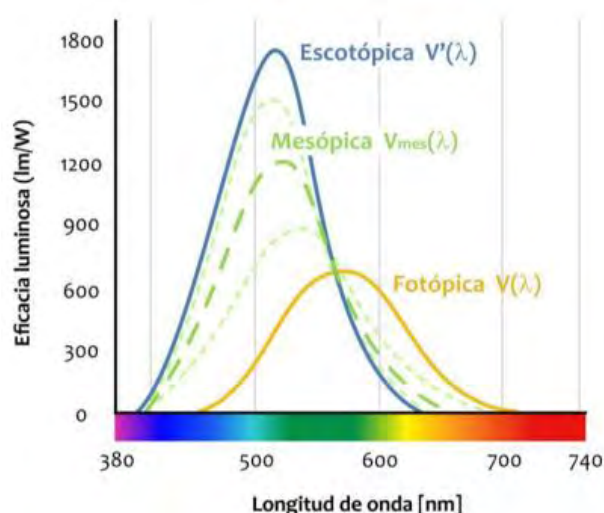


Figura 2.2 Curva de sensibilidad del ojo humano a la radiación visible

#### 2.2.4 Factores que influyen en la visión

*Tamaño:* Es un factor importante para distinguir con rapidez los objetos, es decir un objeto de gran tamaño, en un área con gran visibilidad es fácil de apreciar. Si el tamaño del objeto es pequeño no percibe fácilmente por medio del ojo, usualmente se usan unos lentes de aumento o un microscopio [3].

*Deslumbramiento:* Es un fenómeno de la visión que perjudica y provoca molestia a la hora de distinguir objetos, debido a una mal distribución de luminarias, o como también de contraste excesivos en el espacio o tiempo [3].

*Tiempo:* El ojo depende de cierto tiempo para poder enfocar la imagen y transmitirla al cerebro. Este efecto es lo que permite disfrutar del cine, la televisión o los dibujos animados que no son más que una serie de imágenes sucesivas. Si la iluminación es baja podría ocasionar que se requiera más tiempo para realizar la tarea visual [3].

*Contraste:* Capacidad que tiene el sistema visual para diferenciar un objeto del fondo en el que se encuentra. Cuanta mayor diferencia exista entre uno y otro, mejor será la distinción que el sistema visual hará sobre ambas formas [3].

#### 2.2.5 Capacidades visuales

No todas las personas son iguales y por lo tanto no todas pueden apreciar lo observado de igual manera, debido a las propias limitaciones del sentido visual del ser humano y la posibilidad de distorsión, ya sea en lo relativo a la forma, el color, la dimensión y la perspectiva de lo observado. Entre las capacidades visuales se tiene:

*Sensibilidad:* Es la capacidad que tiene el sistema visual para distinguir los detalles de un objeto del fondo en el que se encuentra situado. Durante el día, el ojo es capaz de distinguir no solo las formas y detalles sino también es capaz de diferenciar los colores esto se debe a la sensibilización de los conos, los cuales son células que permiten distinguir las características cromáticas del entorno, a medida que la luz disminuye, llega un momento en que el ojo no es capaz de distinguir los colores. Esto es debido a que los conos dejan de funcionar porque no les llega suficiente energía radiante para ser activados, ya que estos requieren una cantidad de luz considerable, de lo contrario no emitirá respuesta. La visión humana es capaz de distinguir el espectro cromático desde los 380 nanómetros hasta los 780

nanómetros, que van desde los ultravioleta hasta los infrarrojos, cada uno de los conos se activa para un rango de longitud de onda distinto [3].

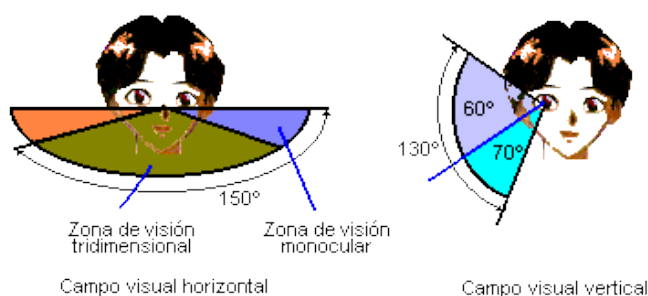
*Acomodación:* Es la capacidad del ojo para enfocar automáticamente objetos situados a diferentes distancias, y obtener de esta forma imágenes nítidas en la retina. La capacidad de acomodación ocular va disminuyendo con la edad, aunque solo se advierte que esta forma manifiesta a partir de la cuarta o quinta década de la vida, denominándose a esta pérdida de capacidad acomodativa, presbicia [3].

*Adaptación del ojo:* Capacidad que tiene el ojo para ajustarse instintivamente a los cambios de niveles de iluminación. Se debe al que el iris regula la abertura de la pupila y a cambios fotoquímicos de la retina. Al pasar de cuerpos oscuros a cuerpos luminosos el proceso es rápido, de la forma contraria el proceso es más lento. La adaptación completa se produce aproximadamente en una hora [3].

*Agudeza visual:* Es la capacidad de percibir con detalle los objetos en condiciones concretas, está relacionada con la densidad de fotorreceptores por unidad de superficie. El valor promedio de la agudeza visual de un hombre adulto es de 1.6, aumentando hasta los 15 años, estabilizándose hasta los 45 y disminuyendo a partir de esa edad [3].

*Visión binocular:* Es la capacidad visual que permite una percepción del entorno en tres dimensiones, situar los objetos en el espacio, tener la sensación de profundidad, el cálculo de distancias, así como determinar el relieve de los objetos [3].

*Campo visual:* Es el espacio dentro del cual se observa imágenes de un objeto donde se mantiene la vista fija. Cada ojo ve aproximadamente  $150^\circ$  sobre el plano horizontal y con la superposición de ambos se abarcan los  $180^\circ$ . Sobre el plano vertical solo son unos  $130^\circ$ ,  $60^\circ$  por encima de la horizontal y  $70^\circ$  por debajo [4].



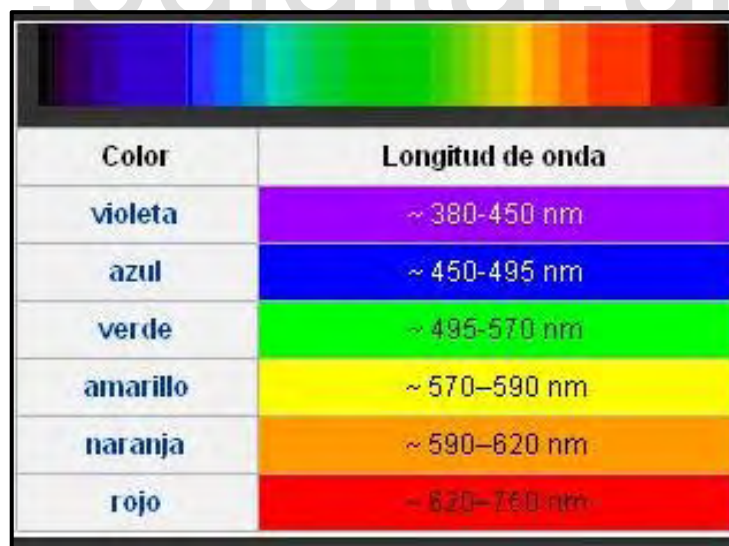
**Figura 2.3 Campo visual Horizontal y vertical**

**Fuente:** <http://www.mundovisual.galeon.com/campovis.htm>

*Percepción cromática:* Capacidad visual de distinguir los colores. Las características del tono, la saturación o la claridad, incluso los aspectos psicofísicos, entran en juego con aspectos físicos como la longitud de onda dominante, la pureza y la luminancia [3].

## 2.3 EL COLOR

Es la importancia subjetiva psicofisiológica del espectro electromagnético visible. Es decir, que se requiere distinguir entre el fenómeno físico donde interviene la luz y la visión (sensibilidad y contraste) y el fenómeno sensorial. Además, como fenómeno físico también interviene los sistemas de especificaciones y la realización de mezcla. Se dice que el color deriva de la descomposición de la luz blanca proveniente del sol, o de un foco o fuente luminosa artificial. La apariencia de esos colores siempre es visual, y va a variar según la naturaleza de los rayos luminosos y el modo en que son reflejado. El color blanco de algunos cuerpos es debido a la reflexión de todos los rayos del espectro visible. En la descomposición de la luz blanca se ven los siete colores espectrales: violeta, azul, cian, verde, amarillo, naranja y rojo. El color negro, resulta de la ausencia de toda impresión luminosa, está en oposición al color blanco [3].



Color	Longitud de onda
violeta	~ 380-450 nm
azul	~ 450-495 nm
verde	~ 495-570 nm
amarillo	~ 570-590 nm
naranja	~ 590-620 nm
rojo	~ 620-760 nm

**Figura 2.4 Longitud de onda según el color.**

**Fuente:** <http://www.aproque.com/historia-del-color-y-su-relacion-con-la-quimica/>

Dentro de las características cromáticas fundamentales de las fuentes de luz tenemos:

*Temperatura de color:* Consiste en comparar el color dentro del espectro luminoso, con el de la luz que expondría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. La

temperatura de color está expresada en Kelvin (K), y mide el grado de frialdad o calidez de la tonalidad de una fuente de luz, a menor temperatura mayor sensación de calidez y a mayor temperatura mayor sensación de frialdad. A partir de 5000 K se dice que se trata de colores fríos, mientras que con temperaturas más bajas (2700-3000 K) se les consideran colores cálidos [3].

*Índice de rendimiento de color:* Caracteriza la capacidad de reproducción cromática de los objetos iluminados con una fuente de luz. El índice de rendimiento cromático ofrece una indicación de la capacidad de la fuente de la luz para reproducir colores normalizados, en comparación con la reproducción proporcionada por una luz patrón referencial [3].

## **2.4 FUENTE DE LUZ**

Son objetos que suelen transformar algún tipo de energía en luz. Las fuentes de luz pueden ser naturales (el Sol) o artificiales (lámpara).

### **2.4.1 Características fundamentales de las fuentes artificiales**

*Distribución espectral:* Para obtener un rendimiento elevado, la energía de las lámparas debe ser absorbida en radiaciones visible. Por consiguiente la luz debería ser blanca como la luz del día y con una buena reproducción cromática, para así obtener un espectro continuo que contenga todos los colores principales desde el violeta hasta el rojo. Se recomienda en cuanto al rendimiento luminoso una longitud de onda alrededor de 555 nm [3].

*Distribución de la intensidad luminosa:* Son curvas esenciales para proyectar instalaciones de alumbrado, o sistema de luminarias, ya que permiten dirigir la luz al punto deseado [3].

*Calidad de reproducción de color:* Corresponde al aspecto del color que presenta las superficies iluminadas. Esta depende tanto de la tonalidad de la luz emitida, como su composición espectral. Dos fuentes pueden tener un color parecido, pero tener reproducción cromática diferente [3].

*Rendimiento luminoso:* Medición de la efectividad con que la lámpara realiza la transformación de la energía eléctrica en haz luminoso [3].

*Vida Media:* Es la duración estándar de una lámpara hasta su total desgaste. La vida media se define como el número de horas de funcionamiento en condiciones de prueba, en donde

el 50% de las lámparas operativas correspondientes a una muestra representativa, han fallado [3].

*Vida útil:* Es la duración estimada en que las lámparas puede tener tanto técnicamente como económicamente. Por lo que deben reponerse antes del final de su vida útil, debido que su flujo se ha depreciado, hasta el punto de que resulta no efectivo su uso [3].

#### **2.4.2 Fuentes luminosas**

*Lámparas fluorescentes:* son lámparas de descarga a baja presión de mercurio, constituida por un tubo de descarga recubierta de polvos fluorescentes, que aísla el gas de relleno del medio ambiente. En cada extremo del tubo se encuentra un electrodo hecho de tungsteno que al calentarse contribuye a la ionización de los gases, por medio de un equipo complementario compuesto por un cebador que provoca el calentamiento de los electrodos y un balasto electromagnético que suministra una tensión superior para encender la lámpara fluorescente [3].

*Lámpara fluorescente compacta integradas:* su principio de funcionamiento es similar a las lámparas fluorescentes convencionales, por lo general tiene una reactancia integrada en la base de la lámpara. Las tonalidades emitidas por la lámpara varían desde el blanco cálido (3000 K) hasta la luz del día (6500 K). El rendimiento puede llegar hasta los 80 lm/watt, su vida media de 15000 horas y una vida útil de 9000 horas.

*Lámparas de LED:* Son lámparas de estado sólido que usa LED, los cuales son diodos emisores de luz de diversos colores. En la actualidad las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación, ya que presentan diversas ventajas, entre las cuales destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, soporta encendidos y apagados continuos, suelen ser un poco costosas, pero su precio se compensa con su calidad lumínica y larga duración. El rápido avance que ha perfilado esta tecnología ha permitido introducir lámparas con potencia nominales de hasta 200 W, la vida media de los LED, al igual que su vida útil es la más elevada de todas las lámparas y en algunas es de hasta 50.000 horas, la temperatura del color es de 4.000 K; el rendimiento es de 10 lm/W [3].



## 2.5 LUMINARIAS

Es el aparato que sirve para distribuir, filtrar la luz de una o varias lámparas y que contiene todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas. Las luminarias son responsables del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios [3].

## 2.6 FOTOMETRÍA

Es la ciencia que se encarga de todo lo relativo a las medidas de la luz. Estudia la capacidad que tiene el espectro electromagnético de estimular el sistema visual.

Dentro de las magnitudes Luminosas se encuentran los siguientes conceptos:

*Luminotecnia:* Es la ciencia que se encarga de estudiar las distintas formas de producción de luz, como su control y aplicación.

*Ángulo sólido:* Es la zona que abarca un objeto visto desde un punto plano dado, que se corresponde con la zona del espacio limitada por una superficie cónica y mide el tamaño aparente de ese objeto. Su unidad en el Sistema Internacional (SI) es el estereorradián (sr), por definición el ángulo sólido se calcula de la siguiente manera:

$$\omega = \frac{S}{r^2} \text{ estereorradián [sr]} \quad (2.1)$$

Donde:

$\omega$ : ángulo sólido [sr].

S: superficie de la proyección del objeto sobre la esfera [m<sup>2</sup>].

r: radio de la esfera [m].

*Flujo luminoso:* Es la energía emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible y que transforma en luz durante un segundo. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es lumen (lm).

*Intensidad luminosa:* Es el flujo emitido en una dirección dada en una unidad de ángulo sólido. Su unidad es la candela (cd) y se expresa mediante la siguiente expresión:

$$I = \frac{\Phi}{\omega} \text{ [cd]} \quad (2.2)$$

Donde:

I: Intensidad luminosa [cd].

$\Phi$ : Flujo luminoso expresado en lumen [lm].

$\omega$ : Angulo sólido expresado en estereorradián [sr].

*Iluminancia:* se define como la cantidad de luz o flujo luminoso que incide en un área de una superficie. El nivel de iluminación es una magnitud muy utilizada para evaluar la cantidad de luz en diversas áreas de trabajo. Su símbolo es E y su unidad Lux (lx), que es un lm/m<sup>2</sup>.

$$E = \frac{\Phi}{S} \text{ [lx]} \quad (2.3)$$

Donde:

E: iluminancia [lx]

$\Phi$ : Flujo luminoso expresado en lumen [lm]

S: Superficie [m<sup>2</sup>].

*Iluminancia media:* Se conoce como el valor promedio de los niveles de lux presentes en una superficie iluminada. Para hallar el valor de la iluminancia media se realiza las mediciones punto a punto en una superficie determinada, se suman los valores obtenidos y se divide entre la cantidad de puntos tomados en la medición.

$$Em = \frac{\sum Ei}{N} \text{ [lx]} \quad (2.4)$$

Donde:

Em: Iluminancia Media [lx]

Ei: valores de iluminación [lx].

N: Número de puntos tomados en una superficie determinada.

*Luminancia:* Es la densidad angular y superficial de flujo luminoso que incide, atraviesa o emerge de una superficie siguiendo una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es cd/m<sup>2</sup>. Esta expresada en la siguiente ecuación:

$$L = \frac{I}{S_{aparente}} = \frac{I}{S * \cos \alpha} \text{ [cd/m}^2\text{]} \quad (2.5)$$

Donde:

L: Luminancia [cd/m<sup>2</sup>].

I: intensidad luminosa [cd].

S<sub>aparente</sub>: Superficie aparente [m<sup>2</sup>].

α: Ángulo que forman las superficies y superficie aparente [grados].

*Eficiencia energética:* Es el uso eficiente de la energía, de manera optimizar los procesos productivo y el empleo de la energía. El valor de la eficiencia energética es una exigencia que se aplica para diseñar un sistema de iluminación con el fin de comprobar que cumpla con los requerimientos deseados. Su unidad de medida es [W/m<sup>2</sup>] por cada 100 lx.

$$IEE = \frac{P_I * 100}{S * E_m} \text{ [W/ m}^2\text{]} \quad (2.6)$$

Donde:

P<sub>I</sub>: Potencia instalada [W].

S: superficie iluminada [m<sup>2</sup>]

E<sub>m</sub>: iluminación media [lx].

**Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética iluminación (VEEI)**  
(Moreno, 2015)

Zona de actividad	VEEI Límite [W/m <sup>2</sup> ]
Administración es general	3
Salas de diagnostico	3,5
Centros comerciales (excluidas tiendas)	6
Aparcamiento	4
Tiendas y pequeños comercios	8

**Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética iluminación (VEEI) (continuación)**  
(Moreno, 2015)

Zona de actividad	VEEI Límite [W/m <sup>2</sup> ]
Locales con nivel de iluminación superior a 600 lx	2,5
Sala de ocio, salas de reuniones y de usos múltiples	8
Zonas comunes	4

*Rendimiento luminoso o Eficiencia Luminosa:* Expresa el rendimiento energético de una lámpara y mide la calidad de la fuente como un instrumento destinado a producir luz por la transformación de energía eléctrica en energía radiante visible, y es expresada como el coeficiente entre el flujo luminoso total emitido y la potencia total consumida por la fuente. Su unidad es  $\epsilon$  y su unidad el lm/W.

## 2.7 MÉTODO DE ILUMINACIÓN

### 2.7.1 Iluminación general

Es el tipo de iluminación que se abastece uniformemente toda el área iluminada. Es muy usado en oficinas, comercios, entre otros. Pues las luminarias se distribuyen de forma regular por toda el área del techo local [3].

### 2.7.2 Iluminación localizada

Este tipo de iluminación se recomienda cuando se requiere un nivel de iluminación no menor a 1000 lx. Es utilizado para iluminar el área de trabajo, como por ejemplo una lámpara de escritorio [3].

### 2.7.3 Iluminación General-Localizada

Es el tipo de iluminación que consiste en enfocar exclusivamente la zona de trabajo, debido a que la tarea visual requiere niveles muy altos de iluminación, y se puede apagar selectivamente las luminarias en una instalación de iluminación general [3].

## 2.8 INSTRUMENTO UTILIZADO PARA LA MEDICIÓN

El instrumento a utilizar para la medición es el luxómetro que permite medir la iluminancia de un ambiente. Su unidad es lux (lx). Y está constituido por una celda fotoeléctrica que permite captar la luz convirtiéndolo en pulsos eléctricos [5].



Figura 2.5 Modelo luxómetro digital

## 2.9 RECOMENDACIÓN PARA OBTENER LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN EN UN AMBIENTE SEGÚN LA NORMA COVENIN 2249-1993

Para determinar la iluminancia media en una instalación se recomienda seguir el siguiente procedimiento de las Normas COVENIN 2249-1993 [6]:

- Se divide el área en la cual se va a evaluar la iluminancia, en sectores preferiblemente iguales cuya dimensión sea por lo menos 50 cm y que no exceda los 60 cm.
- Se energiza la instalación, se deja funcionar durante 30 min para comenzar a tomar las medidas.
- Con la ayuda del luxómetro se mide la iluminancia en cada punto definido y a una altura del piso de 60 cm aproximadamente o a la altura del plano de trabajo que corresponda.
- Se recomienda evitar el paso de personas en el sector para impedir que se crean sombras y así no haya interferencia en el resultado de la medida.

## **2.10 RECOMENDACIÓN DE ILUMINACIÓN EN EL CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS**

En las áreas que forman parte del Centro Comercial Las Tapias, deben de tener un sistema de iluminación que cumplan con las condiciones de alumbrado que garantizan el buen desenvolvimiento de las actividades que allí se desarrollan. Cabe destacar que el Centro Comercial Las Tapias cuenta con áreas que tienen diferentes necesidades de iluminación, por ejemplo las tiendas necesita una buena iluminación para crear un ambiente agradable y adecuado con el fin de atraer la atención; en el área odontológica es necesaria una iluminación equilibrada para poder evaluar el trabajo correctamente y las oficinas requieren de una iluminación media; mientras que el área de cine, pasillos, escaleras, el nivel de iluminación que se requiere es bajo.

### **2.10.1 Iluminación Comercial**

La iluminación en zonas comerciales generalmente se diseña mediante un sistema de disposición de las luminarias en correspondencia con la colocación de la mercancía con el fin de resaltarlas, o también mediante la iluminación general simétricamente distribuidas, añadiendo la iluminancia específica en donde sea necesaria y garantizar en ambos diseños un ambiente agradable. En este tipo de iluminación puede ser usado como directo, indirecto o una combinación de ambos.

La iluminación directa se usa en tiendas de artículos varios, tiendas de fachadas amplias, en donde se requiere 1000 o 2000 lx, la iluminación es general, excepto en ciertas partes en donde se requiere resaltar la mercancía. Y las zonas de almacenes requieren de unos niveles más bajo. Para este tipo de iluminación se usan tubo LED, fluorescentes empotradas o adosadas.

La iluminación indirecta se usa en aquellos almacenes de bajos niveles de iluminación, por lo general menores a 300 lx. Con el fin de hacer más acogedor el ambiente, reduciendo el contraste entre el techo y las luminarias de las vitrinas o mostradores evitando las sombras producidas por dichas luminarias. Para este tipo de iluminación no se recomienda luminarias indirectas suspendidas debido a que rompen la moderna apariencia aerodinámica.

Es importante la elección del índice de rendimiento de color, en las tiendas donde el color es factor determinante y el criterio a usar en este caso, es que el alumbrado debe mostrar el artículo de la misma manera que se observará en el sitio donde se va a usar.

*Iluminación en mostradores:* Por lo general se recomienda que en las zonas de exposición la iluminación debe de ser tres a diez veces el nivel de alumbrado general. En zonas del mostrador donde su máxima actividad se despliega en sus extremos o cerca de la caja registradora se coloca de dos a cinco veces el nivel de iluminación que existe en el resto del mostrador [3].

*Iluminación de escaparate internos:* En estas zonas se debe garantizar, en la parte superior niveles de iluminación entre 300 y 750 lx. La luminaria se debe colocar en un vértice superior donde la luz de expansión como un abanico, hacia abajo [3].

*Iluminación en la exposición de artículos:* En escaparates a la altura del ojo humano se considera un nivel de iluminación de dos o tres veces superior al resto del local. En escaparates más altos los niveles que se recomienda son de tres a cinco veces. Esto con el fin de garantizar la atracción de compradores en esa zona [3].

*Iluminación en la zona de ventas:* Se recomienda el mismo nivel de iluminación y la misma calidad de alumbrado que los usado en exposición. Para tiendas de muebles y artículos de vestir se recomienda lámparas incandescentes o LED, en cambio en tiendas de prendas deportivas de exterior y pieles se suele usar lámpara fluorescentes o tubos LED blanca fría de lujo y blanca fría [3].

*Iluminación de escaparates exteriores:* Estas zonas son las más importante debido que son las que atrae y llama la atención del cliente. La calidad en este tipo de iluminación está en la excelente combinación del control de brillo, la luz y sombras. Este tipo de iluminación debe variar dependiendo de las horas del día. Durante el día los niveles de iluminación deben de ser más elevado que los usados en la noche, pues debe vencer las imágenes reflejadas de los peatones y carros que circulan por la vía y otras superficies de los alrededores. Para dominar esto se recomienda niveles de aproximadamente 5000 lx. Es común que la prolongada exposición de ciertos artículos a altos niveles de iluminación tenga pérdidas de su color por lo que generalmente se cumple que:

- El grado de decoloración es el mismo, si se trata de 1000 horas de exposición a 500 lx, o también 500 horas de exposición a 1000 lx.
- La decoloración es más rápida cuando la luz es azul y decrece gradualmente a medida que se aumente la longitud de onda.

### **2.10.2 Iluminación en oficinas**

El rendimiento de los trabajadores también depende de las condiciones ambientales en su área de trabajo, la iluminación es uno de los factores que puede favorecer de forma efectiva su desempeño a la hora de realizar sus actividades. Por eso el diseño de iluminación en las oficinas según su funcionamiento debe cumplir con ciertos objetivos con el fin de brindarles el confort y elevar la productividad del desarrollo de las actividades [3].

*Oficina tipo colmena:* Está caracterizado por el trabajo individual, de proceso sistemático y de carácter repetitivo. Estos tipos de oficina tiene un uso de 8 a 12 horas diarias, recomendando así una iluminación general, general-localizado o modularizado. Los niveles pueden variar según los acabados en paredes, mobiliario y otros componentes del local [3].

*Oficina tipo celda:* en estos tipos de oficinas se emplean para desarrollar trabajos de concentración por lo que es muy importante tener en cuenta los niveles de iluminación determinados para facilitar el trabajo sin grandes esfuerzos visuales, se recomienda una iluminación general-localizada [3].

*Oficina tipo reunión:* estas áreas son esenciales para perfeccionar el proceso de comunicación entre los equipos de trabajo. En estas no solo se encuentra las salas de reuniones especiales, sino también se incluyen las mesas de recepción, las salas de conferencias y la mesa de conferencia de instalaciones pequeñas. Aproximadamente tienen un uso de 1 a 3 horas diarias. Por consiguiente, en estas oficinas se realiza un estudio más detallado dependiendo de las necesidades de cada proyecto con el fin de obtener un mayor beneficio a las salas de reuniones [3].

*Oficina tipo club:* Para este tipo de zona se recomienda una iluminación general-localizada, pues caracteriza por la integración de la tarea de comunicación y trabajo de concentración, donde los integrantes de estos grupos multidisciplinarios se reúnen asiduamente. Además se recomienda luminarias eficientes en las áreas de mayor uso y conservar sistemas de



alumbrados para la adaptación de diferentes lugares conservando siempre el ahorro energético [3].

*Oficinas tipo Lobby:* Es un espacio compartido por los trabajadores de función representativa que sirve de transporte entre varias salas y departamentos donde la comunicación es escasa. Las actividades visuales en estas oficinas son bajas, en ellas se pueden clasificar: vestíbulos, escaleras, pasillos, comedores, cafetería, zona de espera y paso, bibliotecas y archivos [3].

**Tabla 2.2 Requerimientos técnicos de los tipos de oficinas**  
Fuente: (Moreno, 2015)

	<b>Colmena</b>	<b>Celda</b>	<b>Reunión</b>	<b>Club</b>	<b>Lobby</b>
<b>Nivel General (lux)</b>	500-1000	500-750	300-1000	300-1000	200-500
<b>Temperatura de color (K)</b>	3000-4000	3000-4000	2700-4000	2700-4000	2700-5300
<b>Rendimiento en color</b>	Ra>80	Ra>80	Ra>80	Ra>80	Ra>80
<b>Uniformidad</b>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Moderada

### 2.10.3 Iluminación consultorio dental

Las áreas de tratamiento dental requieren de una iluminación equilibrada con una buena reproducción cromática para garantizar el desarrollo óptimo de las actividades que allí se realice. Se suele combinar de la luz artificial y de la luz natural que se filtra por las ventanas. Para áreas general se recomienda de 200 a 500 lx, en áreas de bandejas de instrumentos entre 500 a 1000 lx y en la cavidad oral 5000 a 10000 lx, de esta manera la iluminación es de tipo general-localizada [6].

### 2.10.4 Iluminación salas de cine

La iluminación de la sala se compone usualmente de tres sistemas independiente:

*Iluminación decorativa:* Es usada cuando la proyección se interrumpe y sirve para mejorar el efecto decorativo de la sala. Se recomienda que la iluminación no esté a la vista de los

espectadores para así permitir que ellos se sientan cómodos y animados para entrar a la sala [7].

*Iluminación de seguridad:* En contraste con la iluminación decorativa, debe de permanecer encendida durante la proyección, con el fin de proyectar a los espectadores con respecto a donde se encuentran las salidas de la sala. Este tipo de iluminación este suministrada por una fuente independiente a la iluminación general [7].

*Iluminación de orientación:* Deberá permanecer encendida durante la proyección para permitir al público ver el camino de salida y un fácil movimiento entre los asientos, se recomienda que estén ubicadas en piso de la sala. [7]

Se recomienda que la iluminación en las salas de cine antes de la función este entre 50 a 100 lx y es de tipo de iluminación generalizada.

## 2.11 NORMA COVENIN 2249-1993. ILUMINACIÓN EN TAREAS Y ÁREAS DE TRABAJO

La norma venezolana COVENIN 2249-1993 establece los valores de iluminancia media en servicios recomendados como iluminación normal para el desempeño visual eficiente en las diversas áreas de trabajo y para tareas visuales específicas bajo condiciones de iluminación artificial [6]:.

**Tabla 2.3 Valores de iluminancia recomendadas de acuerdo con los locales del Centro Comercial Las Tapias**  
Fuente: (COVENIN, 1993)

Área	Iluminancia (lx)			Tipo de iluminación
	Mínima	Media	Máxima	
Oficinas	500	750	1000	Localizada
Sala de espera y recepción	100	150	200	General
Pasillos y escaleras	100	150	200	General
Estacionamientos	54			General
Farmacia	500	750	1000	General


**Tabla 2.3 Valores de iluminancia recomendadas de acuerdo con los locales del Centro Comercial Las Tapias (continuación).**  
Fuente: (COVENIN, 1993)

Área	Iluminancia (lx)			Tipo de iluminación
	Mínima	Media	Máxima	
Consultorio dental				
General	200	300	500	General
Bandeja de instrumento	500	750	1000	Localizada
Cavidad oral	5000	7500	10000	General-localizada
Comercio				
Área de ventas	500	750	1000	Localizada
Exhibidores	1000	3000	5000	Localizada
Comercialización	300	750	1000	Localizada
Sala de cines	50	75	150	general

## 2.12 TIPOS DE LUMINARIAS RECOMENDADAS PARA EL CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS

Para brindar un mejor confort y obtener el mejor rendimiento en el diseño de iluminación se estudian las características de las luminarias en la cual hoy en día existe numerosos tipos de luminarias que cumplen con ciertos requerimientos. Entre ellas se tienen:

**Tabla 2.3 Tipos de luminarias recomendadas de acuerdo con los locales del Centro Comercial Las Tapias**

Luminaria	Descripción de luminaria	Tipo de luminaria
	Luminarias de adosar para lámparas fluorescentes lineales, compactas o tubos LED.	Usada en iluminación general en tiendas y oficinas tipo colmena y club.

**Tabla 2.3 Tipos de luminarias recomendadas de acuerdo con los locales del Centro Comercial Las Tapias (continuación).**

Luminaria	Descripción de luminaria	Tipo de luminaria
	<p>Luminarias Directa (Downlight) de empotrar para lámparas fluorescentes, LED.</p>	<p>Usadas con óptica antideslumbramiento en oficinas tipo celda, club y colmena oficinas tipo club, celda y colmena. Además es usada como decoración en áreas de entradas, pasillos, locales comerciales.</p>
	<p>Luminarias de adosar/suspender para lámparas fluorescentes lineales, compactas o tubo LED.</p>	<p>Utilizadas para iluminación localizada en oficinas tipo club, colmenas, reunión celdas.</p>
	<p>Luminaria tipo proyector direccionable a 60° para focos LED.</p>	<p>Ideal para iluminación de escaparates, vitrinas, mostradores y tiendas</p>
	<p>Luminaria versión empotrada dirigible para LED</p>	<p>Utilizados en acentuación en centros comerciales, salas de conferencia y tiendas.</p>
	<p>Luminaria de emergencia con baterías</p>	<p>Utilizadas en salidas, escaleras de emergencia, locales y pasillos</p>

## **CAPITULO III**

### **ESTUDIO DE ENCUESTA**

La técnica de una encuesta es la recolección de datos para la investigación social y está constituida por una serie de preguntas que están dirigidas a una porción representativa de una población que en este caso es aplicada a las personas que visitan el centro comercial Las Tapias y a los que allí laboran, con la finalidad de obtener datos que pueden brindar información sobre el sentir y pensar de las personas.

En este trabajo se aplicaron dos tipos de encuesta que están constituidas por unas series de preguntas simples, la cual tiene dos o más opciones para opinar sobre el sistema de iluminación actual de centro comercial Las Tapias para así adquirir información e inquietudes.

#### **3.1 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA FINITAS E INFINITAS**

El cálculo del tamaño de la muestra finita es el conjunto de todos los elementos que tienen una característica común, es decir, cuando está delimitada pero se conoce el número que la integran. Su expresión es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{N e^2 + Z^2 P Q} \quad (3.1)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

Z: Corresponde al nivel de confianza. Lo que indica la probabilidad de que sean ciertos los resultados de la investigación.

N: Tamaño de la población o universo.

e: Error de la estimación.

P: Proporción de respuesta en una categoría.

Q: Proporción de respuestas en la otra categoría, es decir, 1-P.

La varianza mayor se da cuando  $P=Q=0$ .

El cálculo de poblaciones infinitas es cuando a pesar de estar delimitada en el espacio, no se conoce el número de elementos que la integran, por lo tanto se utiliza la siguiente expresión:

$$n = \frac{Z^2 P Q}{e^2} \quad (3.2)$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra.

Z: Corresponde al nivel de confianza. Lo que indica la probabilidad de que sean ciertos los resultados de la investigación.

P: Proporción de respuesta en una categoría.

Q: Proporción de respuestas en la otra categoría, es decir, 1-P.

La varianza mayor se da cuando  $P=Q=0.5$

e: Error de la estimación.

### **3.2 ENCUESTA DIRIGIDA A LAS PERSONAS QUE LABORAN EN EL CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS**

De acuerdo con el censo que obtiene el condominio del Centro Comercial Las Tapias hay 427 personas que día a día desarrollan trabajo en el Centro Comercial. Para saber el tamaño de la muestra se aplicó la ecuación (3.1) con un nivel de confianza de 90% ( $Z=1.65$ ) y un error de estimación de 10% se obtuvo:

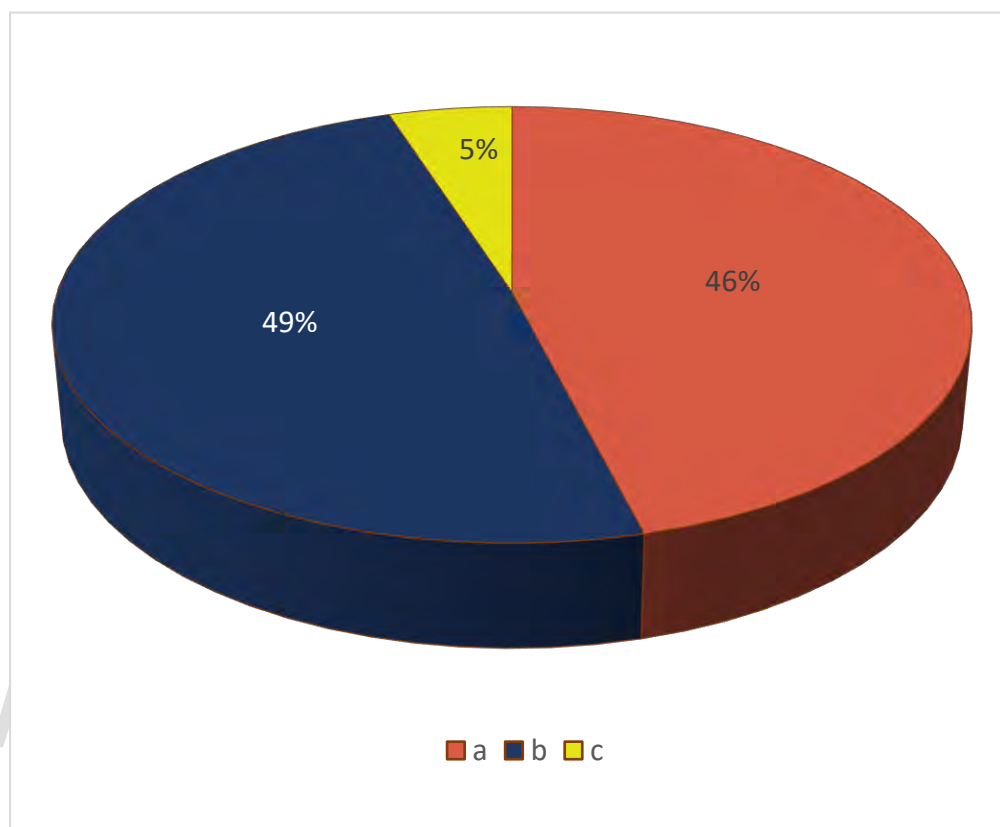
$$n = \frac{1,65^2 * 0,5 * 0,5 * 427}{427 * 0,1^2 + 1,65^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 58,71$$

De 427 personas a la cual trabajan en el Centro Comercial las Tapias, a 59 trabajadores se le aplicó la encuesta. Seguidamente se muestra los resultados obtenidos:

**1. ¿Cuál es su opinión sobre el estado en que se encuentra la iluminación en su puesto de trabajo?**

a) Buena      b) Regula      c) Mala

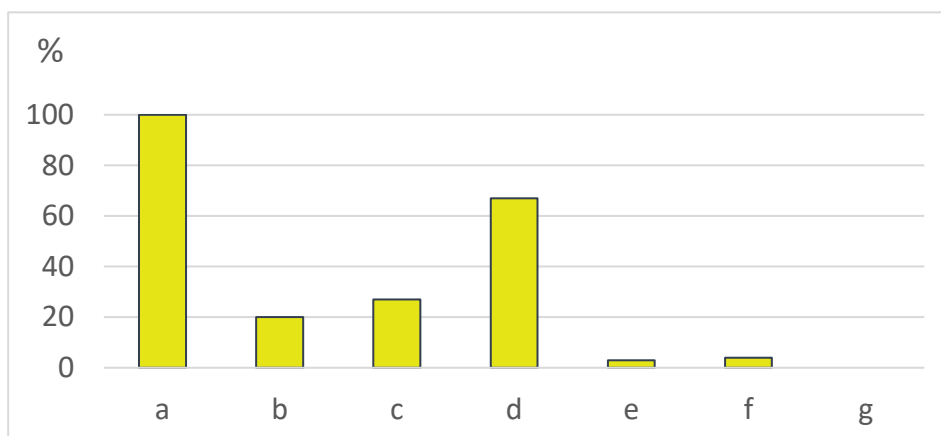


**Gráfico 3.1. Resultado de la primera pregunta de la encuesta aplicada a los trabajadores del Centro Comercial las Tapias**

Como se observa en el gráfico 3.1, el 49% que equivale a 29 personas consideran que la iluminación en su área de trabajo es regular. El 46% que corresponde a 27 personas opinan que es buena y el 5% que equivale a 3 personas piensa que es mala. Con estos resultados obtenidos se expone que la mayor parte del personal consideran que la iluminación en su área es regular por lo que debería mejorarse para evitar la fatiga ocular y para tener una mejor exhibición de los artículos.

**2. ¿Cuáles áreas del Centro Comercial Las Tapias considera usted que la iluminación es crítica? (seleccione una o varias)**

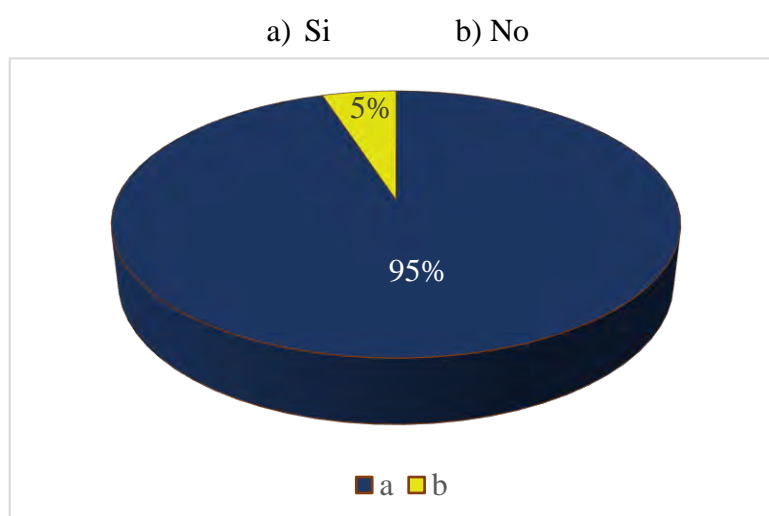
- a) Pasillos      b) Escaleras      c) Baños      d) Estacionamiento
- b) e) Locales      f) Oficinas      g) Ninguna



**Gráfico 3.2. Resultado de la segunda pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial.**

En el gráfico 3.2 se observa que el 100% (59 personas) de los trabajadores, opinan que en los pasillos la iluminación es crítica, en su mayoría expresan que estos mismo se encuentran oscuros en pleno día sobre todo los pasillos internos que no entra la luz natural por las ventanas. El 20% (12 personas) consideran que el área de las escaleras es deficiente, sin embargo la luz natural que entra por el techo del centro comercial ayuda a tener claridad durante el día. Un 27 % (16 personas) opinan que los baños tienen una mala iluminación por lo que puede ocasionar accidentes. El 67% (40 personas) consideran que el área del estacionamiento la iluminación también es crítica, haciéndolo inseguro. El 3% (2 personas) opinan que locales la iluminación es deficiente por lo que produce cansancio visual. El 4% (3 personas) consideran que en algunas oficinas es grave.

### 3. ¿En su área de trabajo ha observado lámparas en mal estado?



**Gráfico 3.3. Resultado de la tercera pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial**



Claramente en el gráfico 3.3 se puede observar que un 95% que equivale a 56 trabajadores revelan que en su área de trabajo hay lámparas en mal estado, en cambio el otro 5% (3 trabajadores) opina que en su puesto de trabajo no hay lámparas en mal estado. Por lo que estos resultados demuestran que hay falta de mantenimiento debido a que no son reemplazadas en su determinado tiempo.

#### 4. ¿El mantenimiento de las luminarias lo realizan frecuentemente?

a) Frecuentemente    b) Regularmente    c) Esporádicamente

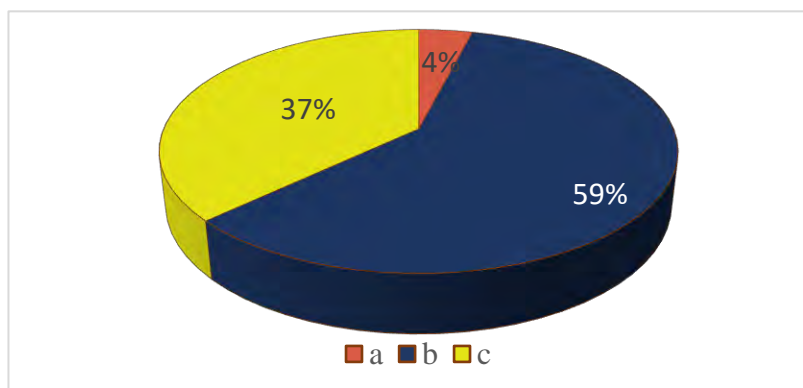


Gráfico 3.4. Resultado de la cuarta pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial

Como resultado de esta pregunta se obtuvo que el 59% (35 trabajadores) consideran que el mantenimiento de las luminarias se realiza regularmente. Un 37% (22 trabajadores) opinan que el mantenimiento se realiza esporádicamente y un 4% (2 personas) considera que se realiza frecuentemente. Es importante cuidar y mantener en buen estado las luminarias con el fin de prevenir daños y prolongar su vida útil.

#### 5. ¿En algún momento has sentido deslumbramiento o cansancio visual en su área de trabajo?

a) Si    b) No

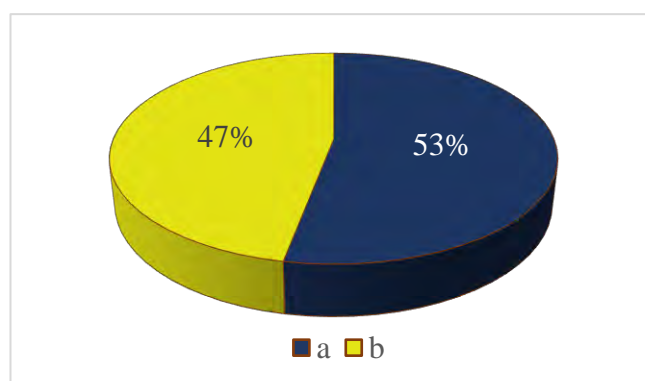


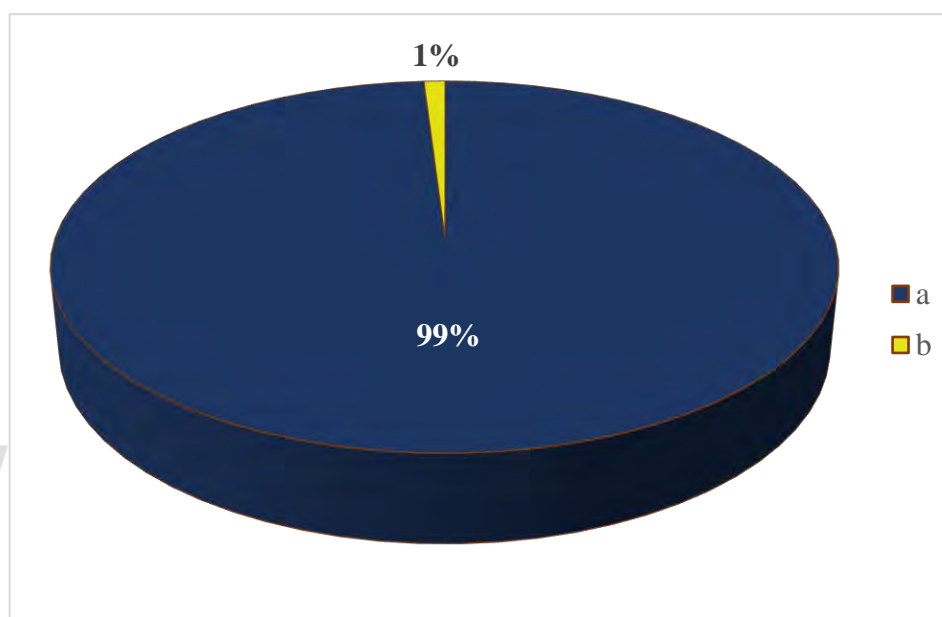
Gráfico 3.5. Resultado de la quinta pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial

El resultado dado por la respuesta cinco se muestra en el gráfico 3.5, donde un 53% de los trabajadores que equivale a 31, ha tenido cansancio visual o deslumbramiento, debido a que en su sitio de trabajo les falta lámpara y también en donde la luz natural que traspasa por las ventanas no tiene ningún apantallamiento que no permita el deslumbramiento.

**6. ¿Estaría de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación en el que permita ahorrar energía y que sea eficiente?**

a) Si

b) No



**Gráfico 3.6. Resultado de la sexta pregunta realizada a los trabajadores del centro comercial**

Como resultado de la pregunta número seis el 99% (58 personas) están de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación, que permite el ahorro de energía y brinde una buena iluminación para asegurar el confort de las personas que hacen vida en el Centro Comercial y además que garantice las condiciones necesarias para el correcto desarrollo de las actividades que se realizan. El 1% (1 persona) no está de acuerdo con un nuevo sistema de iluminación, según que con el sistema existente es suficiente y además no hay los recursos económicos necesarios para el aporte.

### **3.3 ENCUESTA DIRIGIDA A LAS PERSONAS QUE VISITAN EL CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS**

En el Centro Comercial las Tapias día a día cantidades de personas lo visitan por lo que no se obtiene el valor exacto de esa cantidad. Para saber el tamaño de la muestra en este caso

se aplicó la ecuación (3.2) donde se utilizó un nivel de confianza del 90% ( $Z=1.65$ ) con un error de estimación del 10 %. Obteniendo una muestra de población de:

$$n = \frac{1,65^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2}$$

$$n = 68,06$$

Por consiguiente la encuesta fue aplicada a 68 usuarios. Las preguntas formuladas se muestran en la tabla 3.1, que además se encuentra el análisis de las opiniones en la cual son tabuladas.

**Tabla 3.1 Encuesta dirigidas a las personas que visitan el Centro Comercial Las Tapias**

PREGUNTA	OPCIONES DE LOS ENCUESTADOS	RESULTADOS	
		Opinión de los encuestados	% de Opinión
1. ¿Cómo evaluaría Usted la iluminación dentro del Centro Comercial Las Tapias?	Buena	5	7%
	Regular	44	65%
	Mala	19	28%
2. ¿Has sentido deslumbramiento o cansancio visual en algunas instalaciones del Centro Comercial Las Tapias?	Si	9	13%
	No	59	87%
3. ¿Has observado usted lámparas quemadas o en mal estado dentro del Centro Comercial Las Tapias?	Si	68	100%
	No	0	0%
4. ¿Qué cree usted que es el causante de la deficiencia en el sistema de iluminación del Centro Comercial?	Lámparas dañadas	52	76%
	Falta de mantenimiento	14	21%
	Las luminarias no son las apropiadas	2	3%
	ninguna	0	0%

**Tabla 3.1 Encuesta dirigidas a las personas que visitan el Centro Comercial Las Tapias, (continuación).**

PREGUNTA	OPCIONES DE LOS ENCUESTADOS	RESULTADOS	
		Opinión de los encuestados	% de Opinión
5. Seleccione una o varias áreas del Centro Comercial que considera Usted que la iluminación es crítica.	Pasillos	68	100%
	Escaleras	14	20%
	Locales	0	0%
	Baños	12	17%
6. ¿Estarías de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación en el Centro Comercial Las Tapias?	Si	68	100%
	No	0	0%

Plasmado los resultados de la encuesta en la tabla 3.1 se observa en la pregunta 1, el 7% de las personas encuestada estima que es buena la iluminación dentro del Centro Comercial Las Tapias, el 65% consideran que la iluminación es regular y el 28% califica que la iluminación es mala. Por lo que es recomendable corregir el sistema de iluminación para así prestar un buen servicio y ofrecer un mejor bienestar a las personas que visitan el lugar.

En el análisis de la pregunta 2 se obtuvo que el 100% de las personas encuestada opinan que en las áreas del centro comercial varias lámparas se encuentran quemadas y en mal estado. Por consiguiente es necesario que las reemplacen para brindar un buen servicio.

Como resultado de la pregunta 3 se obtuvo que el 87% de las personas encuestadas opinan que no han sentido deslumbramiento o cansancio visual en ninguna área del centro Comercial debido a que varias áreas se encuentran sin iluminación, en cambio el 13% han sentido cansancio visual.

Con respecto a la pregunta 4, el 76% de las personas encuestadas consideran que la deficiencia del sistema de iluminación es porque la mayoría de las lámparas se encuentran dañadas. El 21% estiman que es por falta de mantenimiento y 3% opinaron que es porque no se usan las luminarias apropiadas para el área. Por lo que es necesario hacer el correcto mantenimiento y reemplazar las lámparas dañadas para brindar una mejor seguridad y bienestar de los usuarios.

En la pregunta 5, el 100% de las personas encuestadas consideran que los pasillos del Centro Comercial las Tapias la iluminación está crítica, el 20% opinan que el área de las escaleras es necesario una mejor iluminación sobre todo en las horas de la tarde. Y el 17% consideran que los baños deben tener una buena iluminación para que no ocurran accidentes.

Por último en la pregunta 6 se obtuvo que 100% de las personas encuestada expresaron que están de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación que cumpla con los requerimientos con el fin de que el Centro Comercial de Las Tapias tenga un ambiente agradable.

[www.bdigital.ula.ve](http://www.bdigital.ula.ve)

## **CAPITULO IV**

# **ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS**

A continuación, se especifica cada detalle del estado actual del sistema de alumbrado, como el tipo de luminaria y el nivel de iluminación que existe en cada una de las áreas del Centro Comercia Las Tapias.

Para el estudio se utilizó el instrumento digital de medición luxómetro para determinar la iluminancia real de cada una de las áreas que conforman el Centro Comercial, en la cual se define los puntos de medición a una distancia de 50 cm entre punto y punto formando así una malla, tomando en cuenta un plano de trabajo de 60 cm de altura del nivel del piso.

A la hora de realizar las mediciones se recolectaron datos de cada detalle de las áreas como el color de las paredes, techo, piso, tipos de luminarias, número de lámparas instaladas, potencia instalada, potencia en uso, ubicación de las puertas y ventanas, como también el mobiliario.

Finalmente, con los puntos obtenidos se procede a obtener un promedio de la iluminancia en cada una de las áreas del centro comercial por medio de la ecuación 2.4, en el cual es comparada con los niveles de iluminancia especificado por la norma COVENIN 2249-1993 con el fin de decretar si cumplen o no, con lo establecido.

En el Centro Comercial Las Tapias posee un sistema de iluminación con lámparas de tubos fluorescentes color blanco y bombillos ahorradores entre 6 W hasta 60 W, de marcas como General Eléctrica, Sylvania, Philips y Osram.

## 4.1 PLANTA BAJA

La zona de planta baja cuenta con diferentes áreas que ofrecen diversas actividades para satisfacer al cliente. Las cuales son:

### 4.1.1 Banco de Venezuela

Tiene un área de 238,43 m<sup>2</sup> dispone de luminarias de lámparas especulares fluorescentes de 3x32 W T8 marca General Electric, luminarias Spot de 7 W y luminarias Downlight de 2x25 W. Los niveles de iluminación que recomienda la norma COVENIN 2249-1993 para esta área están comprendidos entre los 500 lx hasta los 1000 lx, donde la iluminancia media es de 750 lx [6].

**Tabla 4.1. Características de medición Banco de Venezuela**

FECHA Y HORA DE MEDICIÓN	26 de Julio del 2018. 3:30 pm
TIPO DE LUMINARIA Y LAMPARA	4 Luminarias especulares de 3 tubos fluorescentes de 32 W T8, 16 luminarias Spot 7W, 64 Downlight de 2x25 W
NUMERO DE LUMINARIAS	84
NUMERO DE LÁMPARAS	156
POTENCIA INSTALADADA	3696 W
POTENCIA EN USO	977 W
NÚMERO DE PUNTOS MEDIDOS	198
ILUMINANCIA MÁXIMA	200 lx
ILUMINANCIA MEDIA	105,2 lx
ILUMINANCIA MÍNIMA	34 lx

Como se puede observar en la tabla 4.1 que los niveles de iluminación no cumplen con las Norma COVENIN 2249-1993, a pesar de que posee iluminación natural. Por lo que se recomienda que se mejore la iluminación para así generar un mejor bienestar.

### 4.1.2 Otros establecimientos

**Tabla 4.2. Características de medición de otros establecimientos**

Establecimiento	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Pantrys	21/7/18 4:10 pm	Blanco/ Ladrillo Beige Blanco	27 de 18W 12 de 32W	32	75	282	500-1000

**Tabla 4.2. Características de medición de otros establecimientos (continuación).**

Establecimiento	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	N° de luminaria	N° de lámpara en buen estado	N° de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Bisutería: En Voga Accesorios	21/7/18 4:50 pm	Blanco/ Amarillo Blanco Blanco/ amarillo	12 de 18W 12 de 20W	15	54	106,2	500-1000
Fruller	22/7/18 2:50 pm	Beige Gris claro Blanco	6 de 3x32W	13	24	287,03	500-1000
Sierra Cream	22/7/18 10:30 Am	Rosa claro Gris Verde/ Blanco	2 de 2x18W 2 de 32 W 5 de 5W	7	8	196,12	500-1000
Helatos	22/7/18 11:00 Am	Blanco Verde Blanco	3 de 2x18W 2 de 18W 1 de 32W	5	15	187,98	500-1000
Banco Mercantil	25/7/18 3:30 pm	Blancas Beige Blanco	24 de 3x40W	60	125	278,41	500-1000
Click Online	26/7/18 4:40 pm	Beige/ Turquesa Blanco Gris	12 de 18W 2 de 3x40W 2 de 20W	20	50	341,23	300-1000
Farmacia Express Vielm c.a	08/9/18 3:30 pm	Blanco Blanco Blanco	5 de 3x32W	5	32	118	500-1000
Tienda de ropa: Marka's c.a	21/7/18 2:40 pm	Beis/negro Beige Blanco	16 de 20W 12 de 5W	22	105	198,2	500-1000

Los establecimientos poseen bombillos ahorradores fluorescentes de 17W, luminarias de 3 tubos fluorescentes entre 32W y 40W, como también lámparas dicroicas de 20W y en la tabla 4.2 se puede observar que en la mayoría de los locales no cumplen con los valores establecidos por la norma COVENIN 2249-1993, por lo que se recomienda mejorar el sistema de iluminación, con el fin de alcanzar los valores recomendando y así garantizar una buena condición de trabajo y ventas de productos.

#### **4.2 PLANTA NIVEL 1**

Está conformada por tiendas de ropa, las cuales brindan una gran variedad entre lo casual y vestir, aparte de vender se puede encontrar una para alquiler de ropa, siendo eso útil para



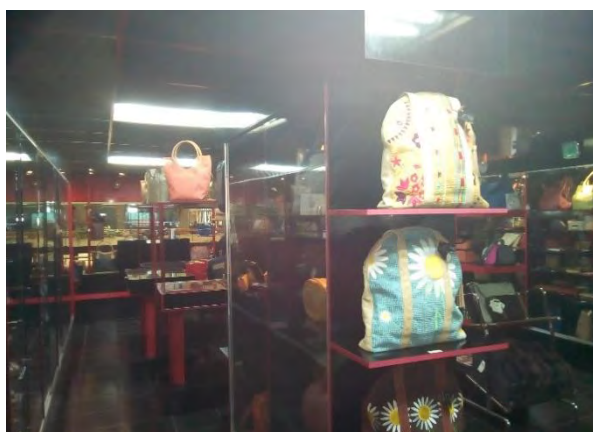
una gran diversidad de personas. La norma COVENIN 2249-1993 establece que para el área del comercio como: en área de venta que el nivel de iluminación este entre 500 a 1000 lx, en comercialización entre 300 a 1000 lx y en exhibidores de 1000 a 5000 lx [6]:.

#### 4.1.2 Tienda: Poker'S.

**Tabla 4.3. Características de medición de la tienda Poker'S**

FECHA Y HORA DE MEDICIÓN	26 de julio del 2018. 4:25 pm
TIPO DE LUMINARIA Y LÁMPARA	6 Luminarias de 3 tubos fluorescentes de 32 W T8, 9 lámparas ahorrador de 5W
NÚMERO DE LÁMPARAS	18 tubos fluorescente y 9 lámpara ahorrador
NÚMERO DE LÁMPARAS BUENAS	19
POTENCIA INSTALADADA	621 W
POTENCIA EN USO	392 W
NÚMERO DE PUNTOS MEDIDOS	60
ILUMINANCIA MÁXIMA	285,91 lx
ILUMINANCIA MEDIA	198,2 lx
ILUMINANCIA MÍNIMA	95 lx

Su área es de 54.8 m<sup>2</sup>, la descripción de la tienda es la siguiente: Techo negro con rojo, piso negro con rojo y paredes con estanterías de madera y color negro. Para tiendas el nivel de iluminación que recomienda la norma COVENIN 2249-1993 es de tipo localizada que va de un rango de 300 lx a 1000 lx, y en la parte de exhibidores entre 1000 y 5000 lx. Como se muestra en la tabla 4.3 los niveles de iluminación no se encuentran dentro del rango establecido por la norma, lo que se sugiere que mejoren el sistema de iluminación para obtener una mejor exhibición de los productos de tal forma que atraiga la atención del cliente.



**Figura 4.2 Tienda Poker'S c.a**

#### 4.2.1 Otros locales

**Tabla 4.4. Características de medición de los locales**

Establecimiento	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Mercedes	25/7/18 4:30 pm	Marrón/ blanco/ verde losa blanca blanco	24 de 20W 7 de 5W	16	85	76	500-1000
Mini tienda la esquina	25/7/18 4:47 pm	Blanco Rosado Blanco	6 de 8W 3 de 3x40W 3 de 40W	8	12	305,85	500-1000
Grupo Hobby and Toys C.A	25/7/18 5:10 pm	Madera/ Blanco Blanco Blanco	24 de 3x32W	10	576	328,26	500-1000
Baróns	25/7/18 5:50 pm	Beige Gris Beis	9 de 3X32W 12 de 5W	22	142	241,98	500-1000
T' vestimos	26/7/18 4:50 pm	Negro Blanco/ Amarillo	6 de 25 W 15 de 5W	21	38	131,36	500-1000

### 4.3 PLANTA NIVEL 2

#### 4.3.1 Multicine Las Tapias

El cine cuenta con tres salas donde dos tienen un área de 345 m<sup>2</sup> y una de 690 m<sup>2</sup>. Además cuenta espacios de ventas de boletos con un área de 3,39 m<sup>2</sup>, de refrigerios de 29,20 m<sup>2</sup> y pasillo de espera de 120 m<sup>2</sup>. En las salas de cine dispone de lámparas incandescentes de 20W y dicróicas de 17 W. En las otras áreas posee luminarias especulares de 3x32W.

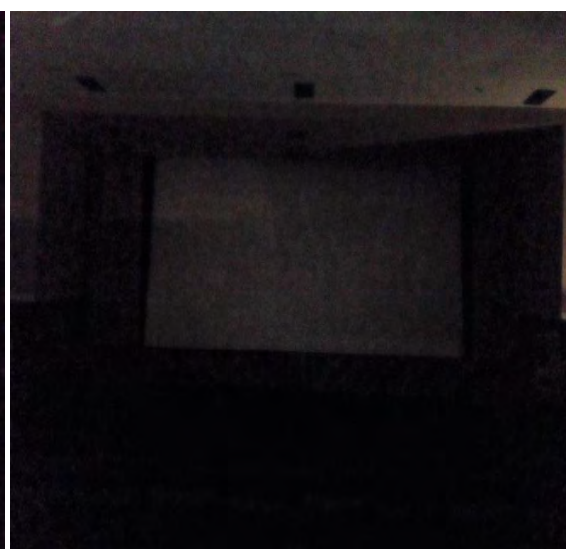
**Tabla 4.5. Características de medición de Multicine las Tapias**

Área	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Sala 1	04/09/18 4:00 pm	Beis/negro/ Vinotinto/ Vinotinto Beis	6 de 20W	1	158	0,02	50-150

**Tabla 4.5. Características de medición de Multicine las Tapias (continuación).**

Área	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	N° de luminaria	N° de lámpara en buen estado	N° de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomen- dada (lx)
Sala 2	04/09/18 4:00 pm	Beis/negro/ Vinotinto/ Vinotinto Beis	6 de 20W	1	158	0,02	50-150
Sala 3		Beis/madera Vinotinto Beis	11 de 20W 24 de 18W	2	460	0,07	50-150
Área de venta de boletos		Azul Blanco/ Vinotinto Blanco	1 de 3x32W	1	6	33,15	300-1000
Área de venta de refrigerio		Azul Blanco/ Vinotinto Blanco	7 de 3x32W	7	20	267	300-1000
Área de espera		Azul Blanco/ Vinotinto Blanco	8 de 3x32W	20	87	289,2	100-200

En la tabla 4.5 se puede observar que las salas del cine no cumplen con la norma COVENIN 2249-1993. Es necesario que la iluminación en las salas esté alrededor del rango recomendado con el fin de que los usuarios puedan observar por donde desplazarse tanto en la hora de entrada como en la salida para evitar algún accidente, por lo que se recomienda un mejor sistema de iluminación.

**Figura 4.3a Sala 1 del cine las Tapias****Figura 4.3b Sala 3 del cine las Tapias**

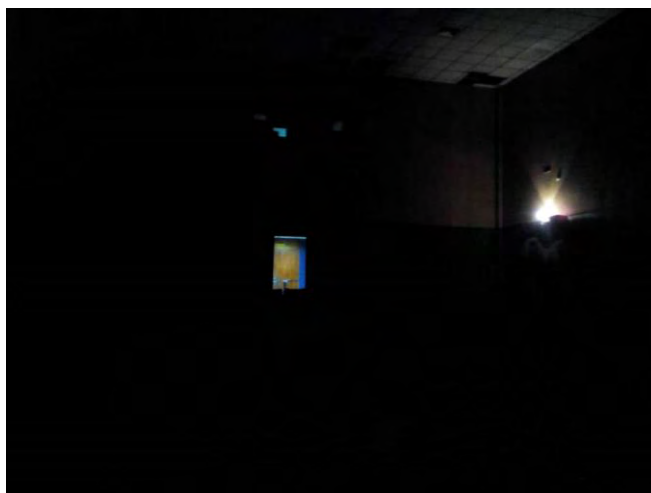


Figura 4.3c Sala 2 del cine las Tapias

### 4.3.2 Consultorio de odontología

Esta área ofrece tratamiento para pacientes que requieren de algún tipo de restauración dental. Esta dividido en tres zonas; el lugar de espera que tiene un área 12,42 m<sup>2</sup>, el consultorio de 6,20 m<sup>2</sup> y el lugar donde el odontólogo realiza su trabajo con un área de 4 m<sup>2</sup>, el cual cuenta con un sillón odontológico, la cual consta de una lámpara de luz intraoral de alta intensidad, con superficie cóncava con alto poder de reflexión que concentra el haz de luz en el interior de la cavidad oral, esta lámpara es halógena de 50 W con brazo articulado orientable.

Tabla 4.6. Características de medición de odontología

Área	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminari a	Nº de lámpar a en buen estado	Nº de puntos medido s	Ilumi- nanci a media (lx)	Iluminanci a recomen- dada (lx)
Área de espera	27/09/1 8 3:30 pm	Rojo/blanc o Blanco Blanco	3 de 3x32W	4	16	160	200-500
Consultori o		Blanco Blanco blanco	1 de 3x32W	1	12	31,8	500-1000
Lugar de trabajo del odontólogo		Blanco Blanco blanco	1 de 32 W	1	9 4	L 198 GL 533	500-100 5000-10000

Los valores obtenidos en la tabla 4.6 muestra que los niveles de iluminación no se encuentran dentro del rango que establece la norma COVENIN 2249-1993, por lo que se recomienda mejorar la iluminación para garantizar un adecuado tratamiento y diagnóstico del paciente.

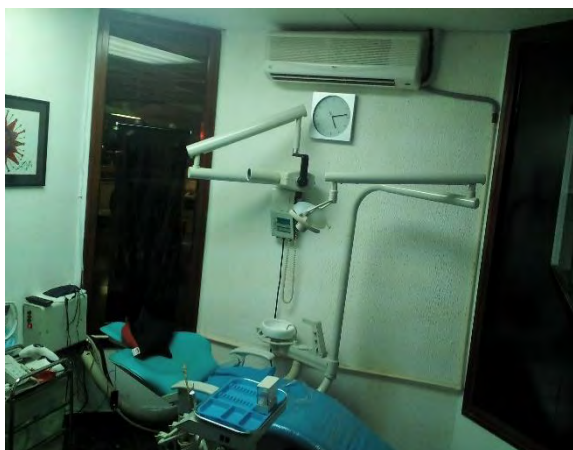


Figura 4.4a Área de trabajo del odontólogo

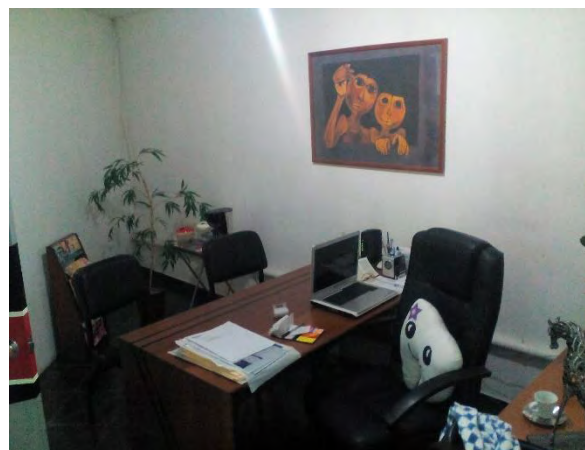


Figura 4.4b Consultorio

### 4.3.3 Otros locales

Tabla 4.7. Características de medición de otros locales de planta nivel 2

Establecimiento	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Sonido impacto	04/09/18 2:35 pm	Beis Negro Azul/beis	20 de 5W 9 de 2x18W 4 de 4x40W	19	30	97,36	500-1000
Anexo sonido impacto	04/09/18 2:42 pm	gris/ventana negro azul	11 de 5W 2 de 4x40W	13	9	80,77	300-1000
Peluquería Franyer	04/09/18 5:10 pm	Blanco Blanco Blanco	7 de 3x32W 15 de 20W	22	50	205,12	500-1000
Menta's spa	29/09/18 4:45pm	Blanco/azul Gris Blanco	7 de 3x32W 1 de 18 W	8	28	172,38	500-1000
Pip's Video juegos	29/09/18 4:10 pm	Gris/ Amarillo Gris Blanco	5 de 3x18W	10	30	79	300-1000

## 4.4 PLANTA NIVEL 3

### 4.4.1 Oficinas

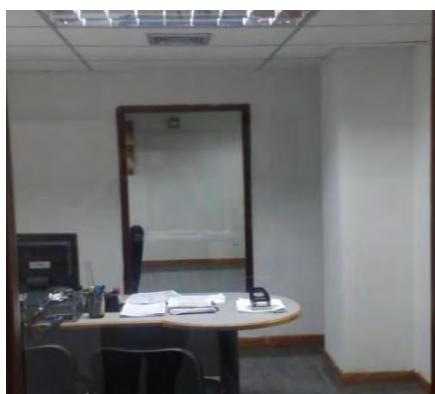
#### *Seguros Los Andes*

Está conformado por una recepción, 4 cubículos, dos áreas de atención al cliente y una sala de reuniones.

**Tabla 4.8 Características de medición Seguros Los Andes**

Sitio	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	N° de luminaria	N° de lámpara en buen estado	N° de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Recepción	27/9/18 2:00pm	Blanco/ Verde Gris Blanco	4 de 3x32W	8	49	249,37	200-500
Cubículo 1		Blanco/ Verde Gris Blanco	1 de 3x32W	2	18	201	500-1000
Cubículo 2		Blanco Gris Blanco	1 de 3x32W	3	9	322	500-1000
Cubículo 3		Blanco/ Verde Gris Blanco	3 de 3x17W	6	10	184	500-1000
Cubículo 4		Blanco/ Verde Gris Blanco	1 de 3x32W	3	12	318,01	500-1000
Sala de reuniones		Blanco/ Verde Gris Blanco	4 de 3x32W	8	30	158,97	200-500
Áreas de atención al público		Blanco/ Verde Gris Blanco	2 de 18W 1 de 3x32W	3	12	83	500-1000

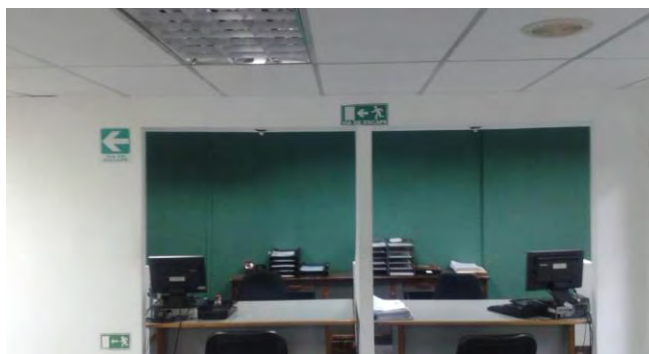
En la tabla 4.8 se puede observar que las oficinas, los niveles de iluminancia no cumplen con los valores establecidos por la norma COVENIN 2249-1993. Se sugiere que el sistema de iluminación en esas zonas mejore para aumentar el rendimiento de las personas que allí laboran. El tipo de luminarias usadas son 3x32W y 3x17W T8.



**Figura 4.5a Cubículo 2**



**Figura 4.5b Cubículo 3**



**Figura 4.5c Áreas de atención al cliente**

### *Oficina del Condominio*

Su área es de 81.2 m<sup>2</sup>, está conformado por tres espacios: oficina 1, oficina 2 y el área de atención al cliente.

**Tabla 4.9 Características de medición oficina de Condominio**

Áreas	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomen- dada (lx)
Oficina 1	06/11/18 11:45 am	Beis/ Marrón Beis Blanco	1 de 4x32W	2	9	107,33	500-1000
Oficina 2		Beis/ Marrón Beis Blanco	2 de 4x32W	8	18	417,2	500-1000
Atención al cliente		Beis/Marrón Beis Blanco	3 de 4x32W	6	20	102	500-1000

### **4.4.2 Otros locales**

**Tabla 4.10 Características de medición de locales de planta nivel 3**

Estable- cimiento	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomen- dada (lx)
BVS Cyber c.a	29/09/18 3:15 pm	Blanco Blanco Blanco/ amarillo	10 de 3x32W 10 de 20W 2 de 25W	40	55	518,14	500-1000
Mousalii Software & Hardware	27/09/18 2:50 pm	Beis Marrón Blanco	5 de 3x32W	5	35	67,23	500-1000

## 4.5 PASILLOS Y ESTACIONAMIENTO

La norma COVENIN 2249-1993 recomienda para estas áreas un nivel de iluminación que este entre los 100 a 200 lx [6].

**Tabla 4.11 Características de medición de los pasillos del centro Comercial**

Pasillos	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomen- dada (lx)
<b>Planta baja</b>							
Ala izquierda 1	22/10/18 2:55pm	Beis Granito Plateado	20 de 2x18W	10	138	36,4	100-200
Ala izquierda 2	22/10/18 3:42 pm	Beis Granito Plateado	20 de 2x18W	6	138	22,85	100-200
Ala izquierda 3	22/10/18 5:15 pm	Beis Granito Plateado	16 de 2x18W	8	83	64,32	100-200
superior	22/10/18 3:22 pm	Beis Granito Plateado	24 de 2x18W 12 de 2x32W	9	73	69,54	100-200
Medio	22/10/18 5:00 pm	Beis Granito Plateado	24 de 2x18W 12 de 2x32W	6	41	82,31	100-200
Inferior	22/10/18 5:28 pm	Beis Granito Plateado	24 de 2x18W 12 de 2x32W	10	73	74,59	100-200
Lateral izquierdo	22/10/18 4:10 pm	Beis Granito Plateado	28 de 2x18W 12 de 2x32W	15	145	69,03	100-200
Lateral derecho	22/10/18 5:50 pm	Beis Granito Plateado	28 de 2x18W 12 de 2x32W	13	145	41,96	100-200
Entrada posterior	22/10/18 6:35 pm	Beis Granito Plateado	2 de 2x18W	2	20	58,10	100-200
Entrada lateral derecho	22/10/18 6:17pm	Beis Granito Plateado	2 de 2x18W	2	18	62,1	100-200
Entrada inferior	22/10/18 6:45 pm	Beis Granito Plateado	2 de 2x18W	2	18	38,92	100-200



**Tabla 4.11 Características de medición de los pasillos del centro Comercial (continuación).**

Pasillos	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomen- dada (lx)
<b>Planta Nivel 1</b>							
Ala izquierda 1	23/10/18 3:45pm	Beis Granito Verde claro	20 de 2x18W	8	138	25,12	100-200
Ala izquierda 2	23/10/18 5:55 pm	Beis Granito Verde claro	20 de 2x18W	4	138	20,85	100-200
Ala izquierda 3	23/10/18 5:13 pm	Beis Granito Verde claro	16 de 2x18W	8	83	64,78	100-200
Superior	23/10/18 4:58 pm	Beis Granito Verde claro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	4	73	58,1	100-200
Medio	23/10/18 6:10 pm	Beis Granito Verde claro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	3	41	32,12	100-200
Inferior	23/10/18 4:15 pm	Beis Granito Verde claro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	13	73	76,46	100-200
Lateral izquierdo	23/10/18 5:32 pm	Beis Granito Verde claro	28 de 2x18W 12 de 2x32W	13	145	46,73	100-200
Lateral derecho	23/10/18 4:40 pm	Beis Granito Verde claro	28 de 2x18W 12 de 2x32W	14	145	67,34	100-200
<b>Planta Nivel 2</b>							
Ala izquierda 1	24/10/18 4:10 pm	Beis Granito Verde claro	20 de 2x18W	5	138	23,10	100-200
Medio	24/10/18 6:21 pm	Beis Granito Verde claro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	4	41	32,89	100-200
Ala izquierda 3	24/10/18 5:30 pm	Beis Granito Verde claro	16 de 2x18W	5	83	51,28	100-200

**Tabla 4.11 Características de medición de los pasillos del centro Comercial (continuación).**

Pasillos	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomen- dada (lx)
Superior	24/10/18 5:19 pm	Beis Granito Verde claro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	2	73	20,09	100-200
Inferior	24/10/18 4:26 pm	Beis Granito Verde claro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	4	73	41,76	100-200
Lateral izquierdo	24/10/18 5:46 pm	Beis Granito Verde claro	28 de 2x18W 12 de 2x32W	9	145	39,12	100-200
Lateral derecho	24/10/18 4:45 pm	Beis Granito Verde claro	28 de 2x18W 12 de 2x32W	11	145	62,12	100-200
<b>Planta Nivel 3</b>							
Ala izquierda 1	24/10/18 5:05pm	Beis Granito Verde oscuro	20 de 2x18W	10	138	49,89	100-200
Ala izquierda 3	24/10/18 6:45 pm	Beis Granito Verde oscuro	16 de 2x18W	1	83	6,67	100-200
Superior	24/10/18 6:11 pm	Beis Granito Verde oscuro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	3	73	12,57	100-200
Medio	24/10/18 7:00 pm	Beis Granito Verde oscuro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	3	41	18,53	100-200
Inferior	24/10/18 5:28 pm	Beis Granito Verde oscuro	24 de 2x18W 12 de 2x32W	5	73	23,18	100-200
Lateral izquierdo	24/10/18 4:38 pm	Beis Granito Verde oscuro	28 de 2x18W 12 de 2x32W	12	145	60,98	100-200
Lateral derecho	23/10/18 5:47 pm	Beis Granito Verde oscuro	28 de 2x18W 12 de 2x32W	14	145	62,12	100-200

**Tabla 4.11 Características de medición de los pasillos del centro Comercial (continuación).**

Sitio	Fecha Hora	Color de: Pared Piso Techo	Nº de luminaria	Nº de lámpara en buen estado	Nº de puntos medidos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomen- dada (lx)
<b>Sótano</b>							
Estacio- namiento	06/11/18 10:30am	Gris Gris Gris	60 de 32W 21 de 12W 4 de 2x18W 1 de 18W	23	3380	15	100-200

Como se puede observar en la tabla 4.11. que el promedio de los niveles de iluminación en los pasillos y estacionamiento del Centro Comercial Las Tapias ninguno cumple con los requerimientos de la norma COVENIN 2249-1993, a pesar de que en los pasillos que rodea el patio central cuenta con luz natural que provienen de las áreas abiertas. Por lo que se recomienda mejorar la iluminación para evitar algún tipo de incidentes por esta causa. Cabe destacar que las luminarias utilizadas para estas áreas son empotradas de 2 tubos fluorescentes de 18W T8 y 32 W T8, y en el estacionamiento hay lámparas circulares fluorescentes, bombillos LED y tubos fluorescentes de 18W T8.

#### 4.7 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

Para obtener la demanda del sistema de iluminación actual del Centro Comercial Las Tapias, es necesario sumar las potencias de cada una de las lámparas instaladas. A continuación en la tabla 4.12 se muestra la carga conectada del sistema de iluminación del Centro Comercial Las Tapias.

**Tabla 4.12 Carga conectada por iluminación**

Tipo de Lámpara	Nº de lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia total (W)
Tubo fluorescente	114	40	4560
Tubo fluorescente	864	32	27648
Tubo fluorescente	9	17	153
Tubo fluorescente	1423	18	25614
Tubo fluorescente	6	8	48
Tubo circular fluorescente	61	32	1952
Dicroica	12	20	240

**Tabla 4.12 Carga conectada por iluminación (continuación).**

Tipo de Lámpara	Nº de lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia total (W)
Bombillo ahorrador	95	18	1710
Bombillo ahorrador	65	20	1300
Bombillo ahorrador	136	25	3400
Bombilla LED	21	12	252
Proyector	2	18	36
Bombillo ahorrador	91	5	455
Led Spot	16	7	112
Bombillo incandescente	19	20	380
<b>Total</b>			67860

Sabiendo la carga conectada, se procede a calcular la demanda máxima por medio de la siguiente ecuación:

$$D_{max} = F_{dem} * cargaconetada [W] \quad (4.1)$$

Donde:

Fdem: Factor de demanda

Carga conectada: Luminarias Instaladas [W].

La iluminación en centro comerciales debe estar activa por largos periodos de tiempo, por lo que usará un factor de demanda de 100%. Al utilizar la ecuación (4.1), se obtiene:

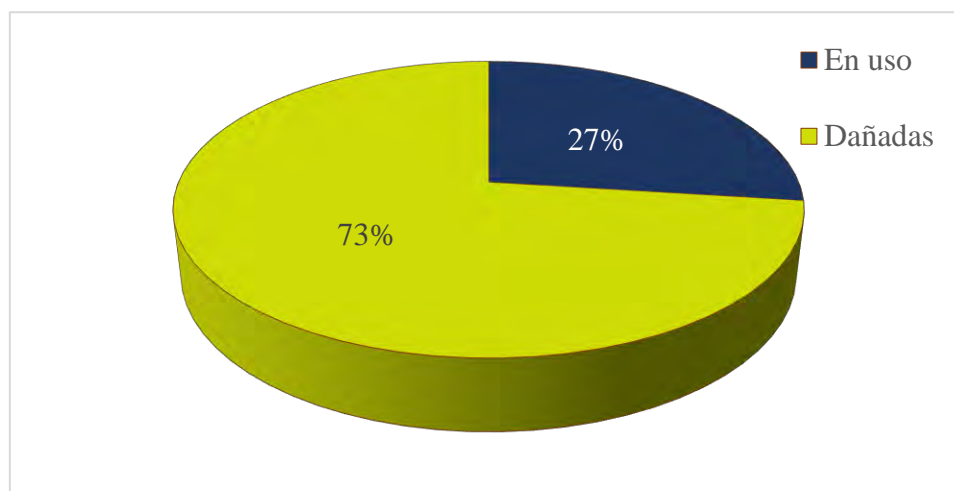
$$D_{max} = 1 * 67860 (W)$$

Por lo tanto, para obtener el valor actual de la demanda máxima en Voltio-Ampere se utiliza la ecuación (4.2) con un factor de potencia de 0,9.

$$D_{max} = \frac{D_{max}(W)}{f.p} \quad (4.2)$$

$$D_{max} = \frac{67860 W}{0,9} = 75400 VA$$

#### 4.7.1 Cantidad de lámparas usadas actualmente en el Centro Comercial



**Gráfico 4.1** Porcentaje del estado de las lámparas

En el Centro Comercial Las Tapias actualmente se encuentra instaladas 2934 lámparas, de las cuales como se muestra en el gráfico 4.1 el 27% que equivale a 781 lámparas son las que se encuentran en uso, mientras que 73% que pertenece al 2153 lámparas se encuentra dañadas, lo que ocasiona que la iluminancia en este centro comercial sea deficiente, por lo tanto se recomienda una nueva propuesta de alumbrado que permita la utilización de tecnología LED y el ahorro de energía para optimizar la iluminación para este recinto.

#### 4.7.2 Índice de Eficiencia Energética de algunas áreas del sistema actual de alumbrado del Centro Comercial Las Tapias

Para el cálculo del índice de Eficiencia Energética se utilizó la ecuación 2.6

**Tabla 4.13** Índice de eficiencia energética

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (Lx)	IEE (W/ m <sup>2</sup> ) instalado	IEE (W/ m <sup>2</sup> ) En uso
Fuller	28	576	416	287,03	7,17	5,18
Barco Mercantil	80	2880	2400	278,41	12,49	10,78
Sierra Cream	12	161	113	196,12	6,84	4,8
Helatos	24	176	102	187,98	3,90	2,26
Banco de Venezuela	238,43	3696	977	105,2	14,73	3,89
Click Online	56	506	477	341,23	2,65	2,49
Marka's	48,63	240	230	198,2	2,49	2,06

Tabla 4.13 Índice de eficiencia energética (continuación).

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (Lx)	IEE (W/ m <sup>2</sup> ) instalado	IEE (W/ m <sup>2</sup> ) En uso
Farmacia express Vielm c.a	32,15	480	160	118	12,65	4,21
Pantrys	44,66	870	709	282	6,90	5,63
Bisutería: En Voga Accesorio	32,49	456	270	106,2	13,22	7,83
Poker'S	55,26	621	392	198,2	5,67	3,58
Mercedes	46,89	275	255	76	7,71	7,16
Mini Tienda la esquina	23	528	286	305,85	7,51	4,07
Grupo Hobby and Toys C.A	587,9	2736	380	328,26	1,42	0,19
Baróns	81,99	924	488	241,98	4,66	2,45
T'vestimos	21,83	225	225	131,36	7,85	7,85
Multicine						
Sala 1	300	120	20	0,02	2000	333,33
Sala 2	300	120	20	0,02	2000	333,33
Sala 3	600	652	36	0,07	1552,38	85,71
Áreas de venta de boletos	2,39	96	32	33,15	121,17	40,38
Área de venta de refrigerio	29,20	672	224	267	8,61	2,87
Área de espera	120	768	640	289,2	2,21	1,84
Consultorio de odontología						
Área de espera	16	288	128	160	11,25	5
Consultorio	7,2	96	32	31,8	41,93	13,98
Lugar de trabajo del odontólogo	5	32	32	198	3,23	3,23
Sonido impacto	31,11	1064	235	97,36	35,13	7,56
Anexo Sonido impacto	21,68	375	205	80,77	21,42	11,71
Peluquería Franyer	40,67	897	572	205,12	10,75	6,86
Menta's spa	56,20	689	241	172,38	7,11	2,48

**Tabla 4.13 Índice de eficiencia energética (continuación).**

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (Lx)	IEE (W/ m <sup>2</sup> ) instalado	IEE (W/ m <sup>2</sup> ) En uso
Pip's Video juegos	38,89	270	180	79	8,79	5,85
<b>Seguro Los Andes</b>						
<b>Recepción</b>	28,17	384	256	249,37	5,67	3,77
<b>Cubículo 1</b>	21,43	96	64	201	2,22	1,48
<b>Cubículo 2</b>	7,5	96	96	322,21	3,97	3,97
<b>Cubículo 3</b>	7,93	157	102	184	10,76	6,99
<b>Cubículo 4</b>	8,11	96	96	318,01	3,72	3,72
<b>Sala de reuniones</b>	42,77	384	256	158,97	5,64	3,76
<b>Área de atención al público</b>	20,51	130	66	83	7,63	3,87
<b>Oficinas condominio</b>						
<b>Oficina 1</b>	7,71	128	64	107,33	15,46	7,73
<b>Oficina 2</b>	43,5	256	256	417,2	1,41	1,41
<b>Atención al público</b>	30,7	384	192	102	12,26	6,13
<b>BVS Cyber c.a</b>	33,2	1210	1160	518,14	7,03	6,74
<b>Mousalii Software &amp; Hardware</b>	42	480	160	67,23	16,99	5,67

En la tabla 4.8 se observa que en varias de las áreas el índice de eficiencia energética supera el valor límite recomendado (ver tabla 2.1), por lo que es fundamental implementar un diseño que cumpla con los requerido, con el fin de promover una mejor eficiencia que permita iluminar mejor las áreas, y a su vez consumir menos energía eléctrica.

# **CAPITULO V**

## **PROPUESTA DE UN NUEVO DISEÑO DE ILUMINACION EFICIENTE**

El Centro Comercial las Tapias es una estructura en el cual permite la visita de las personas con alguna finalidad, por lo que es necesario que mantenga un buen sistema de iluminación eficiente y que además contribuye con el ahorro energético. Por lo que este capítulo se presenta una propuesta de diseño del sistema de iluminación basada en la norma COVENIN 2249-93, aprovechando la tecnología LED, el cual brinda una iluminación eficiente y asimismo que cumpla con el ahorro energético.

Esta propuesta se realiza utilizando un programa de computador llamado DIALux evo 8 que permite desarrollar diseños luminotécnicos, simulando efectos luminosos reales de cualquier entorno en forma tridimensional. Además también realiza un análisis cuantitativo de los niveles de iluminación. En las simulaciones presentadas a continuación se consideraron las características en que se encuentra los locales (color de paredes, techo, piso y el mobiliario en los mismos) y conjuntamente se elige lámparas/luminarias de la marca Philips ideales para cada una de las áreas del centro comercial.

### **5.1 PLANTA BAJA**

#### **5.1.1 Banco de Venezuela**

Para el Banco de Venezuela se utilizaron luminarias Philips tipo BBS561 1XLED 35S/840 de 34 W en área de taquillas y oficinas. En área de espera se usaron las de modelo CR150B W30L60 35S/840 de 40W, distribuidas de manera general. Estas luminarias sustituyen fácilmente las luminarias de fluorescencias y son de fácil instalación y mantenimiento [11].



**Tabla 5.1 Característica del nuevo diseño de iluminación para el Banco de Venezuela**

<b>Modelo de luminaria</b>	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED35S/840
	PHILIPS CR150B W30L120 IP54 1XLED35S/840
<b>Número de Luminarias</b>	10
	40
<b>Potencia (W)</b>	1940
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,48
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	549
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000

**Figura 5.1 a Propuesta de iluminación del Banco de Venezuela, taquillas.****Figura 5.1 b Propuesta de iluminación del Banco de Venezuela**

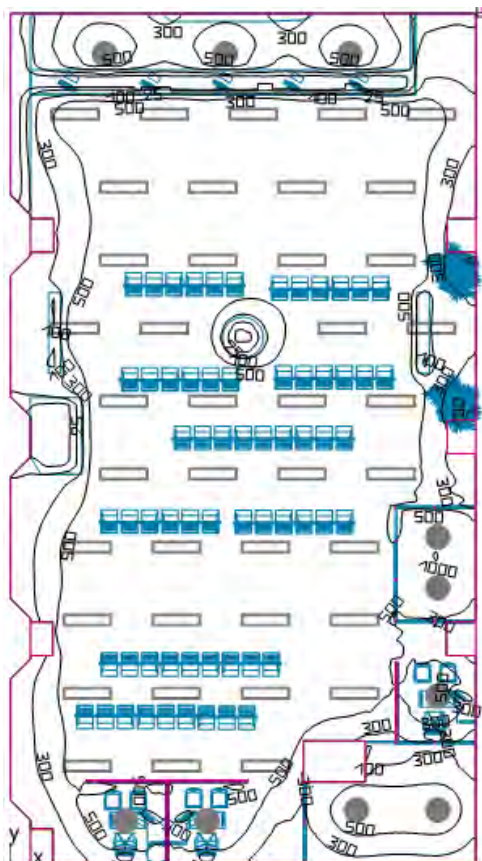


Figura 5.2 Curvas isolíneas Banco de Venezuela, Centro Comercial Las Tapias

### 5.1.2 Otros establecimientos

Tabla 5.2 Característica del nuevo diseño de iluminación de los establecimientos planta baja

Establecimiento	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Pantrys	PHILIPS DN130B D165 1XLED 10S/830	24	1,14	278,4	532	500-1000
Bisutería: En Voga Accesorio c.a	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	9	1,75	358,8	658	500-1000
	PHILIPS DN130B D165 1XLED 10S/830	3				

**Tabla 5.2 Característica del nuevo diseño de iluminación de los establecimientos planta baja (continuación).**

Establecimiento	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Fuller	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	6	1,61	216	502	500-1000
Sierra Cream	PHILIPS DN130B D165 1XLED 10S/830	11	1,73	127,6	560	500-1000
Helatos	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	4	1,18	166	584	500-1000
	PHILIPS ST120C 1XLED 8S- 24/830	2				
Banco Mercantil	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	15	0,60	540	1126	500-1000
Farmacia express Vielm c.a	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	9	1,45	324	593	500-1000
Tienda de ropa: Marka's c.a	PHILIPS CR150B W30L120 IP54 1XLED 35S/840	6	1,59	390,8	506	500-1000
	PHILIPS DN130B D165 1XLED 10S/830	13				
Click Onlaine	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	12	1,44	432	559	300-1000

## 5.2 PLANTA NIVEL 1

### 5.2.1 Tienda Poker's

Tabla 5.3 Característica del nuevo diseño de la Tienda Poker's

<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBG463 1XLED-40-4200-GU10
	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
	PHILIPS ST120C 11W 1XLED8S-24/830
	PHILIPS RS060B 1XLED 5-36-/830
<b>Número de Luminarias</b>	10
	13
	3
	2
<b>Potencia (W)</b>	557
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.87
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	541
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000



Figura 5.3 Propuesta de iluminación Tienda Poker's

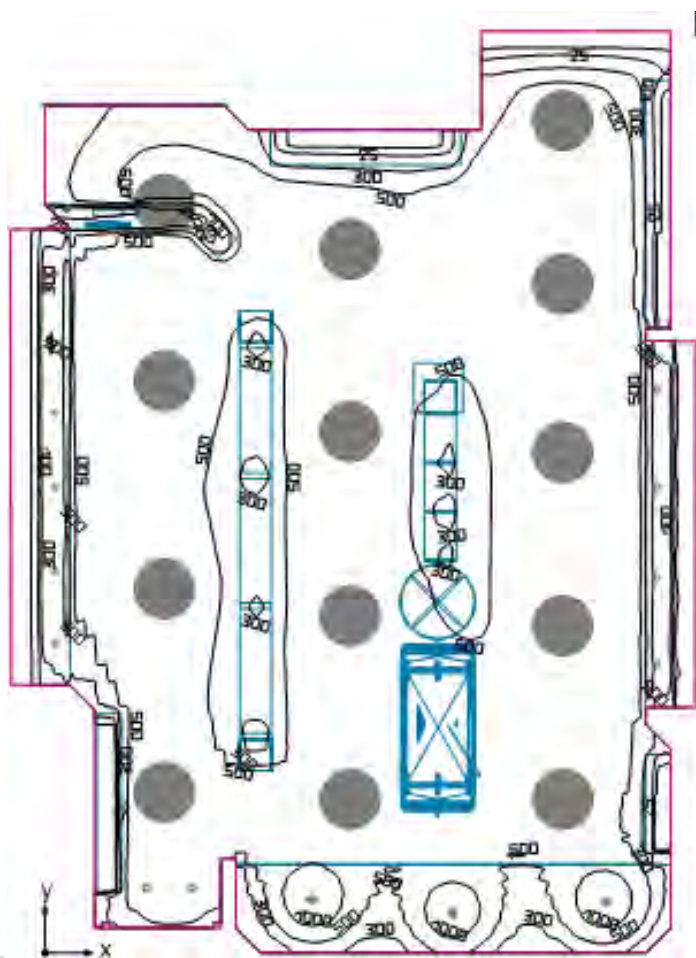


Figura 5.4 Curvas isóneas Tienda Poker's

## 5.2.2 Otros locales

Tabla 5.4 Característica del nuevo diseño de los locales planta Nivel 1

Locales	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Mercedes	PHILIPS BPS460 W22L124 1XLED 24/830	11	0,95	297,5	666	500-1000
	PHILIPS ST750T 1XLED 39S/827 WB	2				
Mini tienda la esquina	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	8	1,02	272	1009	500-1000

**Tabla 5.4 Característica del nuevo diseño de los locales planta Nivel 1 (continuación).**

Locales	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Grupo Hobby and Toys C.A	PHILIS CR150B W30L120 IP24 1XLED 35S/840	40	0,47	1600	574	500-1000
Baróns	PHILIS CR150B W30L120 IP24 1XLED 35S/840	20	1,51	833	672	500-1000
	PHILIPS ST120C 11W 1XLED8S- 24/830	3				
T'vestimos	PHILIPS BBS561 AC-MLO- C 1XLED 35S/840	5	1,64	203	588	500-1000
	PHILIPS ST120C 11W 1XLED8S- 24/830	3				

## 5.3 PLANTA NIVEL 2

### 5.3.1 Multicine Las Tapias

**Tabla 5.5 Característica del nuevo diseño para el Multicine Las Tapias**

SALA 1	
Tipo de luminaria	PHILIPS 4MX400 1XLED 40S/830
	PHILIPS BUL A19 120V9W E26 DIM
	PHILIPS WL 120V LED12S/830
Número de luminarias	5
	29
	2

Tabla 5.5 Característica del nuevo diseño para el Multicine Las Tapias (continuación).

<b>SALA 1</b>	
<b>Potencia (W)</b>	479,5
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	2,77
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	5,63
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	50-150
<b>SALA 2</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS 4MX400 1XLED 40S/830
	PHILIPS BUL A19 120V9W E26 DIM
	PHILIPS WL 120V LED12S/830
<b>Número de luminarias</b>	5
	29
	2
<b>Potencia (W)</b>	479,5
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	2,77
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	57,63
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	50-150
<b>SALA 3</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS 4MX400 1XLED 40S/830
	PHILIPS BUL A19 120V9W E26 DIM
	PHILIPS WL 120V LED12S/830
<b>Número de luminarias</b>	12
	30
	2
<b>Potencia (W)</b>	744
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	2,17
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	59,44
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	50-150
<b>AREA DE VENTA DE BOLETOS</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
<b>Número de luminarias</b>	1
<b>Potencia (W)</b>	34
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.76
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	568

Tabla 5.5 Característica del nuevo diseño para el Multicine Las Tapias (continuación).

AREA DE VENTA DE BOLETOS	
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	300-1000
AREA VENTA DE REFRIGERIOS	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
<b>Número de luminarias</b>	5
<b>Potencia (W)</b>	170
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,47
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	395
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	300-1000
AREA DE ESPERA	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
<b>Número de luminarias</b>	12
<b>Potencia (W)</b>	408
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,29
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	263
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	100-200



Figura 5.5 Propuesta de iluminación de la sala 1 y 2 del cinema



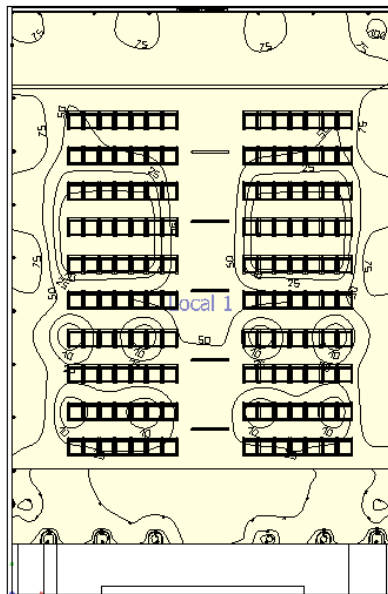


Figura 5.6 Curvas isométricas de la sala 1 y 2 del cine



Figura 5.7 Propuesta de iluminación sala 3 del cine

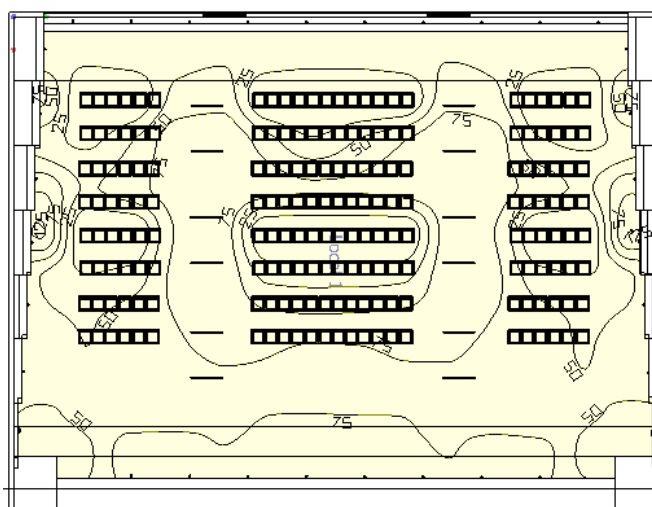


Figura 5.8 Curvas isométricas sala 3 del cine

### 5.3.2 Consultorio de odontología

**Tabla 5.6 Característica del nuevo diseño para el consultorio de odontología**

<b>LUGAR DE TRABAJO DEL ODONTOLOGO</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED35S/840
<b>Número de luminarias</b>	2
<b>Potencia (W)</b>	68
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,78
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	763
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000
<b>CONSULTORIO</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED35S/840
<b>Número de luminarias</b>	2
<b>Potencia (W)</b>	68
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,65
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	573
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000
<b>AREA DE ESPERA</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED35S/840
<b>Número de luminarias</b>	3
<b>Potencia (W)</b>	102
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,33
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	408
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	200-500



**Figura 5.9 Propuesta de iluminación para el lugar de trabajo del odontólogo**

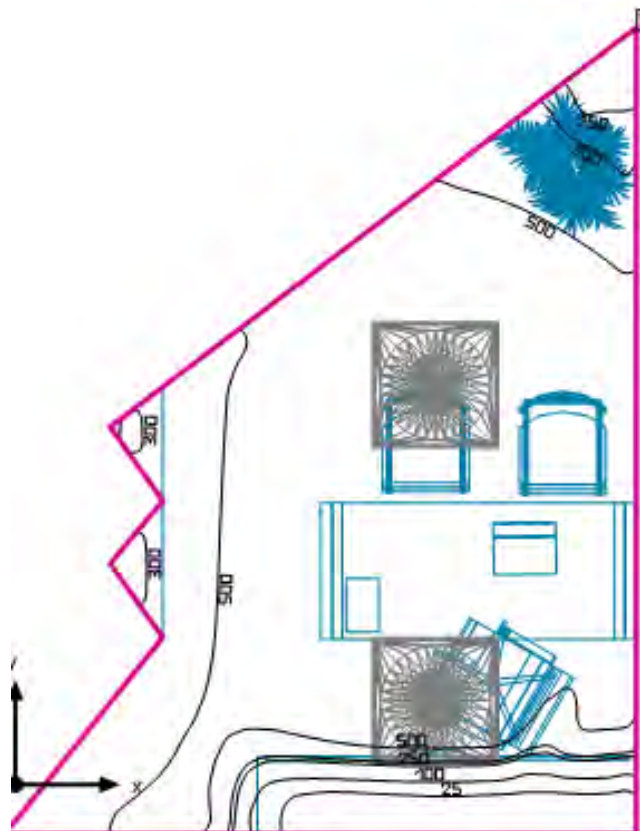


Figura 5.10 Curva isolíneas lugar de trabajo del odontólogo

www.bdigital.uia.ve

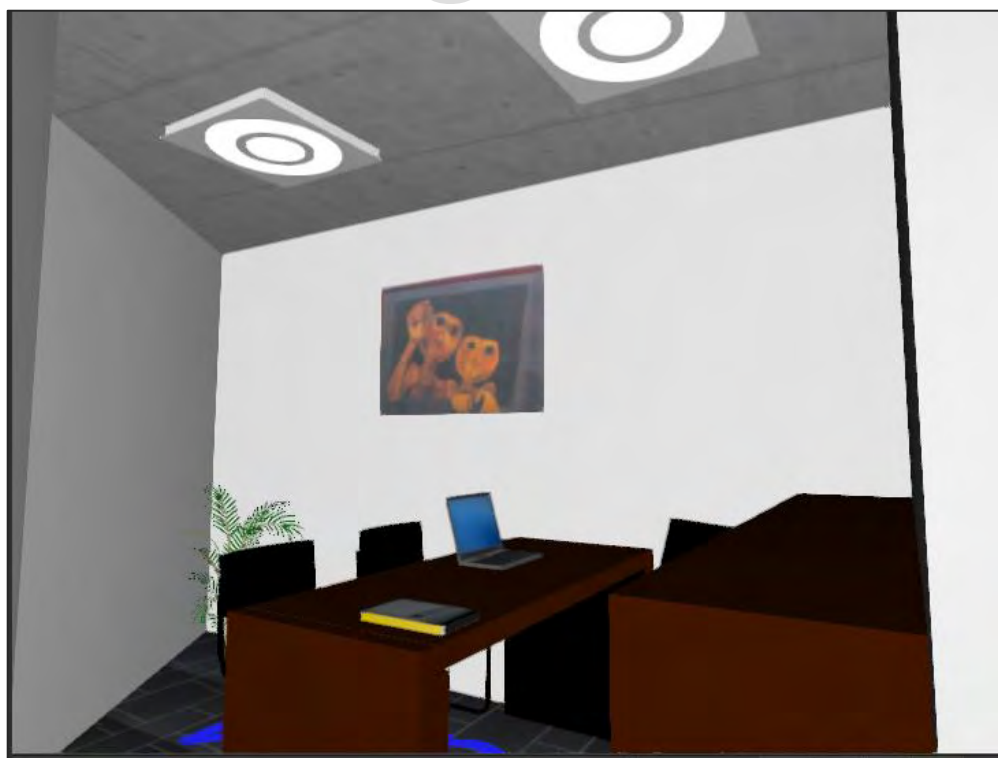


Figura 5.11 Propuesta de iluminación consultorio de odontología

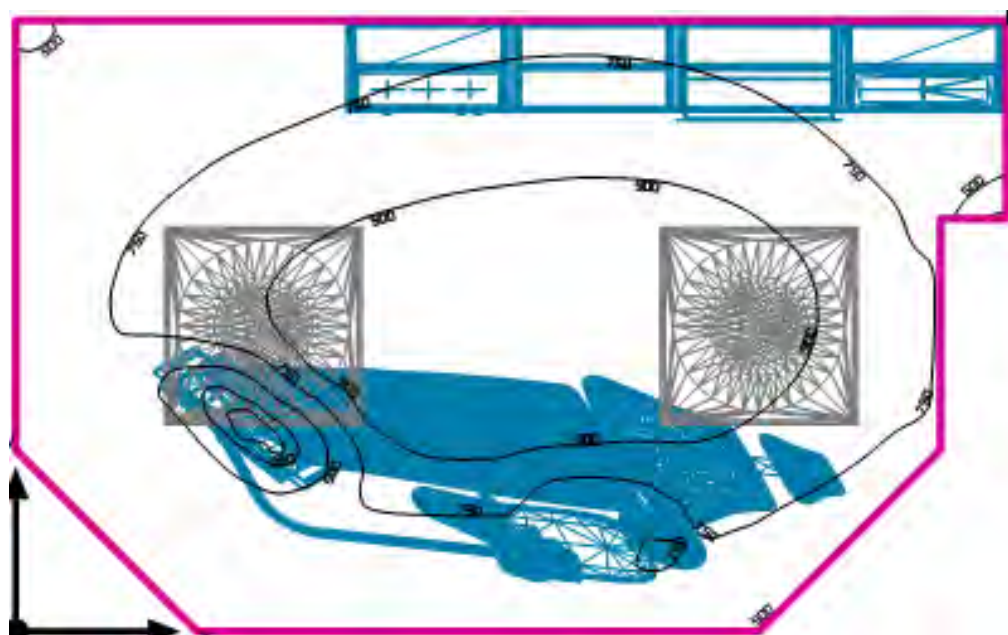


Figura 5.12 Curva isolinea consultorio de odontología

### 5.3.3 Otros locales

Tabla 5.7 Característica del nuevo diseño para los locales planta Nivel 2

Locales	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Sonido impacto	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	9	2,11	480	731	500-1000
	PHILIPS RS060B 1XLED5-36-/830	29				
Anexo Sonido impacto	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	3	2.66	192	332	300-1000
	PHILIPS RS060B 1XLED5-36-/830	15				

**Tabla 5.7 Característica del nuevo diseño para los locales planta Nivel 2 (continuación).**

Locales	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Illuminancia media (lx)	Illuminancia recomendada (lx)
Peluquería Franyer	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	9	0,60	408	1670	500-1000
	PHILIPS RS060B 1XLED5-36-/830	17				
Menta's Spa	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	13	1,20	442	652	500-1000
Pip's Video juegos	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	5	1,51	206	349	300-1000
	PHILIPS RS060B 1XLED5-36-/830	6				

## 5.4 PLANTA NIVEL 3

### 5.4.1 Oficinas

*Seguros Los Andes:*

**Tabla 5.8 Característica del nuevo diseño para el Seguros Los Andes**

Cubículo 2	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
<b>Número de luminarias</b>	1
<b>Potencia (W)</b>	34
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,59
<b>Illuminancia media (Lx)</b>	765
<b>Illuminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000

Tabla 5.8 Característica del nuevo diseño para el seguros Los Andes (continuación).

<b>Cubículo 3</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
<b>Número de luminarias</b>	2
<b>Potencia (W)</b>	68
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1,65
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	655
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000
<b>Área de atención al cliente</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
<b>Número de luminarias</b>	3
<b>Potencia (W)</b>	102
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	0.97
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	511
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000
<b>Recepción</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840
<b>Número de luminarias</b>	2
<b>Potencia (W)</b>	68
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,39
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	614
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	200-500
<b>Cubículo 1</b>	
<b>Tipo de luminaria</b>	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED35S/840
<b>Número de luminarias</b>	2
<b>Potencia (W)</b>	68
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	0,35
<b>Iluminancia media (Lx)</b>	890
<b>Iluminancia recomendada (Lx)</b>	500-1000

Tabla 5.8 Característica del nuevo diseño para el seguro Los Andes (continuación).

Cubículo 4	
Tipo de luminaria	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED35S/840
Número de luminarias	2
Potencia (W)	68
IEE (W/m <sup>2</sup> )	0,84
Iluminancia media (Lx)	990
Iluminancia recomendada (Lx)	500-1000
Sala de reuniones	
Tipo de luminaria	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED35S/840
Número de luminarias	3
Potencia (W)	102
IEE (W/m <sup>2</sup> )	1,33
Iluminancia media (Lx)	930
Iluminancia recomendada (Lx)	200-500



Figura 5.13a Propuesta de iluminación Cubículo 2



Figura 5.13b Propuesta de iluminación Cubículo 3



Figura 5.13c Propuesta de iluminación área de atención

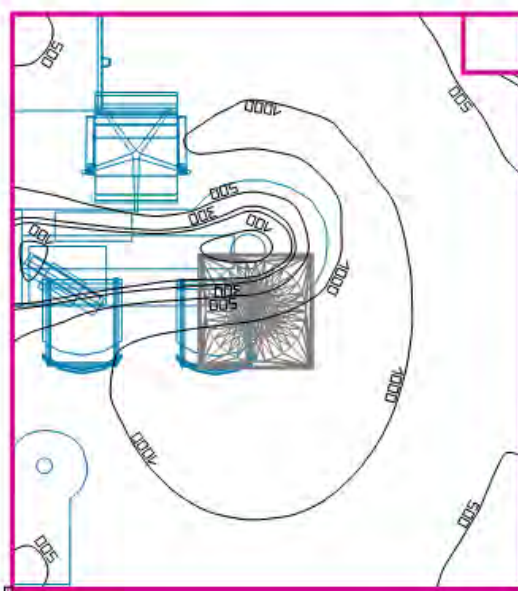


Figura 5.14a Curva isolínea cubículo 2

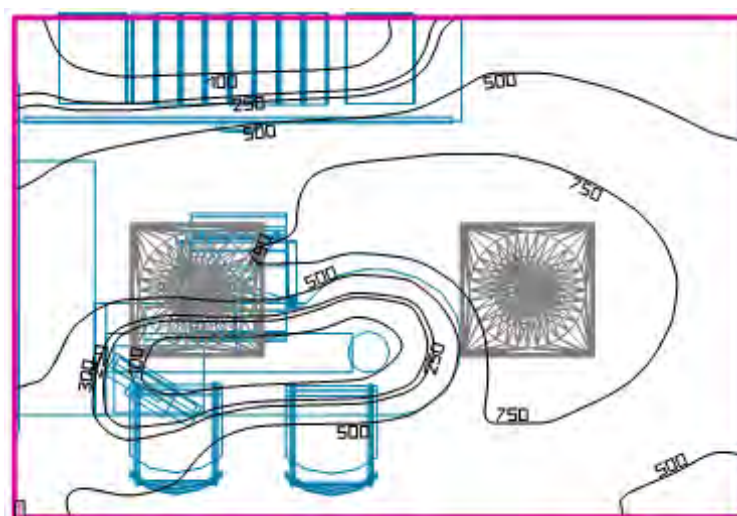


Figura 5.14b Curva isolínea cubículo 3



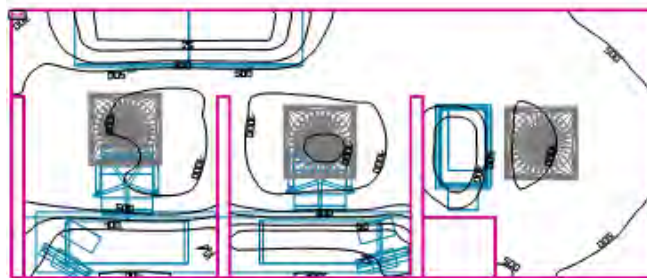


Figura 5.14c Curva aislóna área de atención al cliente

Condominio:

Tabla 5.9 Característica del nuevo diseño para el condominio

Áreas	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Oficina 1	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	2	1,65	68	533	500-1000
Oficina 2	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	4	0,52	136	598	500-1000
Atención al público	PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	4	0,78	136	562	500-1000

#### 5.4.2 Otros locales

Tabla 5.10 Característica del nuevo diseño para los locales planta Nivel 3

Locales	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
BVS Cyber c.a	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	9	1,29	306	713	500-1000
Mousalii Software & Hardware	PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	8	1,07	272	602	500-1000

## 5.5 PASILLOS Y ESTACIONAMIENTO

**Tabla 5.11 Característica del nuevo diseño para los pasillos y estacionamiento**

Pasillos	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
<b>Planta Baja</b>						
Ala izquierda 1	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	12	1,05	432	205	100-200
Ala izquierda 2	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	12	1,05	432	203	100-200
Ala izquierda 3	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	1,05	288	176	100-200
Superior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	1,06	288	182	100-200
Medio	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	2	0,89	72	123	100-200
Inferior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	0,99	288	194	100-200
Lateral izquierdo	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	0,98	360	174	100-200
Lateral derecho	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	1,04	360	209	100-200

Tabla 5.11 Característica del nuevo diseño para los pasillos y estacionamiento (continuación).

Pasillos	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Entrada posterior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	2	1,25	72	204	100-200
Entrada lateral derecho	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	2	1,15	72	195	100-200
Entrada inferior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	2	1,21	72	211	100-200
<b>Planta Nivel 1</b>						
Ala izquierda 1	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	12	0,98	432	221	100-200
Ala izquierda 2	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	12	0,97	432	218	100-200
Ala izquierda 3	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	0,98	288	189	100-200
Superior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	0,96	288	200	100-200
Medio	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	2	0,80	72	137	100-200
Inferior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	0,96	288	200	100-200

Tabla 5.11 Característica del nuevo diseño para los pasillos y estacionamiento (continuación).

Pasillos	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Lateral izquierdo	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	0,90	360	189	100-200
Lateral derecho	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	1	360	218	100-200
<b>Planta Nivel 2</b>						
Ala izquierda 1	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	12	0,98	432	220	100-200
Ala izquierda 3	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	0,97	288	190	100-200
Superior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	0,98	288	196	100-200
Medio	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	2	0,84	72	130	100-200
Inferior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	0,97	288	198	100-200
Lateral izquierdo	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	0,93	360	183	100-200
Lateral derecho	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	1,01	360	216	100-200

Tabla 5.11 Característica del nuevo diseño para los pasillos y estacionamiento (continuación).

Pasillos	Modelo de luminarias	Nº de Luminarias	Índice de eficiencia energética (W/m <sup>2</sup> )	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
<b>Planta Nivel 3</b>						
Ala izquierda 1	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	12	1,33	432	162	100-200
Ala izquierda 3	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	1,33	288	139	100-200
Superior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	1,34	288	143	100-200
Medio	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	2	0,84	72	130	100-200
Inferior	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	8	1,33	288	198	100-200
Lateral izquierdo	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	0,93	360	183	100-200
Lateral derecho	PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/80	10	1,29	360	132	100-200
<b>Sótano</b>						
Estacionamiento	PHILIPS SP402P POE W31L125 1XLED 28S/830	77	0,97	1886,5	57,5	54

## 5.6 DEMANDA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO

A continuación se muestra en la tabla 5.12 la potencia de consumo de las lámparas utilizadas en la propuesta del sistema de iluminación.

**Tabla 5.12 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto**

Tipo de lámparas	Número de Lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia total (W)
PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	93	34	3162
PHILIPS CR150B W30L120 IP24 1XLED 35S/840	106	40	4240
PHILIPS DN130B D165 1XLED 10S/830	51	11,6	591,6
PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	450	36	16200
PHILIPS ST120C 1XLED 8S24/830	2	33	66
PHILIPS BBG463 1XLED-40-4200-GU10	10	7	70
PHILIPS ST120C 1XLED 8S-24/830	9	11	99
PHILIPS BPS460 W22L124 1XLED 24/830	11	21,5	236,5
PHILIPS ST750T 1XLED 39S/827	2	30,5	61
PHILIPS 4MX400 1XLED 40S/830	22	36,5	803
PHILIPS BUL A19 120V9W E26 DIM	88	9	792
PHILIPS WL 120V LED 12S/830	6	18	108
PHILIPS BBS561 PC-MLO-C 1XLED 35S/840	32	34	1088
PHILIPS RS060B 1XLED 5-36-/830	67	6	402
PHILIPS SP482P W24L135 1XLED 40S/830	77	34,5	1886,5
		<b>Total</b>	<b>30575,6</b>

Para el cálculo de la demanda máxima del sistema de iluminación se aplicó la ecuación 4.1, usando un factor de demanda del 100% para cargas de iluminación.

$$D_{max} = 1 * 30575,6W = 30575,6 W$$

Para conocer el valor de la demanda en voltios-amperios (VA) se utiliza la fórmula 4.2, con un factor de potencia de 0.9.

$$D_{m\acute{a}x} = \frac{30575,6}{0,9} = 33972,88 \text{ VA}$$

## 5.7 ESTUDIO ENERGÉTICO Y ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN PROPUESTO PARA EL CENTRO COMERCIAL LAS TAPIAS

Luego de obtener la demanda máxima del sistema de iluminación actual y propuesto (tabla 4.12 y tabla 5.12), se estudia el costo anual tomando en cuenta que la Gaceta Oficial N° 37.415 del 03 de abril del 2002 para demanda asignada contratada mayor a 10000 KVA de un costo de (0,0041 \$/kWh). Asumiendo que el uso de la energía de la instalación del Centro Comercial Las Tapias es de 24h/días (8760 h/año).

**Tabla 5.13 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto del Centro Comercial Las Tapias**

Sistema de iluminación	Demanda Máxima (W)	Uso de la energía del local (h/año)	Consumo Anual (kWh)	Precio por consumo (\$/kWh)	Precio anual por consumo (\$)
<b>Actual</b>	69765	8760	611141,4	0,0041	2505,68
<b>Propuesto</b>	30575,6	8760	297602,50	0,0041	1220,17

En la tabla 5.13 muestra que el precio del consumo anual de energía del sistema de iluminación propuesto utilizando tecnología LED es menor que el sistema actual, demostrando así que este nuevo diseño ofrece un ahorro energético importante.

### 5.7.1 Análisis económico de las luminarias del sistema actual de iluminación del Centro Comercial Las Tapias

**Tabla 5.14 Costo de las luminarias del sistema de iluminación actual del Centro Comercial Las Tapias**

Tipo de lámpara	Cantidad instalada	Precio de la unidad (\$)	Precio Total (\$)
Tubo fluorescente (40W)	3	18,63	55,89
Luminarias especulares de tubo fluorescente 3x32W	115	172,01	19781,2
Luminarias especulares de tubo fluorescente 3x17W	3	89,93	269,79

**Tabla 5.14 Costo de las luminarias del sistema de iluminación actual del Centro Comercial Las Tapias (continuación).**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Cantidad instalada</b>	<b>Precio de la unidad (\$)</b>	<b>Precio Total (\$)</b>
Luminarias especulares de tubos fluorescentes 2x18w	1404	37	51948
Luminarias herméticas de tubos fluorescentes 2x18w	4	151,04	604,16
Luminarias especulares de tubos fluorescentes 3x18w	5	127,18	635,9
Luminarias especulares de tubos fluorescentes 2x32W	240	12,85	3084
Luminarias especulares de tubos fluorescentes 4x32W	6	183,96	1103,76
tubos fluorescentes 32W	15	17,34	260,1
Luminarias especulares de tubos fluorescentes 3x40W	29	196,55	5699,95
Luminarias especulares de tubos fluorescentes 4x40W	6	199,12	1194,72
Tubo fluorescente (8W)	6	7,03	42,18
Tubo circular fluorescente (32W)	61	21,51	1312,11
Dicroica (20W)	12	5,97	71,64
Bombillo ahorrador (18W)	67	6,42	680,52
Luminaria spot con dos bombillos de 18W	28	124,35	430,14
Bombillo ahorrador (20W)	65	6,92	449,8
Bombillo ahorrador (25W)	8	10,02	80,16
Luminarias Downlength de 2x25W	128	130,93	16759
Bombilla LED (12W)	21	16,69	350,49
Proyector (18W)	2	42,22	84,44



**Tabla 5.14 Costo de las luminarias del sistema de iluminación actual del Centro Comercial Las Tapias (continuación).**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Cantidad instalada</b>	<b>Precio de la unidad (\$)</b>	<b>Precio Total (\$)</b>
Bombillo ahorrador (5W)	91	10,92	993,72
Led Spot (7W)	16	48,95	783,2
Bombillo incandescente (20W)	19	4,63	88,06
<b>Total</b>			106762.93

**Tabla 5.15 Costos de las luminarias para el sistema de iluminación propuesto para el Centro Comercial Las Tapias**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Cantidad instalada</b>	<b>Precio de la unidad(\$)</b>	<b>Precio Total</b>
PHILIPS BBS561 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	93	385,39	46246,8
PHILIPS CR150B W30L120 IP24 1XLED 35S/840	106	89,93	9532,58
PHILIPS DN130B D165 1XLED 10S/830	51	19,27	982,77
PHILIPS RC126B W62L62 1XLED 36S/840	450	43,68	19656
PHILIPS ST120C 1XLED 8S24/830	2	26,34	52,68
PHILIPS BBG463 1XLED-40-4200- GU10	10	13,49	134,9
PHILIPS ST120C 1XLED 8S-24/830 11W	9	25,69	231,21
PHILIPS BPS460 W22L124 1XLED 24/830	11	115,62	1271,82
PHILIPS ST750T 1XLED 39S/827	2	61,02	122,04
PHILIPS 4MX400 1XLED 40S/830	22	71,11	1564,42

**Tabla 5.15 Costos de las luminarias para el sistema de iluminación propuesto para el Centro Comercial Las Tapias (continuación).**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Cantidad instalada</b>	<b>Precio de la unidad (\$)</b>	<b>Precio Total (\$)</b>
PHILIPS BUL A19 120V9W E26 DIM	88	22,83	2009,04
PHILIPS WL 120V LED 12S/830	6	61,47	368,82
PHILIPS BBS560 AC-MLO-C 1XLED 35S/840	32	354,05	4248,6
PHILIPS RS060B 1XLED 5-36-/830	67	17,24	1155,08
PHILIPS SP482P W24L135 1XLED 40S/830	77	199,99	15399,23
		<b>Total (\$)</b>	102975.99

En las tablas 5.14 y 5.15 muestra el precio total del sistema de alumbrado actual del Centro Comercial y el propuesto, a pesar de que las lámparas de iluminación con tecnología LED es más costosa, el valor de costo de instalación es menor, por lo que se utilizan menos luminarias para iluminar el mismo espacio, brindando así un mejor confort y una mejora en la calidad de trabajo.

### 5.7.2 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE)

El método de CAUE consiste en convertir todos los ingresos y egresos, en una serie uniforme de pagos. El cual evalúa de manera económica la viabilidad de proyectos de inversión, tomando en cuenta la opción más favorable económicamente.

Para su cálculo se aplica la siguiente ecuación:

$$CAUE = \left( \frac{A}{P}, i, n \right) + CAO \quad (5.3)$$

$$\left( \frac{A}{P}, i, n \right) = \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \quad (5.4)$$

Dónde:

CI= Costo inicial total de las lámparas instaladas.

CAO= Costo anual de operación por consumo de energía.

i= Tasa de interés.

n= Número de periodos de vida útil.

Para el cálculo del CAUE para el sistema de iluminación actual se tiene en cuenta que la vida útil de las lámparas instaladas en el Centro Comercial Las Tapias es de 10000 horas, asumiendo que trabaja las 24 horas al día los 365 días del año (8760 h/año), por lo que una lámpara puede durar 1,14 años (aproximadamente 1 año). La tasa de interés es suministrada por el Banco Central de Venezuela, el cual actualmente es de 24% de interés anual. Por lo tanto el CAUE para el sistema actual es el siguiente:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right) = \frac{0,24 * (1 + 0,24)^1}{(1 + 0,24)^1 - 1} = 1,24$$

$$CAUE = 106762,93 * (1,24) + 2505,68 = 134891,71$$

Para obtener el CAUE del sistema de iluminación propuesto, la vida útil de las lámparas LED es de 50000 horas, si funcionan las 24 horas al día los 365 días al año (8760 h/año), por lo que una lámpara puede llegar a durar 5.70 años, aproximadamente 6 años. La tasa de interés a utilizar es la suministrada por el Banco Central de Venezuela, se tiene para este sistema el siguiente CAUE:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right) = \frac{0,24 * (1 + 0,24)^6}{(1 + 0,24)^6 - 1} = 0,33$$

$$CAUE = 102975.99 * (0,33) + 1220,17 = 35202,25$$

Se tiene como resultado que:

$$CAUE_{sistema\ actual} > CAUE_{sistema\ propuesto}$$

Como se puede observar el costo anual uniforme equivalente del sistema propuesto es menor que el costo anual, por lo que es factible económicamente la tecnología LED y además garantiza un menor consumo energético.

## 5.8 ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL SISTEMA ACTUAL Y PROPUESTO

**Tabla 5.16 Índice de Eficiencia Energética**

Área	Índice de eficiencia Energética del sistema actual instalado (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia Energética del sistema actual en uso (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia Energética del sistema propuesto (W/m <sup>2</sup> )
Fuller	7,17	5,18	1,61
Barco Mercantil	12,49	10,78	0,60
Sierra Cream	6,84	4,8	1,73
Helatos	3,90	2,26	1,18
Banco Venezuela	14,73	3,89	1,48
Click Online	2,65	2,49	1,44
Marka's	2,49	2,06	1,59
Farmacia express Vielm c.a	12,65	4,21	1,45
Pantrys	6,90	5,63	1,14
Bisuteria: En Voga Accesorio	13,22	7,83	1,75
Poker'S	5,67	3,58	1,87
Mercedes	7,71	7,16	0,95
Mini Tienda la esquina	7,51	4,07	1,02
Grupo Hobby and Toys C.A	1,42	0,19	0,47
Baróns	4,66	2,45	1,51
T'vestimos	7,85	7,85	1,64
<b>Multicine</b>			
Sala 1	2000	333,33	2,77
Sala 2	2000	333,33	2,77
Sala 3	1552,38	80,95	2,17
Áreas de venta de boletos	121,17	40,38	1,76
Área de venta de refrigerio	8,61	2,87	1,47
Área de espera	2,21	1,84	1,29
<b>Consultorio de odontología</b>			
Área de espera	11,25	5	1,33

Tabla 5.16 Índice de Eficiencia Energética (continuación).

Área	Índice de eficiencia Energética del sistema actual instalado (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia Energética del sistema actual en uso (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia Energética del sistema propuesto (W/m <sup>2</sup> )
Consultorio	41,93	13,98	1,65
Lugar de trabajo del odontólogo	3,23	3,23	1,78
<b>Sonido impacto</b>	35,13	7,56	2,11
<b>Anexo Sonido impacto</b>	21,42	11,71	2,66
<b>Peluquería Franyer</b>	10,75	6,86	0,60
<b>Menta's spa</b>	7,11	2,48	1,20
<b>Pip's Video juegos</b>	8,79	5,85	1,51
<b>Seguro Los Andes</b>			
Recepción	5,67	3,77	0,39
Cubículo 1	2,22	1,48	0,35
Cubículo 2	3,97	3,97	0,59
Cubículo 3	10,76	6,99	1,65
Cubículo 4	3,72	3,72	0,84
Sala de reuniones	5,64	3,76	1,33
Área de atención al público	7,63	3,87	0,97
<b>Oficinas condominio</b>			
Oficina 1	15,46	7,73	1,65
Oficina 2	1,41	1,41	0,52
Atención al público	12,26	6,13	0,78
<b>BVS Cyber c.a</b>	7,03	6,74	1,29
<b>Mousalii Software &amp; Hardware</b>	16,99	5,67	1,07

En la tabla 5.16 se observa que el Índice de Eficiencia Energética del sistema de iluminación propuesto con tecnología LED cumple con los valores límite de eficiencia energética iluminación (tabla 2,1). Con respecto al sistema actual los valores determinados en algunas áreas no cumplen, ya que se encuentran por encima de los valores límite de eficiencia energética iluminación.

## CONCLUSIONES

Los Centros Comerciales implican una demanda energética importante en términos de climatización, funcionamientos de ascensores, escaleras mecánicas, computación e iluminación. Esta última, ha ido avanzando rápidamente con la intención de disminuir el consumo energético sin perder el confort, ya sea por la sustitución de las lámparas o por el uso de luminarias que aumenta su eficiencia, como es el caso de las luminarias usadas en esta propuesta.

Con el estudio realizado, se pudo observar por medio de lo resultado de la encuesta y las medidas realizadas que el sistema de iluminación actual del Centro Comercial Las Tapias se encuentra en condiciones desfavorable, debido a que el 73% de las lámparas instaladas se encuentra en mal estado, ocasionando así que el entorno visual en las diferentes áreas sea deficiente. Por lo que tampoco se cumple con los niveles de iluminación de la norma COVENIN 2249-1993 recomendados para cada área.

La nueva propuesta del sistema de iluminación se planteó a través del software DIALux evo 8, utilizando la tecnología LED, donde se simuló cada área del Centro Comercial, en cumplimiento con los niveles de iluminación establecido en la norma COVENIN 2249-1993 y a su vez se mejoró el índice de eficiencia energética de cada área.

Se realizó un estudio del costo anual uniforme equivalente para el consumo de la energía y el precio de ambos sistemas de iluminación, en el cual se comprobó el sistema propuesto con tecnología LED aporta tanto ahorro energético como económico.

## **RECOMENDACIONES**

Es importante que el Centro Comercial Las Tapias ejecute el sistema de iluminación propuesto con la tecnología LED, con la finalidad de que cada área cumpla con lo establecido en la norma y con los requerimientos al consumo de energía.

Se recomienda realizar el mantenimiento a todo el sistema de alumbrado y efectuar programas de mantenimiento para las luminarias, con el fin de ampliar la vida útil de las lámparas, como también sustituir de manera inmediata las lámparas que se encuentran en mal estado para garantizar los niveles de iluminación recomendados por la norma.

Es importante tomar en cuenta las normas COVENIN 2249-1993 a la hora de realizar proyectos de iluminación en centros comerciales, esto con el fin de que cada área tenga su iluminación adecuada.

## REFERENCIAS

- [1] Wikilibros (2015). *Física/óptica/Naturaleza de la luz*. (consultado, octubre 2018). Disponible en:  
[https://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/%C3%93ptica/Naturaleza\\_de\\_la\\_luz](https://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/%C3%93ptica/Naturaleza_de_la_luz)
- [2] Pérez, G. *espectrometria.com*. (consultado, julio 2018). Disponible en:  
[https://www.espectrometria.com/espectro\\_electromagntico](https://www.espectrometria.com/espectro_electromagntico)
- [3] Moreno, L. (2015). *Luminotecnia: EL arte de la correcta iluminación*. 2da edición. Mérida, Venezuela.
- [4] Mundo visual. *Bienvenido al mundo visual*. (Consultado, julio 2018). Disponible en:  
<http://www.mundovisual.galeon.com/campovis.htm>
- [5] EcuRed (2012). *Luxómetro*. (Consultado, septiembre 2018). Disponible en:  
<https://www.ecured.cu/Lux%C3%B3metro>
- [6] Comisión Venezolana de Normas Industriales, “NORMAS COVENIN 2249-1993: Iluminancia en tareas y áreas de trabajo”. Fondonorma. Caracas 1993.
- [7] García, I. (2004). *Las salas de cine y su público reportaje audiovisuales*. (consultado, septiembre 2018). Disponible en:  
<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ1623.pdf>
- [8] Morales, P (2012). *Tamaño necesario de la muestra: ¿cuántos sujetos necesitamos?*. (consultado, septiembre 2018). Disponible en:  
<http://www2.df.gob.mx/virtual/evaluadf/docs/gral/taller2015/S0202EAC.pdf>
- [9] Aguilar, S (2005). *Fórmula para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud*. (Consultado, septiembre 2018). Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- [10] Marín, B (2016). *Aplicación del sistema de fotometría mesópica en la evaluación de sistemas de alumbrado de vialidades en México*. (consultado, Julio 2018). Disponible en:  
<https://www.iluminet.com/press/wp-content/uploads/2018/06/Aplicacio%CC%81n-del-sistema-de-fotometri%CC%81a-meso%CC%81pica-en-la-evaluacio%CC%81n-de-sistemas-de-alumbrado-pu%CC%81blico.pdf>
- [11] Philips Lighting (2018). *Luminarias de interior*. (Consultado, Noviembre 2018). Disponible en:  
[http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior#pfpath=0-CINDOOR\\_GR](http://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior#pfpath=0-CINDOOR_GR)



## **ANEXO 1: Encuesta aplicada a los trabajadores del Centro Comercial Las Tapias**

**1. ¿Cuál es su opinión sobre el estado en que se encuentra la iluminación en su puesto de trabajo?**

a) Buena   b) Regula   c) Mala

**2. ¿Cuáles áreas del Centro Comercial considera usted que la iluminación es crítica? (seleccione una o varias)**

a) Pasillos   b) Escaleras   c) Baños   d) Estacionamiento

e) Locales   f) Oficinas   g) Ninguna

**3. ¿En su área de trabajo ha observado lámparas en mal estado?**

a) Si   b) No

**4. ¿El mantenimiento de las luminarias lo realizan frecuentemente?**

a) Frecuentemente   b) Regularmente   c) Esporádicamente

**5. ¿En algún momento has sentido deslumbramiento o cansancio visual en su área de trabajo?**

a) Si   b) No

**6. ¿Estaría de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación en el que permita ahorrar energía y que sea eficiente?**

a) Si   b) No

## ANEXO 2: Resultados de la Encuesta aplicada a los trabajadores del Centro Comercial Las Tapias

PREGUNTA	OPCIONES DE LOS ENCUESTADOS	RESULTADOS	
		Opinión de los encuestados	% de Opinión
1. ¿Cuál es su opinión sobre el estado en que se encuentra la iluminación en su puesto de trabajo?	Buena	27	46%
	Regular	29	49%
	Mala	3	5%
2. ¿Cuáles áreas del Centro Comercial Las Tapias Considera usted que la iluminación es crítica.	Pasillos	59	100%
	Escaleras	12	20%
	Baños	16	27%
	Estacionamiento	40	67%
	Locales	2	2%
	Oficinas	3	4%
3. ¿En su área de trabajo ha observado lámparas en mal estado?	Si	56	95%
	No	3	5%
4. ¿El mantenimiento de las luminarias lo realizan frecuentemente?	Frecuentemente	35	59%
	Regularmente	22	37%
	Esporádicamente	2	4%
5. ¿En algún momento has sentido deslumbramiento o cansancio visual en su área de trabajo?	Si	31	53%
	No	28	47%
6. ¿Estarías de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación en el Centro Comercial Las Tapias?	Si	58	99%
	No	1	1%

## **ANEXO 3: Encuesta aplicada a las personas que visitan el Centro Comercial Las Tapias**

**1. ¿Cómo evaluaría Usted la iluminación dentro del Centro Comercial Las Tapias?**

- a) Buena      b) Regula      c) Mala

**2. ¿Has sentido deslumbramiento o cansancio visual en algunas instalaciones del Centro Comercial Las Tapias?**

- a) Si                      b) No

**3. ¿Has observado usted lámparas quemadas o en mal estado dentro del Centro Comercial Las Tapias?**

- a) Si                      b) No

**4. ¿Qué crees usted que es el causante de la deficiencia en el sistema de iluminación del Centro Comercial Las Tapias?**

- a) Lámparas dañadas                      b) Falta de mantenimiento  
c) Las luminarias no son las apropiadas      d) Ninguna

**5. Seleccione una o varias áreas del Centro Comercial Las Tapias que considera Usted que la iluminación es crítica.**

- a) Pasillos      b) Escaleras      c) Locales      d) Baños  
e) Estacionamiento      g) Ninguna

**6. ¿Estaría de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación en el que permita ahorrar energía y que sea eficiente?**

- a) Si                      b) No

## ANEXO 4: Resultados de la Encuesta aplicada a los trabajadores del Centro Comercial Las Tapias

PREGUNTA	OPCIONES DE LOS ENCUESTADOS	RESULTADOS	
		Opinión de los encuestados	% de Opinión
1. ¿Cómo evaluaría Usted la iluminación dentro del Centro Comercial Las Tapias?	Buena	5	7%
	Regular	44	65%
	Mala	19	28%
2. ¿Has sentido deslumbramiento o cansancio visual en algunas instalaciones del Centro Comercial Las Tapias?	Si	9	13%
	No	59	87%
3. ¿Has observado usted lámparas quemadas o en mal estado dentro del Centro Comercial Las Tapias?	Si	68	100%
	No	0	0%
4. ¿Qué cree usted que es el causante de la deficiencia en el sistema de iluminación del Centro Comercial?	Lámparas dañadas	52	76%
	Falta de mantenimiento	14	21%
	Las luminarias no son las apropiadas	2	3%
	ninguna	0	0%
5. Seleccione una o varias áreas del Centro Comercial que considera Usted que la iluminación es crítica.	Pasillos	68	100%
	Escaleras	14	20%
	Locales	0	0%
	baños	12	17%
6. ¿Estarías de acuerdo que se implemente un nuevo sistema de iluminación en el Centro Comercial Las Tapias?	Si	68	100%
	No	0	0%