



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

**ESTUDIO DE LOS ÍNDICES DE CONSUMO Y  
FACTIBILIDAD DE UNA SOLUCIÓN DE EFICIENCIA  
ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL AEROPUERTO  
INTERNACIONAL JUAN PABLO PÉREZ ALFONZO**

Br. Oscar Steve Echeverria Sanabria

Mérida, mayo 2018

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

**ESTUDIO DE LOS ÍNDICES DE CONSUMO Y  
FACTIBILIDAD DE UNA SOLUCIÓN DE EFICIENCIA  
ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL AEROPUERTO  
INTERNACIONAL JUAN PABLO PÉREZ ALFONZO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero electricista.

Br. Oscar Steve Echeverria Sanabria

Tutor: Prof. Luz Stella Moreno

Mérida, mayo 2018

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA

**ESTUDIO DE LOS ÍNDICES DE CONSUMO Y FACTIBILIDAD DE UNA  
SOLUCIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL  
AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN PABLO PÉREZ ALFONZO**

Br. Oscar Steve Echeverria Sanabria

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. Nelson Ballester

Jurado

---

Prof. Ricardo I. Stephens

Jurado

---

Prof. Luz Stella

Tutora

## DEDICATORIA

*Dedicado a mis padres, a mis hermanos, mi tía Karina  
mi novia, por ser el gran apoyo incondicional para cumplir esta meta.*

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

## AGRADECIMIENTOS

*A mi tutora y Profesora Luz Stella Moreno Martin, por haberme apoyado durante la elaboración de esta investigación, por su infinita paciencia y dedicación.*

*A mis padres por su apoyo ilimitado, por su aporte y paciencia, por la confianza que pusieron en mí, durante estos años como universitario.*

*A mis hermanos Neni y Jarvis por estar allí apoyándome*

*A mi novia Laura, por estar siempre conmigo, ¡¡¡te amo!!!*

*A los amigos que tuve el placer de conocer gracias por su apoyo.*

*A el Sr Nelson técnico del aeropuerto por prestar todo su apoyo durante las visitas en la instalación aeroportuaria.*

*Al mayor Jorge subgerente del aeropuerto por haber permitido seguir con esta investigación.*

*A Amy*

www.bdigital.ula.ve

Br. Oscar Steve Echeverría Sanabria. **Estudio de los índices de consumo y factibilidad de una solución de eficiencia energética en la iluminación del aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonso.** Universidad de Los Andes. Tutor: Prof. Luz Stella Moreno Martín. Mayo. 2018.

## RESUMEN

El aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonso nace en el año 1991 con la finalidad de satisfacer y mejorar la calidad de vida de los merideños, el aeropuerto representa alrededor del 20% del consumo eléctrico del estado Mérida y forma parte de los grandes usuarios del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en esta jurisdicción; a eso se le suma que dicha institución es la más importante de la región andina. En consecuencia, la formulación e implementación de un sistema de gestión energética y mejoras en los sistemas de iluminación, redundará en sensibles beneficios, tanto desde el punto de vista del consumo como la calidad y la confiabilidad del servicio. Desde el punto de vista energético, el país no cuenta con una identificación detallada del sector aeroportuario, además, es necesario enfatizar que existen diversas variables que deben ser consideradas a la hora de realizar un estudio para la determinación de los índices de consumo eléctrico. Esto se obtiene a través de un trabajo de campo, donde se debe considerar una serie de aspectos importantes entre los cuales destacan, los años de servicio del aeropuerto, las horas de funcionamiento diarias y el número de personas que diariamente transitan día a día por a la instalación aeroportuaria, además hay que considerar es que la iluminación en un aeropuerto debe estar en óptimas condiciones para poder realizar las tareas diarias y mejorar el tránsito de las personas, ya que una mala iluminación puede afectar el estado de ánimo de los transeúntes y de las personas que laboran diariamente en el aeropuerto.

Descriptores: iluminación, Lumen, sistema eléctrico, luminarias, eficiencia energética.

## INDICE

APROBACION .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN .....	v
INDICE DE FIGURAS .....	x
INDICE DE GRÁFICOS .....	xii
INDICE DE TABLAS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
Capitulo .....	pp

### 1 PROBLEMÁTICA ACTUAL

1.1 Planteamiento del problema .....	3
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Metodología.....	5
1.5 Alcance.....	5
1.6 Limitaciones .....	5

### 2 MARCO TEÓRICO

2.1 Principios de iluminación .....	7
2.1.1 La luz.....	7
2.1.2 Espectro Electromagnético.....	7
2.1.3 Control de la luz .....	8
2.2 Vision humana.....	9
2.2.1 Capacidades visuales .....	10
2.3 Fuentes de luz .....	11

2.4	Métodos de iluminación .....	12
2.5	Fotometría.....	13
2.6	Instrumentos Utilizados Durante El Trabajo .....	15
2.7	Recomendaciones Para Obtener Los Niveles De Iluminación En Un Ambiente Según Norma Covenin 2249 – 93. ....	16
2.9	Carga Conectada.....	17
2.9.1	Tipos de cargas comunes en el aeropuerto.....	17
2.9.2	Diagrama de Pareto .....	18
2.10	Consumo Energético .....	18
2.10.1	Medición del Consumo Eléctrico.....	18
2.10.2	Factor de Demanda .....	19
2.10.2	Índice de Consumo Eléctrico.....	20
2.11	Costo Anual Uniforme Equivalente (Caue).....	20
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DE ENCUESTA</b>	
3.1	Encuesta Dirigida A Las Personas Que Laboran En El Aeropuerto Internacional De El Vigía Juan Pablo Pérez Alfonso.....	23
<b>4</b>	<b>ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO ARTIFICIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN PABLO PEREZ ALFONZO</b>	
4.1	Planta Baja.....	28
4.1.1	Sala de espera del check-in .....	28
4.1.2	Locales y oficinas planta baja.....	29
4.1.3	Check-in.....	30
4.1.4	Sala de desembarque.....	31
4.1.5	Sala de Embarque.....	32
4.2	Planta Alta .....	33
4.2.1	Sala de espera planta alta.....	33
4.2.2	Locales planta alta.....	34
4.2.3	Oficinas.....	36
4.2.4	Restaurante .....	37
4.3	Pasillos Y Escaleras.....	37
4.4	Demanda Actual Del Sistema De Iluminacion.....	38

4.4.1	Cantidad de lámparas usadas actualmente en el aeropuerto .....	40
4.4.2	Índice de Eficiencia Energética de algunas áreas del sistema actual de alumbrado del aeropuerto. ....	40
<b>5</b>	<b>PROPUESTA DE UN NUEVO DISEÑO DE ILUMINACION EFICIENTE</b>	
5.1	Planta Baja.....	44
5.1.1	Sala de desembarque .....	44
5.1.2	Sala de embarque.....	45
5.1.3	Check in .....	45
5.1.4	Sala de espera.....	46
5.1.5	Oficinas y locales .....	48
5.2	PLANTA ALTA.....	49
5.2.1	Sala de espera.....	49
5.2.2	Restaurante .....	50
5.2.3	Oficinas y locales .....	51
5.2.4	Pasillos y áreas restringidas .....	53
5.3	Demanda Del Sistema Propuesto .....	53
5.4	Estudio Energetico Y Economico Del Sistema De Iluminacion Actual Y El Sistema De Iluminacion Propuesto Para El Aeropuerto Internacional Juan Pablo Perez Alfonzo. ....	54
5.4.1	Análisis económico de las luminarias del sistema actual de iluminación del aeropuerto.....	55
5.4.2	Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE).....	56
<b>6</b>	<b>ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN PABLO PÉREZ ALFONZO DEL EL VIGIA</b>	
6.1	Estratificación De Los Grandes Usuarios Del Sistema Eléctrico Nacional (Sen) En El Estado Mérida.....	58
6.2	Estratificación De Los Usos Más Significativos De La Energía Eléctrica En El Aeropuerto De El Vigía.....	60
6.2.1	Estratificación de los usos más significativos de la energía eléctrica que actualmente se consume en el aeropuerto de El Vigía. ....	61
6.3	Descripción De Los Sistemas De Distribución Eléctrica Para Las Diferentes Areas Del Aeropuerto.....	62
6.3.1	Distribución eléctrica de la planta baja del aeropuerto.....	63

6.3.2 Distribución eléctrica de la planta alta del aeropuerto .....	64
6.4 Diagrama Unifilar De La Distribución De Los Tableros Del Aeropuerto Internacional Juan Pablo Perez Alfonzo.....	66
CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES .....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69

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

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>pp</b>
2.1 Espectro electromagnético.....	8
2.2 Campo visual; a) Campo visual Horizontal b) Campo visual Vertical .....	10
2.3 Pinza Amperimétrica.....	16
2.4 Luxómetro digital.....	16
2.5 Diagrama de Pareto para un fenómeno cualquiera estudiado.....	18
4.1 Sala de espera del check in.....	29
4.2 Área de espera 2do piso.....	34
4.3 Algunos locales planta alta.....	35
5.1 Propuesta de la Sala de Desembarque.....	45
5.2 Curvas isolíneas de la sala de desembarque.....	45
5.3 Propuesta de la sala de embarque.....	46
5.4 Curvas isolíneas de la sala de embarque.....	46
5.5 Propuesta para el check in.....	47
5.6 Curvas isolíneas del check in.....	47
5.7 Propuesta para la sala de espera check in.....	48
5.8 Curvas isolíneas para la sala de espera check in.....	48
5.9 Propuesta para la sala de espera segundo piso.....	50
5.10 Curvas isolíneas para la sala de espera segundo piso.....	51
5.10 Propuesta para el restaurante.....	51

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Graficos</b>	<b>pp</b>
3.1 Resultado de la primera pregunta dirigida al personal del aeropuerto.....	23
3.2 Resultado de la segunda pregunta dirigida al personal del aeropuerto.....	24
3.3 Resultado de la tercera pregunta dirigida al personal del aeropuerto.....	25
3.4 Resultado de la cuarta pregunta dirigida al personal del aeropuerto.....	25
3.5 Resultado de la quinta pregunta dirigida al personal del aeropuerto.....	26
4.4 Estado de las lámparas.....	40
6.1 Diagrama de Pareto para grandes usuarios del SEN en el estado Mérida.....	60
6.3 Estratificación de los índices de la energía eléctrica en el aeropuerto.....	62
6.4 Distribución del consumo eléctrico en el aeropuerto.....	62
6.5 Estratificación del consumo actual de la energía eléctrica en el aeropuerto....	63

www.bdigital.ula.ve

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>pp</b>
4.1 Características de medición de sala de espera check in.....	28
4.2 Características de medición las oficinas y locales de la planta baja.....	29
4.3 Características de medición de sala de check in.....	31
4.4 Características de medición de sala de desembarque.....	31
4.5 Características de medición de sala de embarque.....	32
4.6 Características de medición de sala de espera.....	33
4.7 Características de medición de los locales.....	34
4.8 Características de medición de las oficinas.....	36
4.9 Características de medición del restaurante.....	37
4.10 Características de medición los pasillos y escaleras.....	37
4.11 Carga conectada.....	39
4.12 Índice de eficiencia energética.....	40
5.1 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala de desembarque	45
5.2 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala de embarque....	46
5.3 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala del check in....	46
5.4 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala espera check in	47
5.5 Características de medición las oficinas y locales.....	49
5.6 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala de espera.....	50
5.7 Características del nuevo diseño de iluminación para el restaurante.....	51
5.8 Características de medición las oficinas y locales.....	52
5.9 Características de medición para pasillos y áreas restringidas.....	54
5.10 Consumo de potencia para el sistema de iluminación propuesto.....	56
5.11 Precio del consumo anual para el sistema actual y propuesto de iluminación del aeropuerto.....	56
5.12 Precios de las luminarias que se encuentran instaladas en el aeropuerto.....	57
5.13 Precios de las luminarias para el sistema propuesto en el aeropuerto.....	58
6.1 Grandes usuarios del SEN en el estado Mérida. [2015].....	61
6.2 Usos más significativos de la energía eléctrica.....	63
6.3 Uso actual de la energía eléctrica.....	63
6.4 Característica subtablero ST1.....	64
6.5 Característica subtablero ST2.....	64
6.6 Característica subtablero ST3.....	65
6.7 Característica subtablero STC1.....	65
6.8 Característica subtablero STC2.....	65
6.9 Característica subtablero STA.....	66
6.10 Características tablero secundario TS.....	66
6.11 Características tablero principal TP.....	66
6.12 Características de medición de sala de espera check in	66

# INTRODUCCIÓN

La quema de combustibles fósiles representa cerca del 80% de la matriz energética global, según la Agencia Internacional de Energía (AIE por sus siglas en inglés), La AIE, ha establecido que la eficiencia energética constituye la principal herramienta de la que se dispone en la actualidad, para mitigar el calentamiento global y otros impactos de la matriz energética mundial.

Los costos de la energía tienen la tendencia a representar cada vez un mayor peso en la producción y en los servicios, siendo en muchos casos una de las principales partidas del costo total, tanto en entidades públicas como privadas (aunque este no es el caso de Venezuela, donde los bajos precios de la energía, que sigue siendo fuertemente subsidiada por el Estado, constituyen una enorme debilidad para la eficiencia energética).

Sin embargo, en Venezuela existe todo un marco legal que fomenta el uso eficiente de la energía eléctrica, cuyas normas son de preciso acatamiento para los entes públicos.

Actualmente existen en el mercado equipos eléctricos de alta eficiencia energética que disminuyen considerablemente el consumo energético, entre ellos se encuentra la iluminación LED, este tipo de tecnología permite disminuir el consumo de energía y reduce considerablemente los costos económicos, aumenta la calidad lumínica mejorando el bienestar de los trabajadores y transeúntes.

La estructura del estudio la comprenden el capítulo I, donde se representa la importa y el propósito del trabajo realizado, mediante planteamiento del problema, justificación, objetivos, metodología alcance y las limitaciones durante la elaboración del estudio.

El capítulo II define términos fundamentales que describen las características de la iluminación, instrumentos utilizados y conceptos importantes para la determinación de la iluminancia con su respectivo consumo y eficiencia energética.

El capítulo III comprende una encuesta realizada a los trabajadores que se encuentran diariamente en la instalación aeroportuaria.

El capítulo IV determina el estado en que se encuentra la iluminación en el aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo lo que conlleva al capítulo V que por medio de herramientas de diseño se determinara el estudio de un nuevo diseño de iluminación con una eficiencia energética considerable usando la tecnología LED.

El capítulo VI se describe el estado actual del sistema eléctrico de la instalación aeroportuaria específicamente el estado del cableado eléctrico, ubicación de tableros y la carga conectada a cada tablero.

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

# CAPITULO I

## PROBLEMÁTICA ACTUAL

Una buena iluminación es fundamental para lograr dentro del ambiente de trabajo bienestar y comodidad.

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Venezuela siempre ha sido considerado uno de los países con una amplia reserva en recursos energéticos, debido a los bajos costos, el consumo provocado por la población va en aumento, considerándose como uno de los países derrochadores de energía. Aunado a esto las actualizaciones y mantenimiento de los equipos van en decadencia

Las instalaciones aeroportuarias presentan un consumo de energía elevado, por lo tanto, una de las principales acciones es determinar el consumo energético.

La luz natural sirve para disminuir el consumo energético, sin embargo, no todas las áreas del aeropuerto tienen acceso a este recurso. Es por ello que se recurre a sistemas de iluminación artificial, además el tener una buena iluminación es beneficioso tanto para los transeúntes como para los trabajadores.

La carencia de mantenimiento provoca un deterioro tanto en la infraestructura del recinto como en el sistema de iluminación. Además, con esta deficiencia acarrea una iluminación obsoleta y desproporcionada.

Con el pasar de los años el sistema eléctrico y el sistema de iluminación se ha visto modificado debido a los cambios y ampliaciones de la edificación, lo que conlleva a una sobreutilización del cableado y mal uso del sistema eléctrico.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo de El Vigía es de suma importancia debido a que es el único aeropuerto funcionando actualmente en el estado. La iluminación en una entidad aeroportuaria es necesario para contribuir a un ambiente favorable tanto para los transeúntes, como para las personas que laboran en el recinto, por lo tanto, es fundamental tener en óptimas condiciones este sistema. La iluminación es una parte fundamental en el acondicionamiento ergonómico de los puestos de trabajo. Si bien, el ser humano tiene una gran capacidad para adaptarse a las diferentes calidades lumínicas, una deficiencia en la misma puede producir un aumento de la fatiga visual, una reducción en el rendimiento, un incremento en los errores y en ocasiones incluso accidentes. Sin embargo, la iluminación en oficinas es anticuada e ineficiente, las bombillas y luminarias LED establecen un nuevo estándar en el consumo de vatios por metro cuadrado, especialmente cuando se combinan con medidas de controles de iluminación, aprovechamiento de espacios, mobiliario adecuado e incluyendo el color de las paredes. Cabe destacar que actualmente no existe un reporte sobre el consumo energético de dicha entidad.

www.bdigital.ula.ve

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

- Determinar los índices de consumo eléctrico en todas las áreas del Aeropuerto.
- Analizar los sistemas de alumbrado de las diversas áreas del Aeropuerto.
- Analizar las prestaciones lumínicas, confort, sostenibilidad y economía de los sistemas de alumbrado usados en dicho ambiente.
- Diseñar un nuevo sistema de iluminación, que cumpla con lo estipulado en eficiencia energética en iluminación.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un nuevo sistema de iluminación, que cumpla con la eficiencia energética en iluminación.

- Establecer los diferentes métodos para la determinación de los factores de coincidencia, de demanda y los índices de consumo.
- Establecer la eficiencia de sistemas de alumbrado, presentes en el aeropuerto.
- Comprobar si los actuales sistemas de alumbrados proporcionan las condiciones de confort y calidad.
- Estipular los índices de consumo eléctrico en las distintas áreas del Aeropuerto.
- Analizar las prestaciones lumínicas, confort, sostenibilidad y economía de los sistemas de alumbrado usados en dicho ambiente.

## **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**

La evaluación del ahorro energético y de las mejoras del sistema de iluminación del aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alonzo permitirá un análisis completo sobre las condiciones en que se encuentra el sistema de iluminación, así como también se realiza un censo para determinar el grado de satisfacción por parte del personal, con respecto a la misma. Al determinar el consumo real de la instalación aeroportuaria se propondrá las mejoras del sistema de iluminación y carga, el estudio se realizará en la planta baja y alta de la edificación.

## **1.6 LIMITACIONES**

En cuanto a las limitantes del trabajo se puede hacer referencia a la falta de planos arquitectónicos en formato. CAD de la infraestructura únicamente se encuentran disponibles los planos en físico, lo cual no refleja los cambios realizados recientemente en la estructura, de igual manera no se dispone de planos con el diseño eléctrico.

Por otra parte, durante la elaboración de este informe se presentaron retrasos debido a las trabas administrativas que existen en la actualidad y constantemente se realizan cambios de la directiva del aeropuerto lo que ocasiona pérdidas de tiempo, además, la falta de comunicación entre las áreas del aeropuerto acarrea falta de información sobre el trabajo que se estaba realizando.

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

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

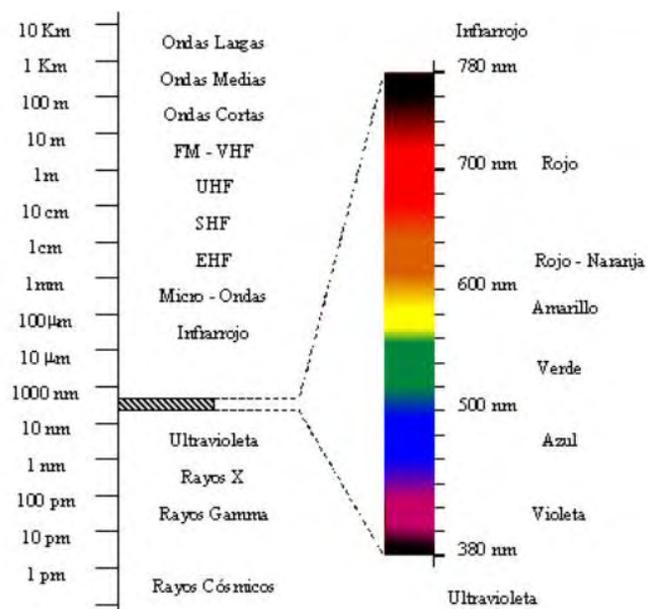
### 2.1 PRINCIPIOS DE ILUMINACIÓN

#### 2.1.1 La luz

La luz es una forma de radiación electromagnética, llamada energía radiante, capaz de excitar la retina del ojo humano y producir, en consecuencia, una sensación visual, es a través de ella que el ser vivo se conecta visualmente con el mundo que lo rodea. Dicha energía radiante se transmite en forma de ondas en cualquier medio con una dirección determinada, y sólo es visible cuando interactúa con la materia. La luz es uno de los requerimientos humanos más esenciales, pues de ella depende realizar todas actividades del día a día.

#### 2.1.2 Espectro Electromagnético

Comprende el conjunto de longitudes de onda de todas las radiaciones electromagnéticas. Entre ellas se encuentran: los rayos gamma que poseen alta energía y son capaces de viajar largas distancias, los rayos X tienen longitudes de ondas más largas y se utilizan en aplicaciones científicas e industriales; principalmente en los aeropuertos para la revisión continua de los equipajes. La radiación ultravioleta (UV) es una porción del espectro electromagnético que se encuentra entre los rayos X y el espectro visible, este rango es la parte del espectro electromagnético que los ojos humanos son capaces de detectar y cubre todos los colores del azul a 400 nm al rojo a 700 nm. Seguidamente la radiación infrarroja y parte del espectro electromagnético visible, cabe destacar que la fuente natural más importante de radiación infrarroja es el sol. Las ondas radioeléctricas, las cuales son longitudes de onda largas, que varían unos pocos centímetros a miles de kilómetros de longitud y sus principales usos son en la televisión, la telefonía y las comunicaciones por radiales. (Ver Figura 2.1).



**Figura 2.1** Espectro electromagnético

**Fuente:** [astrojem.com/teorías/espectroelectromagnetico.html](http://astrojem.com/teorías/espectroelectromagnetico.html)

### 2.1.3 Control de la luz

Un aspecto importante en la luminotecnía es el control de la luz, y esto se debe a que, la mayoría de fuentes luminosas existentes en la actualidad no realizan por sí mismas una distribución del flujo luminoso que permita su aplicación directa, sino que se hace necesaria la utilización de dispositivos que modifiquen o controlen la luz emitida por dichas fuentes luminosas. (Moreno, 2015, p.16). De esta manera se tienen cuatro fenómenos diferentes, que son comunes a todo tipo de luz:

#### Refracción

Ocurre cuando la luz es desviada de su trayectoria al atravesar la superficie con densidades diferentes, por ejemplo, del agua al aire o viceversa.

#### Reflexión

Es el cambio de dirección de una onda, se produce en medios homogéneos e isotrópicos, donde una superficie refleja la luz que incide sobre ella, la reflexión puede ser especular, difusa

o semidirigida. Existen varios colores que reflejan la luz, como el color blanco, el cual refleja un 70% de luz.

### **Transmisión**

Es semejante a la refracción y puede ser dirigida o difusa. Consiste en la propagación del rayo de luz de un medio a otro con densidades diferentes, es decir la luz cambia de dirección al atravesar un medio sólido, líquido o gaseoso y seguidamente vuelve a cambiar nuevamente su dirección al salir de este.

### **Difusión**

Consiste en el esparcimiento en todas las direcciones del espacio del flujo luminoso generalmente se debe a la rugosidad de la superficie en donde incide el rayo.

### **Absorción**

Ocurre cuando un rayo luminoso choca contra una superficie; una parte es absorbida y la otra parte es reflejada. La parte reflejada es la que el ojo percibe como color, mientras que los otros componentes de la luz son absorbidos, el color de los objetos o cuerpos donde la luz incide es importante debido a que, mientras más oscuros sean más luz absorben, en la actualidad se encuentra en estudio un material color negro denominado “**vantablack**” capaz de absorber todas las longitudes de onda, sin que ninguna de éstas rebote.

## **2.2 VISION HUMANA**

El ojo humano es un órgano sensible muy complejo, que recibe la luz procedente de los objetos, la enfoca sobre 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. (Moreno, 2015, p.20)

### 2.2.1 Capacidades visuales

Es un complicado proceso de recepción e interpretación de información recibida. No todas las personas son iguales, por lo tanto, no todas pueden evaluar lo observable de la misma manera, debido a las ajustadas limitaciones del sentido visual y la posibilidad de distorsión. Dentro de estas capacidades visuales se tienen:

- a. **Sensibilidad:** Es la capacidad que tiene el sistema visual para apartar un objeto del fondo en el que se encuentra ubicado. Durante el día, el ojo es capaz de distinguir no solo las formas y detalles, sino que además es capaz de distinguir los colores, esta capacidad es debida a la sensibilización de los conos, los cuales son células que permiten diferenciar las características cromáticas del entorno, a medida que disminuye la luz, el ojo no es capaz de distinguir los colores perfectamente.
- b. **Campo visual:** Es el espacio que distingue el ojo cuando éste se fija y mira hacia adelante. El ojo transmite al cerebro lo que percibe dentro de este campo visual, teniendo en cuenta su forma, sus colores y su volumen. El campo visual del ser humano está limitado a un ángulo de unos  $180^\circ$  en el plano horizontal y unos  $130^\circ$  en el plano vertical,  $60^\circ$  por encima del plano que pasa por los ojos y  $70^\circ$  por debajo de dicho plano.

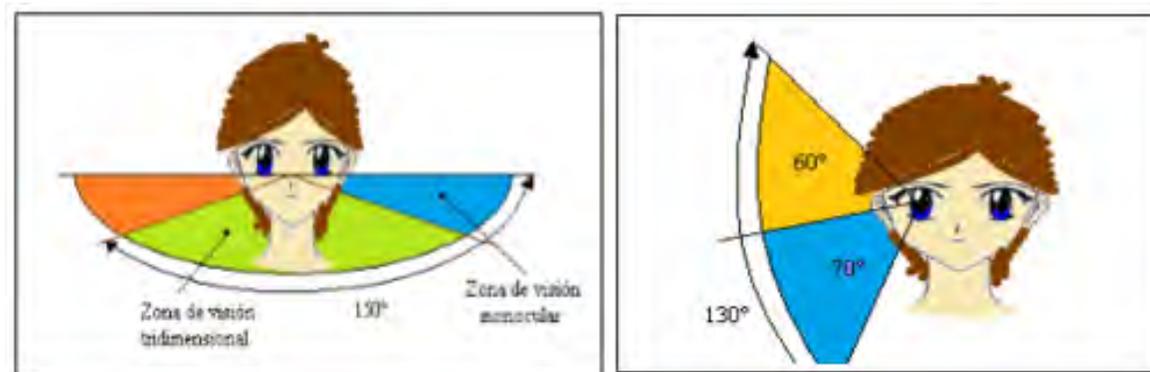


Figura 2.2 a) Campo visual Horizontal.

b) Campo visual Vertical.

Fuente: (Moreno, 2015)

- c. **Agudeza visual:** Permite distinguir los detalles de los objetos, esta capacidad es diversa en cada individuo, para un hombre adulto la agudeza visual es de 1.6, sin embargo, esta varía con la edad; ya que aumenta hasta los 15 años se estabiliza a los 45 años y disminuye a partir de esa edad. Mientras mayor iluminación exista en un espacio, con mayor rapidez este proceso se realizará.

## 2.3 FUENTES DE LUZ

Se conocen dos tipos de fuentes luminosas una suministrada por la propia naturaleza, como lo es el sol y otras de tipo artificial, como una lámpara eléctrica, una linterna o una vela.

- a) **Lámparas incandescentes con halógenos:** Poseen un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno (como yodo o bromo). Los gases se encuentran en equilibrio químico, mejora el rendimiento del filamento y aumenta su vida útil, para su funcionamiento se requiere de temperaturas muy altas para que pueda realizarse el ciclo del halógeno, la apariencia de color de estas lámparas es blanca, y tienen una reproducción excelente de color de 100 y una temperatura de 2900 K. La potencia abarca un amplio rango de valores que van desde los 25 W hasta 48.kW. Su vida media alcanza únicamente las 2.000 y 4.000 horas de funcionamiento.
- b) **Lámparas Fluorescentes–Vapor de mercurio baja presión:** Esta lampara es sin duda hoy en día es la más utilizada y la más versátil por excelencia, constan de un tubo de vidrio fino revestido interiormente con diversas sustancias químicas llamadas fósforos. Esos compuestos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento de tungsteno, que al calentarse contribuye a la ionización de los gases. La potencia para las lámparas fluorescentes abarca el rango desde los 6 hasta los

80 W, su vida media es del orden de 10.000 horas y su vida útil se estima que está entre las 5.000 y 7.500 horas con equipo convencional.

c) **Lámparas Fluorescentes compactas:** Esta lámpara aprovecha la tecnología de los tradicionales tubos fluorescentes para hacer lámparas de menor tamaño y diferentes formas que puedan sustituir a las lámparas incandescentes con pocos cambios en la armadura de instalación y con menor consumo de energía. las lámparas fluorescentes compactas abarcan el rango de potencia 3W hasta 80 W, su temperatura de color va desde 27000K hasta los 6400K y la vida media útil de las lámparas con equipo convencional es de 8.000 horas y 15.000 horas las que poseen equipo electrónico.

d) **Lámparas de LED:** Son lámparas de estado sólido que usa LED 's, 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.

## 2.4 MÉTODOS DE ILUMINACIÓN

- a) **Iluminación general:** Este tipo de iluminación ofrece al ambiente un aspecto ordenado y es fácil de diseñar no requiere coordinación con el bosquejo de la ubicación de los puestos de trabajo.
- b) **Iluminación localizada:** Se usa en escenarios en donde el nivel de iluminación requerido es mayor a los 1000 lux y el alumbrado ordinario no logra abarcarlo.

- c) **Iluminación General-Localizada:** Esta se logra bien sea concentrando las luminarias sobre las zonas de trabajo, o apagando selectivamente las luminarias en una instalación de iluminación general.

## 2.5 FOTOMETRIA

La fotometría se encarga del estudio de los focos luminosos, es decir, estudia la capacidad que tiene el espectro electromagnético en estimular el sistema visual, la fotometría además tiene diversas herramientas de trabajo como son las gráficas, magnitudes y unidades luminosas con el fin de efectuar los cálculos de iluminación necesarios para las diferentes áreas de trabajo, entre este tipo de herramientas se tiene:

- a) **Luminotecnia:** Es el arte que estudia las diferentes formas de producción de luz para fines específicos, así como su control y aplicación.
- b) **Angulo sólido:** Es la zona espacial que abarca un objeto visto desde un punto dado, que se corresponde con la zona del espacio limitada por una superficie cónica y mide el tamaño aparente de ese objeto. El ángulo sólido bajo el cual se ve un objeto desde un punto, se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

$\omega$  = Angulo sólido

$S$  = Superficie del punto donde se desea medir sobre la esfera

$r$  = radio de la esfera

- c) **Flujo luminoso:** Es la potencia expuesta en forma de radiación luminosa a la cual el ojo es sensible, su símbolo es  $\Phi$  y se mide en Lumen (Lm).

- d) Intensidad luminosa:** Es la cantidad de luz emitida en una dirección determinada, consecuentemente, es la relación que existe entre el flujo luminoso contenido en un ángulo sólido, su unidad es candela (cd) y se expresa como:

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

Donde:

I = Intensidad luminosa

$\Phi$  = Flujo luminoso expresado en Lumen

$\omega$  = Angulo sólido expresado en estereorradián

- e) Iluminancia (E):** Es el flujo luminoso percibido en una superficie, su unidad de medida es lux (lx) para medir la iluminancia se requiere de un instrumento denominado luxómetro, la iluminancia se expresa a través de la siguiente ecuación:

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

Donde:

E = Iluminancia

$\phi$  = Flujo luminoso expresado en lumen

S = Superficie iluminada expresada en  $m^2$

- f) Iluminancia media:** Es el valor promedio del flujo luminoso visto en una superficie iluminada.

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

Donde:

Ei= Nivel de iluminación Medido expresado en lux en cada punto

N= Número de puntos tomados en una superficie

- g) **Eficiencia luminosa:** Igualmente conocido como rendimiento luminoso indica el rendimiento energético de una lámpara cualquiera y calcula la cantidad de luz que emitirá dicha lámpara, ya que no toda la energía consumida se transformará en luz visible, debido a que una parte se pierde en calor y otra en radiación no visible. El rendimiento energético se expresa de la siguiente manera:

$$\varepsilon = \frac{\phi}{P} \text{ Lm/w} \quad (2.5)$$

- h) **Eficiencia energética:** Su objetivo principal es reducir la cantidad de energía eléctrica consumida, ya que no solo se trata de iluminar una habitación cualquiera, sino de iluminarla disipando la menor cantidad de energía posible, para así poder reducir costos y promover una mejora económicamente posible, la eficiencia energética será una exigencia que se empleará para el nuevo modelo de iluminación y se comparará con el modelo actual, su unidad de medida es [w/m<sup>2</sup>] por cada 100 lx.

$$IEE = \frac{PI * 100}{S * Em} \quad (2.6)$$

Donde:

PI= Potencia instalada

S= Superficie iluminada

Em = Iluminancia media horizontal mantenida

## 2.6 INSTRUMENTOS UTILIZADOS DURANTE EL TRABAJO

Los instrumentos que se suelen utilizar en las auditorías energéticas siempre dependen del alcance de la misma, por lo que los instrumentos utilizados solamente se comprenden en:

- a) **Multímetro:** instrumento de medición utilizado para arrojar valores de corriente y tensión AC/DC, resistencia, continuidad entre otras funciones, existen diversos equipos

como la pinza amperimétrica, que resulta de gran utilidad ya que permite medir la corriente sin interrumpir el suministro eléctrico.



**Figura 2.3 Pinza Amperimétrica**

- b) **Luxómetro:** este instrumento permite medir el nivel de luminosidad en un ambiente deseado, su unidad de medida es lux (lx), el luxómetro posee una celda fotoeléctrica que capta la luz y los convierte en pulsos eléctricos.



**Figura 2.4 Luxómetro digital**

## **2.7 RECOMENDACIONES PARA OBTENER LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN EN UN AMBIENTE SEGÚN NORMA COVENIN 2249 – 93.**

Para realizar un estudio de iluminación se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se debe utilizar un luxómetro para medir los niveles de iluminación.
- Se deben encender las luminarias y se deja en funcionamiento durante 10 minutos, para estabilizar el nivel de iluminación del sector.
- La distancia de cada punto medido debe ser aproximadamente 50cm esta no deberá exceder los 60cm.
- Para calcular el valor medio de iluminancia en un ambiente se debe construir una matriz y su tamaño va a depender del área del ambiente entre los 50cm de distancia que se debe

dejar entre punto y punto, de esta manera se conoce la cantidad de puntos que tendrá dicha matriz, sin embargo, es difícil medir la cantidad total de puntos que conforma la matriz debido al mobiliario que se encuentra en cada espacio.

- Se recomienda evitar el paso de personas en el sector, ya que crean sombra y pueden interferir en el resultado de la medida.
- La medida en cada punto del área de trabajo se debe tomar a una a la altura aproximadamente de 80 centímetros del piso.
- Se debe evaluar el tipo de luminaria, número de luminarias, potencia instalada, potencia en uso, color de pared / piso y mobiliario.

## 2.9 CARGA CONECTADA

Corresponde a la suma total del valor de la potencia nominal de todos los equipos consumidores, que se conectan a la red del sistema. Puede ser expresada en unidades de kVA, kW o amperios. [Canabal, 1996]

### 2.9.1 Tipos de cargas comunes en el aeropuerto

- a) **Cargas de iluminación:** La carga de iluminación en general oscila entre 25% y 60% del total de la carga, existiendo también casos en los cuales la proporción varía, a causa del uso o tipo de servicio que presta la edificación.
- b) **Cargas de tomacorrientes de uso general:** Esta carga representa el consumo de los artefactos que se pueden conectar en los tomacorrientes que para uso general se proyectan en toda instalación eléctrica.
- c) **Cargas de equipos especiales:** Corresponde el porcentaje restante de la carga total. Su magnitud puede ser considerada en base a valores unitarios, pero para su determinación exacta se requiere conocer la lista de equipos existentes con sus características eléctricas detalladas, algunos de ellos son los siguientes
  - *Aire Acondicionado:* Esta carga representa un porcentaje grande de la carga total. Esta por el orden del 40% en edificios totalmente acondicionados.
  - *Equipo de Rayos X*
  - *Equipo detector de metales*

## 2.9.2 Diagrama de Pareto

“Los diagramas de Pareto son gráficos especializados de barras que presentan la información en orden descendente, desde la categoría mayor a la más pequeña en unidades y en por ciento. Los porcentajes agregados de cada barra se conectan por una línea para mostrar la suma incremental de cada categoría respecto al total” [Borroto, 2006].

Este diagrama es bastante útil ya que indica básicamente que el 80% de los efectos de cualquier fenómeno estudiado es provocado por el 20% de las causas.

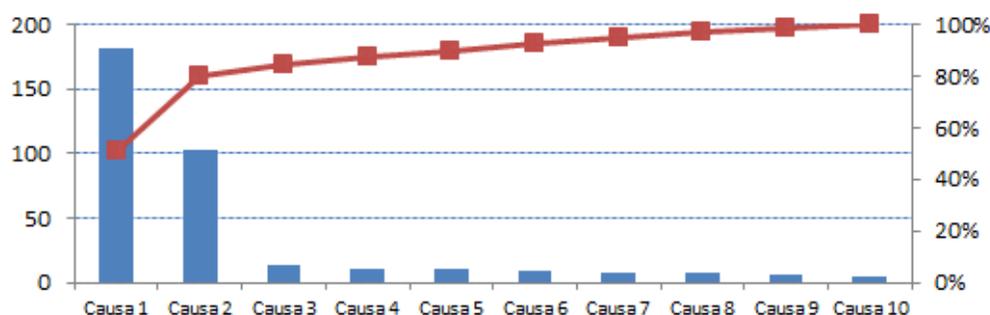


Figura 2.5 Diagrama de Pareto para un fenómeno cualquiera estudiado.

## 2.10 CONSUMO ENERGÉTICO

Concierne al gasto total de energía, para una causa determinada. Puede definirse como la energía consumida por un aparato eléctrico cuya potencia fuese un kilovatio (kW) y estuviese funcionando durante una hora. El consumo energético, depende del tipo de proceso que se desarrolla dentro de un lugar específico y de los equipos instalados. Los edificios generalmente consumen una importante cantidad de energía en cada una de sus fases o etapas de su ciclo de vida.

### 2.10.1 Medición del Consumo Eléctrico

La facturación por consumo que realizan las empresas que suministran energía eléctrica a sus clientes, registra en kWh los consumos de todos los equipos e instalaciones, por un período determinado (diario, mensual, anual). La forma en que se registra este parámetro es a través de

un sistema de medición, ya sea por medios analógicos o digitales, en donde se reconocerá el consumo total de energía en el período de facturación.

$$\text{kWh} = \text{kW Demanda} * \text{N}^\circ \text{ Horas Uso} \quad (2.7)$$

Además, del consumo energético en kWh, las empresas de suministro eléctrico incluyen la facturación por demanda, que corresponde fundamentalmente a las inversiones que se tienen que realizar para garantizar el suministro eléctrico apropiado.

### 2.10.2 Factor de Demanda

Es la relación entre la demanda máxima de un sistema o parte de un sistema, que se esté considerando, y la carga total conectada al mismo. Este factor es casi siempre menor que la unidad. Podría ser igual que la unidad solo si las demandas máximas individuales fueran iguales a las cargas conectadas, y estuvieran energizadas simultáneamente por un período de tiempo, igual al intervalo de demanda considerado [Canabal, 1996].

$$\text{FDem} = \text{Dmax} / \text{Carga Conectada} \quad (2.8)$$

Donde:

DMax, es la demanda máxima (kW, MW, etc.) y carga conectada (kW, MW, etc.).

Los valores tradicionales están lejos de la unidad, debido a que, entre otros factores:

- No todas las cargas están a su máxima capacidad al mismo tiempo.
- No resulta necesaria toda la carga de iluminación o aire acondicionado en determinados períodos.
- No existen reglas que definan con exactitud el comportamiento de los factores de demanda, aunque se pueden relacionar algunas tendencias:
  - a) Las cargas con factor de demanda unitario no son muy comunes.
  - b) Cuando en una industria el número de motores aumenta, su factor de demanda tiende a disminuir.

### 2.10.2 Índice de Consumo Eléctrico

En términos generales, un índice es la medida cuantitativa o cualitativa que permite asemejar cambios en el tiempo y cuya intención es comprobar qué tan bien está funcionando un sistema, dando la voz de alerta sobre la presencia de un problema y aprobando la necesidad de tomar medidas para remediarlo, una vez teniendo una claridad exacta sobre las causas que lo generaron.

En este sentido, los índices se tornan en uno de los elementos centrales de un sistema de referenciación, ya que permiten, dada su naturaleza, la comparación al interior de la organización (referenciación interna) o al exterior de la misma (referenciación externo colectiva).

Sin embargo, para que un índice desempeñe este objetivo de manera efectiva, debe poseer, entre otras, las siguientes características:

- a) **Relevante:** debe ser importante o clave para los propósitos que se buscan.
- b) **Entendible:** no debe dar lugar a ambigüedades o malinterpretaciones que puedan desvirtuar su análisis.
- c) **Basado en información confiable:** la exactitud del indicador debe ser suficiente para tomar la decisión adecuada.
- d) **Transparente/verificable:** su información debe estar apropiadamente soportado y debe ser documentado para su seguimiento.
- e) **Basado en información específica con relación al lugar y el tiempo:** debe ser asociado a hechos reales que faciliten su análisis.

### 2.11 COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (CAUE)

El método del CAUE consiste en convertir todos los ingresos y egresos, en una serie uniforme de pagos. La selección que se hace sobre el CAUE para propuestas de costos, es simplemente escoger la alternativa que tenga un menor costo como la más favorable.

Su fórmula está dada por:

$$CAUE = CI * \left(\frac{A}{P}, i, n\right) + CAO \quad (2.14)$$

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right) = \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1} \quad (2.15)$$

Donde

**CI**= Costo inicial total de todas las luminarias instaladas

**CAO**= Costo anual de operación por consumo de energía

**n**= Número de periodos de vida útil

**i**= Tasa de interés

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

## CAPITULO III

### ANALISIS DE ENCUESTA

Para profundizar esta investigación se realizó una encuesta a las personas que laboran diariamente en el aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonso de El Vigía con la finalidad de obtener una opinión más clara sobre la iluminación y estado del recinto en general. La encuesta es una técnica de investigación de campo, que se emplea para lograr un mayor acopio de información, basada en la realización de preguntas enfocadas a la obtención de datos y obtener determinados datos que pueden brindar un mensaje cotidiano y simple.

Para conseguir un estimado de la cantidad de personas a encuestar se utilizó la conocida campana de Gauss, donde conociendo la población se aplicó la ecuación (3.1).

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

**Donde:**

**n** = tamaño de la muestra.

**Z** = es una constante que depende del nivel de confianza que se asigne, este indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos.

**P** = es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato generalmente es desconocido y se suele suponer que  $P=Q=0.5$  que es la opción más segura.

**Q** = es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es  $1-p$ .

**N** = es el tamaño de la población o universo

e = error de estimación.

### 3.1 ENCUESTA DIRIGIDA A LAS PERSONAS QUE LABORAN EN EL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE EL VIGÍA JUAN PABLO PÉREZ ALFONSO.

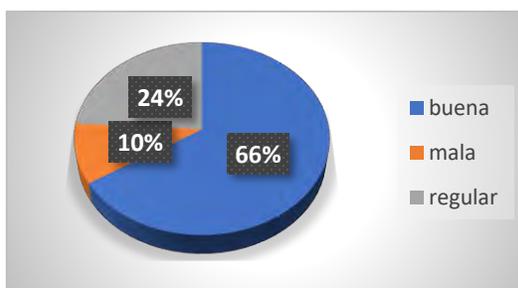
La población suministrada por recursos humanos es 52 personas activas, por lo tanto, para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la ecuación (3.1) donde se utilizó un nivel de confianza de 90% ( $Z= 1.65$ ), con un error de estimación de 10% y se obtuvo:

$$n = \frac{1.65^2 * 0.5 * 0.5 * 52}{52 * 0.1^2 + 1.65^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 29.47$$

La muestra de personas a encuestar es de 29 pero debido a la poca cantidad de personas que laboran en el recinto aeroportuario se decidió entrevistarlos a todos lo que estaban trabajando el día de la encuesta, incluyendo trabajadores de las aerolíneas, secretarías y personal de seguridad y mantenimiento. A continuación, se describirán las preguntas y opciones a escoger. Conjuntamente con los resultados de cada una de las preguntas realizadas.

1. ¿Cómo considera usted la iluminación en su área de trabajo?
  - a) Buena
  - b) Mala
  - c) Regular



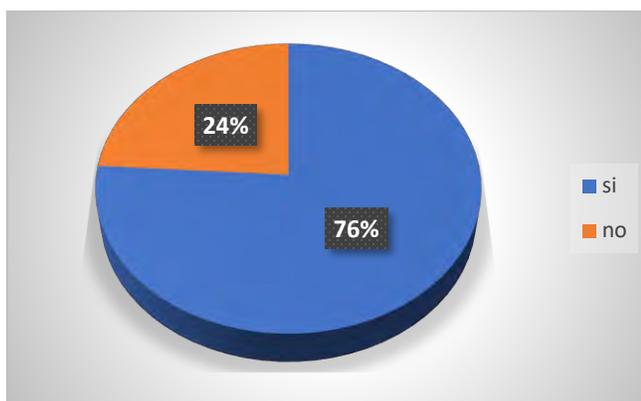
**Gráfico 3.1 Resultado de la primera pregunta dirigida al personal del aeropuerto**

En el gráfico 3.1 se puede observar que el 66% que corresponde a 33 personas consideran una iluminación buena en su área de trabajo, el 24% correspondiente a 12 personas encuestadas que consideran que la iluminación en su área de trabajo es regular y el 10% que corresponde a

5 personas opinan que es mala. Con estos resultados se demuestra que una más del 50% del personal está satisfecho con la iluminación que posee su área de trabajo las áreas de trabajo.

2. ¿Le resulta agradable el entorno visual dentro de su área de trabajo?

- a) Si
- b) No



**Gráfico 3.2 Resultado de la segunda pregunta dirigida al personal del aeropuerto**

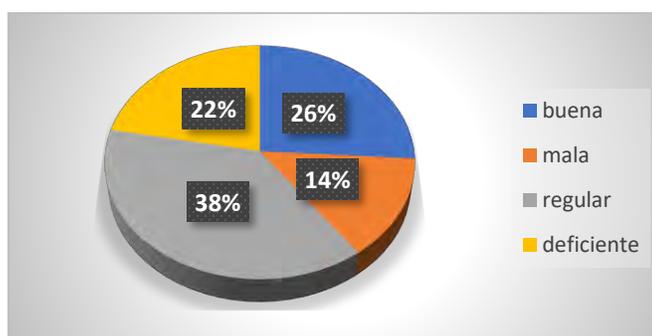
Como resultado se obtiene que el 76% de los encuestados les resulta agradable el entorno visual dentro de su área de trabajo, puesto que consideran que la iluminación les ayuda con sus tareas asignadas, sin embargo, el 24% (12 personas) no les resulta agradable el entorno visual, porque no les permite desenvolverse de manera eficiente en su trabajo.

3. ¿Cómo califica usted la iluminación aeropuerto?

- a) Buena
- b) Mala
- c) Regular
- d) Deficiente

De 50 personas encuestadas se puede observar en el (grafico 3.3) que 19 personas es decir 38% de los encuestados considera que la iluminación del aeropuerto es regular, en contraste con

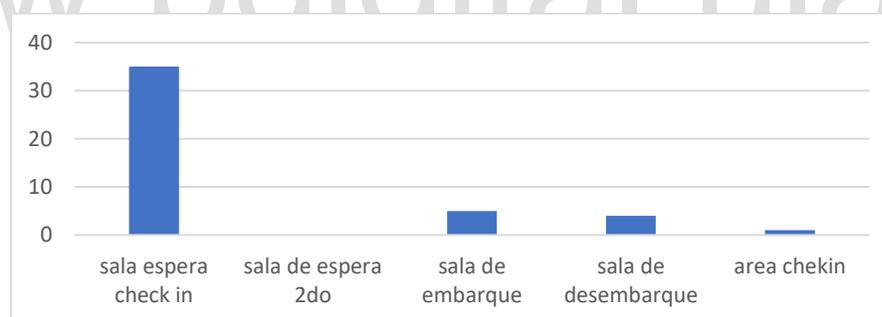
el 26% de las personas 13 encuestados, considera que la iluminación es buena, el 22% y 14% de las personas de ellas considera que la iluminación es deficiente y mala respectivamente.



**Gráfico 3.3 Resultado de la tercera pregunta dirigida al personal del aeropuerto**

4 ¿Cuál zona del aeropuerto considera Ud. que la iluminación natural es adecuada?

- a) Check in espera    b) check in    c) sala de espera 2do piso    d) sala de embarque  
e) sala de desembarque

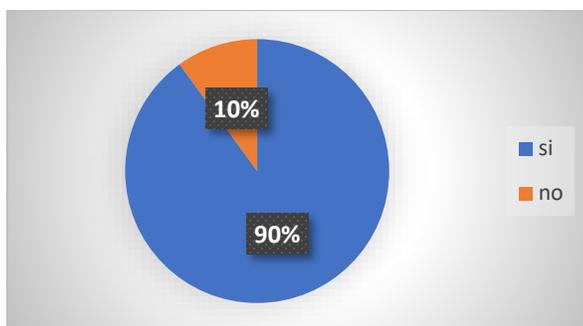


**Gráfico 3.4 Resultado de la cuarta pregunta dirigida al personal del aeropuerto**

Claramente se puede observar que 35 personas encuestadas opinan que la mejor zona del aeropuerto con iluminación natural adecuada es la sala de espera del check in, en contraste con las áreas críticas de iluminación natural que son el segundo piso del aeropuerto y el área del check in donde una sola persona considera su iluminación adecuada, mientras que las salas de embarque y desembarque solamente fueron consideradas por 5 y 4 personas respectivamente.

5. Ha observado lámparas quemadas o en mal estado?

- a) si                      b) no



**Gráfico 3.5 Resultado de la quinta pregunta dirigida al personal del aeropuerto**

Claramente se puede observar que un 90% de los encuestados, es decir, 45 personas han visto alguna lámpara quemada o en mal estado, mientras que solo el 10% niega haber visto alguna lámpara en mal estado.

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

## **CAPITULO IV**

# **ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO ARTIFICIAL DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN PABLO PEREZ ALFONZO.**

En el presente capítulo se verificará el estado de la iluminación artificial del aeropuerto Juan Pablo Pérez Alfonzo, dando a conocer el tipo de luminarias que posee cada área de trabajo.

Para la realización de este estudio se utilizó un luxómetro, el cual es un instrumento digital y permite determinar la iluminancia real de las instalaciones, su unidad como se menciona en capítulos anteriores es el Lux.

La manera de proceder al momento de una medición es tomar varios puntos dependiendo del tamaño del espacio a medir, los cuales tienen una distancia de 50 cm entre punto, además de tener una distancia sobre el nivel del suelo de 80 cm.

Para la medición de cada espacio se tomaron datos del tiempo en que se realizó la medida, tipos de luminarias, número de lámparas por luminarias, potencia instalada y además se considerara la potencia que está en uso actualmente, color de piso/pared/techo asimismo la ubicación de las ventanas y puertas.

Una vez realizada la medición de todos los puntos y mediante la ecuación 2.4 se procede a sacar un promedio de la iluminancia, luego este valor es comparado con los valores estándares descritos en la norma COVENIN, con la finalidad de determinar si cumple con lo establecido o no.

La gran parte del aeropuerto posee luminarias con lámparas de tubos fluorescentes de 4x40 W T8 color blanco marca Philips, además de bombillos ahorradores entre 12 W hasta 60 W, los cuales trabajan con un voltaje de 120 v y 60 Hz.

## 4.1 PLANTA BAJA

### 4.1.1 Sala de espera del check-in

Cuenta con una envergadura de 182.6 m<sup>2</sup> actualmente se encuentra equipada con unas luminarias de lámparas especulares fluorescentes de 4x40 W T8 marca Philips las cuales en su mayoría están quemadas, además cuenta con 5 bombillas ahorradoras fluorescentes de 60 W, asimismo, cuenta con iluminación natural, a pesar de que no está debidamente aprovechada, ya que las ventanas panorámicas poseen papel ahumado lo que hace que la sala se perciba más oscura, a pesar de esto, la sala cumple con la norma COVENIN, iluminación en tareas y áreas de trabajo vigente desde 1993 que establece que la luminancia media debe estar comprendida entre 100 a 200 lux para este tipo de áreas.

**Tabla 4.1 Características de medición de sala de espera check in**

Fecha de la medición	<b>25 de enero de 2018</b>
Hora de la medición	12:15 pm
Tipo de luminaria	26 luminarias de 4 tubos fluorescentes de 40W, 5 bombillos fluorescentes de 60 w
Tipo de lámpara	Tubo fluorescente T8 marca Philips
Número de luminarias	30
Número de lámparas	108
Número de lámparas en funcionamiento	12
Potencia Instalada (W)	4620
Potencia en uso (W)	540
Número de puntos medidos	246
Iluminancia máxima (lx)	800
Iluminancia media (lx)	164
Iluminancia mínima (lx)	64



Figura 4.1 Sala de espera del check in

#### 4.1.2 Locales y oficinas planta baja

Tabla 4.2 Características de medición las oficinas y locales de la planta baja

Lugar	Hora fecha	Color de: pared piso techo	N <sup>ro.</sup> de luminarias	N <sup>ro.</sup> de lámparas en buen estado	N <sup>ro.</sup> de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Avis	9:00am	Blanco Beige Blanco	1 de 17w	1	4	133.6	200-500
Embalaje de maletas #1	9:15am	Blanco Beige Blanco	1	0	4	8	200-500
Embalaje de maletas #2	9:20am	Blanco Beige Blanco	1	0	4	5	200-500
Tasas aeropuerto	12:00pm	Blanco Beige Blanco	2 de 17w	2	10	81	200-500
Sebin	13:00	Blanco Beige Blanco	1 de 17w	1	8	50	200-500

Lugar	Hora fecha	Color de: pared piso techo	N <sup>ro.</sup> de luminarias	N <sup>ro.</sup> de lámparas en buen estado	N <sup>ro.</sup> de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Conviasa	13:15	Blanco Beige Blanco	1 de 32 W	1	8	115.6	200-500
Despacho de vuelos sapam	13:30	Blanco Beige Blanco	2 de 17 W	2	16	73	200-500
Oficina inac	13:45	Blanco Beige Blanco	1 de 17 W	1	19	90	200-500
Salón VIP	13:55	Blanco Beige Blanco	1 de 32 W	1	22	130	200-500
Información	14:20	Blanco Beige Blanco	2 de 17 W	2	25	110	200-500

Las oficinas y locales mostradas en la tabla 4.2 se encuentran iluminadas con bombillas ahorradoras fluorescentes entre 17W a 32W. Al hacer el estudio de iluminancia fácilmente se observa que ninguna oficina o local cuenta con los niveles requeridos por la norma COVENIN, razón por la cual se recomienda mejorar la iluminación y sustituir las lámparas dañadas para brindar una mejor atención a los usuarios.

#### 4.1.3 Check-in

Cuenta con un área de 95.34 m<sup>2</sup> la cual recibe una porción de iluminación natural, pero debido a su ubicación apenas se obtiene una iluminancia media de 65 lux, lo cual se ubica fuera del rango que sugiere la norma COVENIN, esta sugiere un rango entre 100 lux como mínimo hasta 200 lux como iluminancia máxima, para así generar un mejor bienestar a los transeúntes y mejorar las condiciones de trabajo de los empleados.

**Tabla 4.3 Características de medición de sala de check in**

Fecha de la medición	<b>26 de enero de 2018</b>
Hora de la medición	13:15 pm
Tipo de luminaria	14 luminarias de 4 tubos fluorescentes de 40W, 17 bombillos fluorescentes de 17 w
Tipo de lámpara	Tubo fluorescente T8 marca Philips
Número de luminarias	31
Número de lámparas	73
Número de lámparas en funcionamiento	33
Potencia Instalada (W)	2529
Potencia en uso (W)	929
Número de puntos medidos	214
Iluminancia máxima (lx)	147
Iluminancia media (lx)	65
Iluminancia mínima (lx)	15

#### 4.1.4 Sala de desembarque

La sala de desembarque tiene una envergadura de 270 m<sup>2</sup>, debido a su ubicación posee iluminación natural que en su mayor parte no está bien aprovechada, ya que las ventanas panorámicas son oscuras y su limpieza no es la adecuada, posee unas luminarias con lámparas especulares fluorescentes de 4x40 W T8 marca Philips las cuales en su mayoría están quemadas lo que hace que su iluminación artificial sea deficiente, es por ello que se recomienda aprovechar mejor la iluminación natural, ya que su ubicación así lo permite.

**Tabla 4.4 Características de medición de sala de desembarque**

Fecha de la medición	<b>25de enero de 2018</b>
Hora de la medición	9:00 am
Tipo de luminaria	67 luminarias de 4 tubos fluorescentes de 40W
Tipo de lámpara	Tubo fluorescente T8 marca Philips

Número de luminarias	67
Número de lámparas	268
Número de lámparas en funcionamiento	61
Potencia Instalada (W)	10720
Potencia en uso (W)	2440
Número de puntos medidos	324
Iluminancia máxima (lx)	980
Iluminancia media (lx)	63
Iluminancia mínima (lx)	11

#### 4.1.5 Sala de Embarque

La sala de embarque del aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo de El Vigía tiene un área de 149.75 m<sup>2</sup> también cuenta con la característica de estar en una excelente ubicación y de poseer una buena iluminación natural, sin embargo, esta no se encuentra debidamente aprovechada, al poseer papel ahumado las ventanas que abarcan una pared de 21 metros de largo, el área de embarque posee unas luminarias con lámparas especulares fluorescentes de 4x40 W T8 marca Philips de las cuales la mayoría están quemadas.

**Tabla 4.5 Características de medición de sala de embarque**

Fecha de la medición	<b>25 de enero de 2018</b>
Hora de la medición	2:00 am
Tipo de luminaria	57 luminarias de 4 tubos fluorescentes de 40W
Tipo de lámpara	Tubo fluorescente T8 marca Philips
Número de luminarias	57
Número de lámparas	228
Número de lámparas en funcionamiento	41
Potencia Instalada (W)	9120
Potencia en uso (W)	1640

Número de puntos medidos	176
Iluminancia máxima (lx)	336
Iluminancia media (lx)	56
Iluminancia mínima (lx)	24

## 4.2 PLANTA ALTA

### 4.2.1 Sala de espera planta alta

**Tabla 4.6 Características de medición de sala de espera**

Fecha de la medición	<b>27 de enero de 2018</b>
Hora de la medición	9:00 am
Tipo de luminaria	21 luminarias de 4 tubos fluorescentes de 40W, 4 bombillos fluorescentes de 17 w
Tipo de lámpara	Tubo fluorescente T8 marca Philips
Número de luminarias	25
Número de lámparas	86
Número de lámparas en funcionamiento	18
Potencia Instalada (W)	3348
Potencia en uso (W)	628
Número de puntos medidos	176
Iluminancia máxima (lx)	140
Iluminancia media (lx)	58
Iluminancia mínima (lx)	44

Esta sala consta con un área de 137.32 m<sup>2</sup> está constituida por múltiples locales los cuales contribuyen de cierta manera en la iluminación del área de espera, no cumple con las normas de iluminación requeridas para este tipo de área, como ha sido mencionado anteriormente, según la norma COVENIN va desde 100 a 200 Lux.

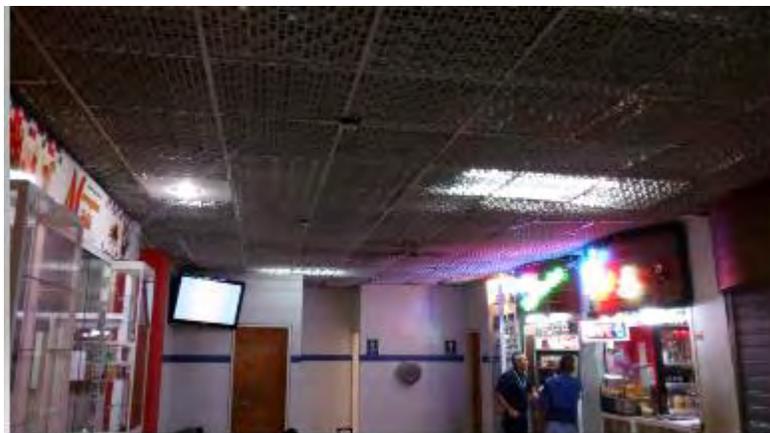


Figura 4.2 Área de espera 2do piso

#### 4.2.2 Locales planta alta

Tabla 4.7 Características de medición de los locales

Lugar	Hora fecha	Color de: pared piso techo	N <sup>ro.</sup> de luminarias	N <sup>ro.</sup> de lámparas en buen estado	N <sup>ro.</sup> de puntos medidos	Illuminancia media (lx)	Illuminancia recomendada (lx)
<b>Fotocopiado</b>	9:00	Blanco Beige Blanco	2 de 32 W	2	4	300	200-500
<b>Kiosko</b>	9:10	Blanco Beige Blanco	2 de 32 w	2	4	350	200-500
<b>Agencia viajes</b>	9:15	Blanco Beige Blanco	-	-	-	-	200-500
<b>Cafetín 1</b>	9:20	Blanco Beige Blanco	2 de 60 W	2	8	350	200-500
<b>Tienda</b>	9:25	Blanco Beige Blanco	4 de 17 W	4	-	-	200-500
<b>Cafetín 2</b>	9:30	Blanco Beige Blanco	1 de 60 W	1	3	350	200-500

Lugar	Hora fecha	Color de: pared piso techo	N <sup>ro.</sup> de luminarias	N <sup>ro.</sup> de lámparas en buen estado	N <sup>ro.</sup> de puntos medidos	Illuminancia media (lx)	Illuminancia recomendada (lx)
<b>Cafetín 3</b>	9:35	Blanco Beige Blanco	2 de 60w	2	3	338	200-500
<b>Tienda dulces 1</b>	9:40	Blanco Beige Blanco	2 de 32w	2	3	230	200-500
<b>Tienda dulces 2</b>	9:50	Blanco Beige Blanco	2 de 32w	2	5	235	200-500
<b>Tienda pasteles</b>	10:00	Blanco Beige Blanco	2 de 32w	2	4	290	200-500
<b>Tienda pasteles</b>	10:15	Blanco Beige Blanco	1 de 60w	1	4	390	200-500

Como se puede observar en la tabla 4.6 los locales tienen instaladas bombillas ahorradoras fluorescentes de 60W, 32W y 17W, al realizar las mediciones de luminancia se pudo observar que todos los locales se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma.



**Figura 4.3 Algunos locales planta alta**

### 4.2.3 Oficinas

**Tabla 4.8 Características de medición de las oficinas**

Lugar	Hora fecha	Color de: pared piso techo	N <sup>ro.</sup> de luminarias	N <sup>ro.</sup> de lámparas en buen estado	N <sup>ro.</sup> de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Sapam 1	8:30 am 15/10/17	Blanco Beige Blanco	1 de 12w	1	16	50	200-500
Sapam 2	8:40 am 15/10/17	Blanco Beige Blanco	2 de 12w	1	32	77	200-500
Sapam 3	8:55 am 15/10/17	Blanco Beige Blanco	1 de 12w	1	12	78	200-500
seguridad	9:10 am 15/10/17	Blanco Beige Blanco	1 de 12w	1	24	57	200-500
Laser	10:00 am 15/10/17	Blanco Beige Blanco	5 de 12w	3	28	98	200-500
Seniat	9:00 am 15/10/17	Blanco Beige Blanco	12 4x32w T8	6	80	89	200-500

En la tabla 4.8 se puede observar que ninguna oficina cumple con las normas COVENIN para la iluminación de oficinas, estas poseen bombillos ahorradores fluorescentes de 12W y tubos fluorescentes 4x32w T8 marca Philips, el nivel promedio de iluminancias es de 66 lux, Se recomienda mejorar la iluminación para así lograr una mejor calidad del trabajo, ya que las personas que laboran en esta área deben estar revisando constantemente documentos.

#### 4.2.4 Restaurante

**Tabla 4.9 Características de medición del restaurante**

Fecha de la medición	<b>7 de febrero de 2018</b>
Hora de la medición	2:00 pm
Tipo de luminaria	15 luminarias de 4 tubos fluorescentes de 32W, 11 bombillos fluorescentes de 17 w
Tipo de lámpara	Tubo fluorescente T8 marca Philips
Número de luminarias	30
Número de lámparas	90
Número de lámparas en funcionamiento	70
Potencia Instalada (W)	2880
Potencia en uso (W)	2240
Número de puntos medidos	930
Iluminancia máxima (lx)	1500
Iluminancia media (lx)	468
Iluminancia mínima (lx)	70

#### 4.3 PASILLOS Y ESCALERAS

**Tabla 4.10 Características de medición los pasillos y escaleras**

Lugar	Hora fecha	Color de: pared piso techo	N <sup>ro.</sup> de luminarias	N <sup>ro.</sup> de lámparas en buen estado	N <sup>ro.</sup> de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Pasillo restringido 2do piso	8:50 am 15/12/17	Blanco Begie Gris	2 de 12w	1	23	105.3	100-200

Lugar	Hora fecha	Color de: pared piso techo	N <sup>ro.</sup> de luminarias	N <sup>ro.</sup> de lámparas en buen estado	N <sup>ro.</sup> de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Pasillo de chequeo de transeúntes	11:40 am 15/12/17	Blanco Beige Gris	1 de 2x18w led, 2 de 17w	3	80	115.9	100-200
Escaleras principales	8:55 am 15/12/17	Blanco Beige Gris	1 de 60w	1	65	130.6	100-200
Pasillo PA	10:00 am 15/10/17	Blanco Beige Gris	8 de 4x32w T8	2	103	65.5	100-200
Pasillo área restringida (inac)	10:10 am 15/10/17	Blanco Beige blanco	1 de 12w	1	33	16	100-200
Pasillo seniat	10:30 am 15/10/17	Blanco Beige Blanco	17 de 17w	17	98	135	100-200

Como se puede observar en la tabla 4.8 algunas áreas logran cumplir con las normas COVENIN, pero en la mayoría de los casos se debe a la iluminación natural, cabe destacar que las luminarias presentes en mal estado son evidentes, se recomienda cambiar las luminarias dañadas en las zonas críticas para mejorar el paso de los transeúntes.

#### 4.4 DEMANDA ACTUAL DEL SISTEMA DE ILUMINACION

Para conocer la demanda actual de la iluminación se realizó la suma de las potencias de cada una de las lámparas instaladas. A continuación, en la tabla 4.9, se muestra la carga conectada

de todo el sistema de iluminación del aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo de El Vigía.

**Tabla 4.11 Carga conectada**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Número de lámparas</b>	<b>Potencia por Lámpara (W)</b>	<b>Potencia Total (W)</b>
Tubo especular T8 fluorescente	454	40	18160
Tubo especular T8 fluorescente	90	32	2880
Tubo especular T8 LED	2	18	36
Ahorrador fluorescente	48	12	576
Ahorrador fluorescente	38	17	646
Ahorrador fluorescente	14	32	448
Ahorrador fluorescente	11	60	600
Led	4	12	48
		<b>Total</b>	<b>23454</b>

Para determinar la demanda máxima se toma en cuenta la ecuación 2.13 descrita en el capítulo II. Al tratarse de un aeropuerto, la iluminación debe estar activa por largos periodos de tiempo, se usará un Factor de demanda unitario (1), por lo tanto, al aplicar la ecuación 2.13 resulta:

$$D_{max} = 1 * 23454w = 23454 W$$

Por lo tanto, para obtener el valor actual de la demanda máxima se usará un Factor de potencia  $F_p = 0.9$ , para así obtener la potencia aparente en Voltio-Ampere, Lo que da como resultado

$$D_{max}(VA) = \frac{23454}{.9} = 26060 VA$$

#### 4.4.1 Cantidad de lámparas usadas actualmente en el aeropuerto



**Gráfico 4.4 Estado de las lámparas**

En el aeropuerto internacional de El Vigía se encuentran instaladas 664 lámparas de las cuales, como se puede observar en el gráfico 4.4, el 60% de las lámparas se encuentran en mal estado, lo que ocasiona que la iluminancia en el aeropuerto sea deficiente, por lo tanto, es de suma importancia la propuesta de alumbrado que permita la utilización de tecnología LED y el ahorro de energía, tratando de aprovechar al máximo la iluminación natural disponible.

#### 4.4.2 Índice de Eficiencia Energética de algunas áreas del sistema actual de alumbrado del aeropuerto.

**Tabla 4.12 Índice de eficiencia energética**

Lugar	Superficie (m2)	Potencia Instalada (w)	Potencia en uso (w)	Iluminancia media (lx)	IEE (W/m2) Instalado	IEE (W/m2) En uso
Sala de espera check in	182.6	3568	288	163.8	11.92916856	0.962892529
Check in	95.34	2081	750	65	33.58022301	12.10243501
Avis	3.02	17	17	133.6	4.21342745	4.21342745
embalaje 1	3.14	0	0	5	0	0

Lugar	Superficie (m2)	Potencia Instalada (w)	Potencia en uso (w)	Iluminancia media (lx)	IEE (W/m2) Instalado	IEE (W/m2) En uso
Local embalaje 2	3.91	0	0	3	0	0
Información	10.42	34	34	190	1.717345186	1.717345186
Pago de tasas	13.59	34	34	102	2.45278391	2.45278391
Sebin	4.88	17	17	88	3.958643815	3.958643815
Conviasa	4.92	17	17	85	4.06504065	4.06504065
Inac	12.91	34	17	19	13.86114395	6.930571976
Despacho de vuelos sapam	13.25	64	64	90	5.36687631	5.36687631
Salón VIP	27.2	32	32	110.2	1.067577666	1.067577666
Pasillo de seguridad	50.24	70	53	58.9	2.365555351	1.791063337
Pasillo Restringido PB	187	17	17	20.18	0.450491035	0.450491035
Sala de Embarque	149.77	7296	1312	42.5	114.6228138	20.61199722
Sala de Desembarque	268.99	8576	1952	43.77	72.84036122	16.57933595
Escalera ppal	23.4	32	32	42.5	3.217697335	3.217697335
Pasillo PA	54.39	1024	64	60.5	31.11899216	1.94493701
Sapam 1	12.25	12	12	38.5	2.544394381	2.544394381
Sapam 2	9.85	12	12	45.2	2.695296707	2.695296707
Sapam 3	19.34	24	12	74.4	1.667945425	0.833972712
Oficina de seguridad del aeropuerto	17	24	12	47.5	2.972136223	1.486068111
Seniat	77.5	2048	865	115.2	22.9390681	9.688620072
Laser	21	85	51	70	5.782312925	3.469387755
Sala de espera PA	83.13	2756	616	58	57.16016045	12.77600103
Cafetín 1	4.4	120	120	350	7.792207792	7.792207792
Fotocopiado	2.27	64	64	350	8.055380743	8.055380743

Lugar	Superficie (m2)	Potencia Instalada (w)	Potencia en uso (w)	Iluminancia media (lx)	IEE (W/m2) Instalado	IEE (W/m2) En uso
local pasteles	8.25	64	64	290	2.675026123	2.675026123
Cafetín 2	4.4	60	60	350	3.896103896	3.896103896
Cafetín 3	4.32	120	120	338	8.218277449	8.218277449
Tienda dulces 1	2.27	64	64	230	12.25818809	12.25818809
Tienda dulces 2	2.27	64	64	235	11.99737557	11.99737557
local pasteles 2	3.75	60	60	390	4.102564103	4.102564103
Restaurante	257.07	2280	2240	468	2.393840648	1.86187606

www.bdigital.ula.ve

## **CAPÍTULO V**

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

A continuación, se presenta la propuesta para tener una iluminación eficiente utilizando la tecnología LED la cual contribuye en el ahorro energético y en la reducción de contaminantes en el medio ambiente, tiene como ventaja que este tipo de lámparas brinda una mayor iluminación consumiendo a su vez menos potencia.

Esta propuesta se adapta a cada ambiente teniendo como referencia los niveles de iluminación recomendados por la NORMA COVENIN, iluminación en tareas y áreas de trabajo vigente desde 1993.

Cada uno de los espacios del aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo de El Vigía serán simulados con la herramienta de trabajo DIALUX 4.13 la cual permite realizar visualizaciones en 3D de alumbrado interior y exterior, donde el usuario puede ingresar las características de cada ambiente como: mobiliario, luminaria deseada, color de paredes, techo y piso.

Con la ecuación (2.6), es posible determinar la eficiencia energética, donde los niveles de iluminación medio deben cumplir con los estándares establecidos por la norma COVENIN, iluminación en tareas y áreas de trabajo vigente desde 1993.

En las simulaciones presentadas a continuación se usaron lámparas especiales debido a su alto flujo luminoso ideales para áreas son gran altura y lámparas ideales para oficinas y áreas comunes, ya que estas presentan una eficiencia energética elevada, son modernas y cuyo modelo es RC461B G2 LED34S/840 PSD W60L60 VPC marca Philips, la cual tiene un consumo de 24W y su flujo luminoso de 3600 lm, la temperatura del color de 4000K y una reproducción cromática mayor a 80.

## 5.1 PLANTA BAJA

### 5.1.1 Sala de desembarque

Tabla 5.1 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala de desembarque.

<b>Tipo de luminaria</b>	RC461B G2 LED34S/840 PSD W60L60 VPC
<b>Potencia de la luminaria</b>	24 W
<b>Número de luminarias</b>	12
<b>Potencia Instalada (W)</b>	288
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.0
<b>Iluminancia media (lx)</b>	112
<b>Iluminancia recomendada(lx)</b>	100-200



Figura 5.1 Propuesta de la Sala de Desembarque

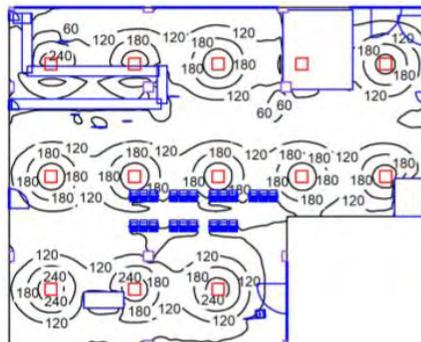


Figura 5.2 Curvas isolíneas de la sala de desembarque

### 5.1.2 Sala de embarque

Tabla 5.2 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala de embarque.

<b>Tipo de luminaria</b>	RC461B G2 LED34S/840 PSD W60L60 VPC
<b>Potencia de la luminaria</b>	24 W
<b>Número de luminarias</b>	8
<b>Potencia Instalada (W)</b>	288
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.08
<b>Iluminancia media (lx)</b>	112
<b>Iluminancia recomendada(lx)</b>	100-200



Figura 5.3 Propuesta de la sala de embarque

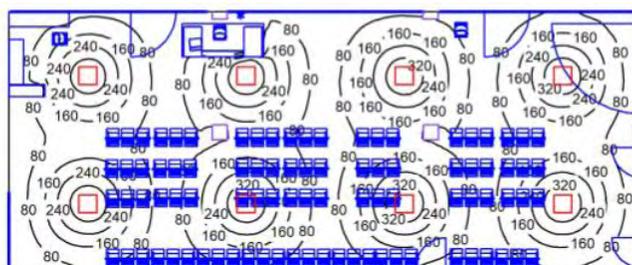


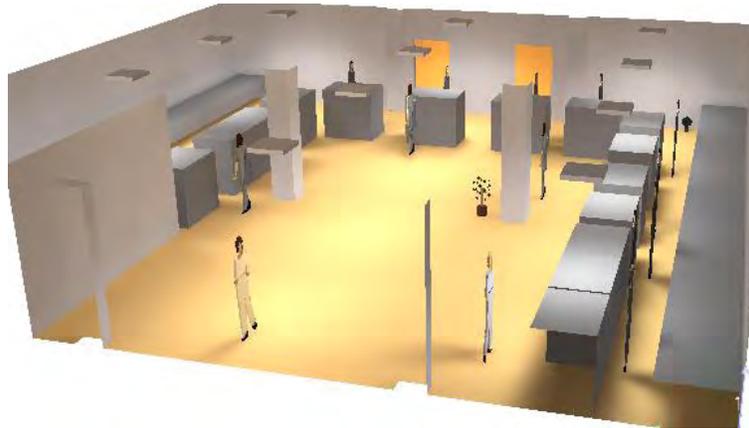
Figura 5.4 Curvas isolíneas de la sala de embarque

### 5.1.3 Check in

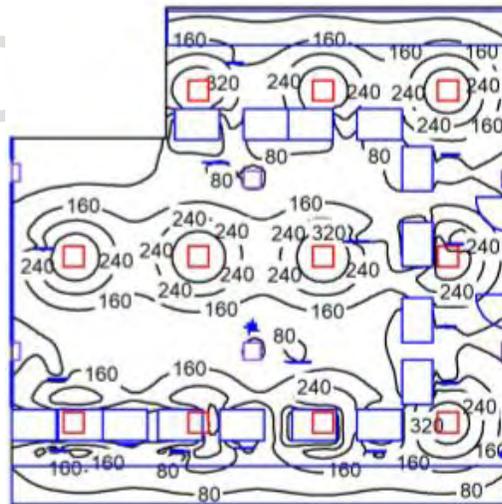
Tabla 5.3 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala del check in.

<b>Tipo de luminaria</b>	RC461B G2 LED34S/840 PSD W60L60 VPC
<b>Potencia de la luminaria</b>	24 W
<b>Número de luminarias</b>	11
<b>Potencia Instalada (W)</b>	264

<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.37
<b>Iluminancia media (lx)</b>	210
<b>Iluminancia recomendada(lx)</b>	100-200



**Figura 5.5 Propuesta para el check in**



**Figura 5.6 Curvas isolíneas del check in**

#### 5.1.4 Sala de espera

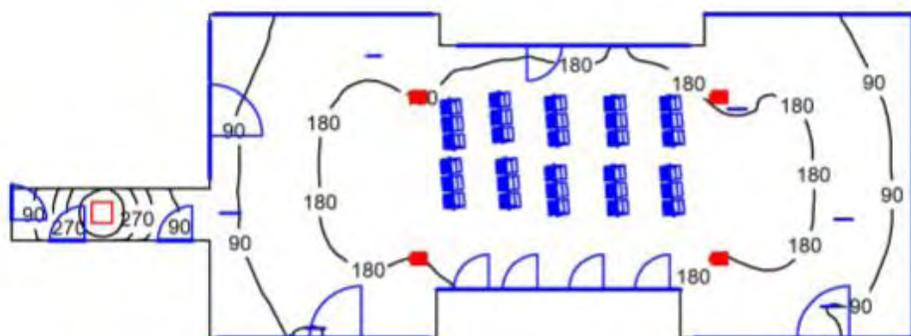
Debido a la altitud de esta sala, se propone usar luminarias especiales, tienen una intensidad luminosa de 13000 lm el índice de temperatura de color es de 4000K, la reproducción de color es mayor de 80 y consume una potencia de 97W.

**Tabla 5.3 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala espera check in.**

<b>Tipo de luminaria</b>	RC461B G2 LED34S/840 PSD W60L60 VPC - PHILIPS BY470X 1xGRN130S/840 WB GC
<b>Potencia de la luminaria (W)</b>	24 - 97
<b>Número de luminarias</b>	5
<b>Potencia Instalada (W)</b>	412
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.39
<b>Illuminancia media (lx)</b>	143
<b>Illuminancia recomendada(lx)</b>	100-200



**Figura 5.7 Propuesta para la sala de espera check in**



**Figura 5.8 Curvas isolíneas**

### 5.1.5 Oficinas y locales

**Tabla 5.4 Características de medición las oficinas y locales**

Lugar	Tipo de luminaria	N <sup>ro.</sup> de lamparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Avis	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	4	11	44	301	200-500
Embalaje de maletas #1	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	4	11	44	301	200-500
Embalaje de maletas #2	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	4	11	44	301	200-500
Tasas aeropuerto	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	2	4.57	48	235	200-500
Sebim	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	1	4.17	24	243	200-500
Conviasa	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	1	4.17	24	243	200-500
Despacho de vuelos sapam	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3	4	72	395	200-500
Oficina inac	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60	3	4	72	395	200-500

Lugar	Tipo de luminaria	N <sup>ro.</sup> de lamparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón VIP	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	4	2.98	96	241	200-500
Información	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	2	4.57	48	202	200-500

## 5.2 PLANTA ALTA

### 5.2.1 Sala de espera

Tabla 5.5 Características del nuevo diseño de iluminación para la sala de espera

<b>Tipo de luminaria</b>	RC461B G2 LED34S/840 PSD W60L60 VPC
<b>Potencia de la luminaria (W)</b>	24
<b>Número de luminarias</b>	10
<b>Potencia Instalada (W)</b>	240
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.26
<b>Iluminancia media (lx)</b>	152
<b>Iluminancia recomendada(lx)</b>	100-200

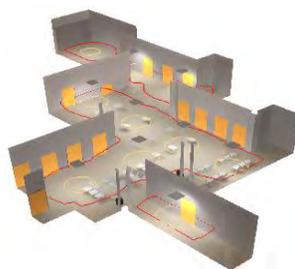
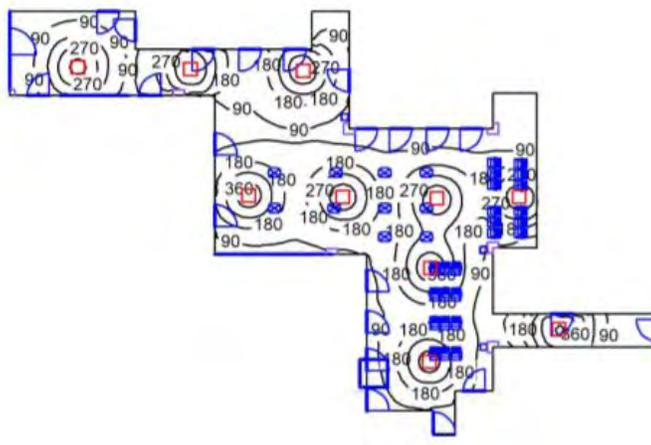


Figura 5.9 Propuesta para la sala de espera



**Figura 5.10** Curvas isolineas para la sala de espera

### 5.2.2 Restaurante

Para mejorar el consumo energético de esta área, se propone utilizar luminarias LED. A pesar de que a través de los estudios realizado la iluminancia es adecuada.

**Tabla 5.6** Características del nuevo diseño de iluminación para el restaurante

<b>Tipo de luminaria</b>	RC461B G2 LED34S/840 PSD W60L60 VPC
<b>Potencia de la luminaria (W)</b>	24
<b>Número de luminarias</b>	15
<b>Potencia Instalada (W)</b>	360
<b>IEE (W/m<sup>2</sup>)</b>	1.50
<b>Iluminancia media (lx)</b>	155
<b>Iluminancia recomendada(lx)</b>	100-200



**Figura 5.11** Propuesta para el restaurante

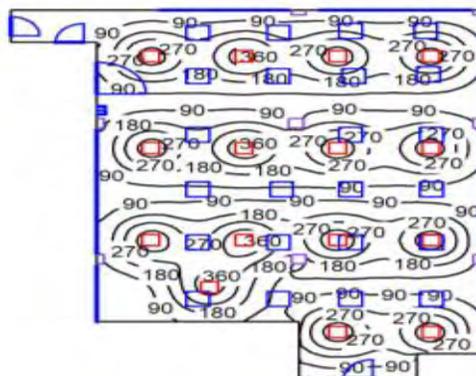


Figura 5.12 Curvas isocólicas restaurante

### 5.2.3 Oficinas y locales

Tabla 5.7 Características de medición las oficinas y locales

Lugar	Tipo de luminaria	N <sup>ro.</sup> de lamparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Sapam 1	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	2	3.76	48	320	200-500
Sapam 2	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	1	1.8	24	250	200-500
Sapam 3	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60	4	4.22	96	401	200-500
Oficina de seguridad	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	4	4.41	96	398	200-500
Seniat	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	8	2.32	192	327	200-500

Lugar	Tipo de luminaria	N <sup>ro.</sup> de lamparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Laser	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	4	3.51	96	474	200-500
Fotocopiado	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	1	5.5	11	250	200-500
Kiosko	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	1	5.5	11	250	200-500
Cafetín 1	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	4	5.17	44	205	200-500
Cafetín 2	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	3	8.25	33	235	200-500
Cafetín 3	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	3	8.25	33	235	200-500
Tienda dulces 1	PHILIPS RS141B	3	8.25	33	235	200-500
Tienda dulces 2	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	3	8.25	33	235	200-500
Tienda 1	PHILIPS RS141B 1xLED6-32- /827 (1.000)	4	7.04	44	305	200-500
Tienda 2	PHILIPS RS141B	4	7.04	44	305	200-500

Lugar	Tipo de luminaria	N <sup>ro.</sup> de lamparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Cocina	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60	6	1.46	144	142	100 - 200

### 5.2.4 Pasillos y áreas restringidas

**Tabla 5.8 Características de medición para pasillos y áreas restringidas**

Lugar	Tipo de luminaria	N <sup>ro.</sup> de lamparas	IEE (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Pasillo restringido 2do piso	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	1	2.13	24	135	100-200
Pasillo de chequeo de transeúntes	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	5	1.99	120	176	100-200
Pasillo área restringida (inac)	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	2	2.91	48	156	100-200
Pasillo seniat	PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	4	1.52	96	146	100-200

### 5.3 DEMANDA DEL SISTEMA PROPUESTO

A continuación, se muestra la potencia de cada una de las lámparas instaladas en el sistema de iluminación propuesto, utilizando la tecnología LED.

**Tabla 5.9 Consumo de potencia para el sistema de iluminación propuesto**

<b>Tipo de lámpara</b>	<b>Cantidad de lámparas instalada</b>	<b>Potencia (W) por lámpara</b>	<b>Potencia total (W)</b>
PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 3400 lm	114	24	2736
PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 650 lm	38	11	418
PHILIPS BY470X 1xGRN130S/840 WB GC 13000 lm	4	97	388
		<b>Total</b>	<b>3542</b>

Para determinar la demanda máxima se toma en cuenta la ecuación 2.13 del capítulo II, el aeropuerto Juan Pablo Pérez Alfonzo es de clase internacional, esto indica que la iluminación debe estar activa frecuentemente. Al aplicar la ecuación 2.13

$$D_{max} = I * 3542w = 3542 W$$

Por lo tanto, para obtener el valor actual de la demanda máxima se usará un Factor de potencia  $F_p = 0.9$ , y así obtener la potencia aparente en Voltio-Ampere, lo que da como resultado

$$D_{max}(VA) = \frac{3542}{.9} = 3935.56 VA$$

#### **5.4 ESTUDIO ENERGETICO Y ECONOMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL Y EL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO PARA EL AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN PABLO PEREZ ALFONZO.**

Una vez obtenida la demanda máxima en la tabla (4.9) y (5.9) para el sistema de iluminación actual y propuesto, se estudia el costo anual tomando en cuenta que la Gaceta Oficial Nro. 37.415 del 03 de abril de 2002 indica un costo por consumo de 28.36 BsF/kWh (0.014\$) para demanda asignada contratada mayor a 10000 KVA y asumiendo que el uso de la energía de la instalación aeroportuaria sea de 24h/día (8760 h/año).

**Tabla 5.10 Precio del consumo anual para el sistema actual y propuesto de iluminación del aeropuerto.**

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 (\$)
Actual	23454	8760	20545.704	0.014	<b>287.64</b>
Propuesto	3452	8760	3023.952	0.014	<b>42.34</b>

Como se puede observar en la tabla 5.10 el estudio se realizó en moneda extranjera dólares (USD) para tener una mejor representación de los costos reales en el sistema de iluminación de la instalación aeroportuaria.

El nuevo sistema de iluminación propuesto, en cuanto al consumo anual por consumo es más bajo que el sistema de iluminación instalado actualmente, ya que las lamparas con tecnología LED ofrecen un mejor rendimiento y un ahorro económico importante.

#### 5.4.1 Análisis económico de las luminarias del sistema actual de iluminación del aeropuerto.

**Tabla 5.11 Precios de las luminarias que se encuentran instaladas en el aeropuerto**

Tipo de lámpara	Cantidad instalada	Precio de la unidad (\$)	Precio total (\$)
Tubo especular T8 fluorescente 32w	90	39.47	3552.3
Tubo especular T8 LED 9w	2	7.7	15.4
Ahorrador fluorescente 12w	48	17.9	859.2
Ahorrador fluorescente 17w	38	17	646
Ahorrador fluorescente 32w	14	23.5	329
Ahorrador fluorescente 60w	10	21.99	219.9
Led 11w	4	20	80
Tubo especular T8 fluorescente 40w	454	55	24970
		<b>Total</b>	<b>30671.8</b>

**Tabla 5.12 Precios de las luminarias para el sistema propuesto en el aeropuerto**

Tipo de lámpara	Cantidad instalada	Precio de la unidad (\$)	Precio total (\$)
PHILIPS RC461B G2 PSD W60L60 1xLED34S/840 3400 lm	114	332.43	37897
PHILIPS RS141B 1xLED6-32-/827 650 lm	38	77	2962
PHILIPS BY470X 1xGRN130S/840 WB GC 13000 lm	4	835.32	34128
		<b>Total</b>	<b>74951</b>

Se puede apreciar que el precio total del sistema de iluminación propuesto en la (tabla 5.12) es mayor que el que se encuentra en la instalado actualmente (tabla 5.11), a pesar de que las lamparas de iluminación con tecnología LED son más costosas, el valor de instalación es menor, ya que requiere un menor número de luminarias para iluminar el mismo espacio, lo que genera un mejor confort al ambiente y una mejora en la calidad de trabajo.

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

Para realizar este cálculo se tiene en cuenta que la vida útil de las lámparas fluorescentes instaladas actualmente en el aeropuerto es de 10000 horas, y asumiendo que estas luminarias trabajan las 24 horas al día los 365 días del año (8760 h/año), una lámpara puede durar 1.14 años, aproximadamente 1 año. La tasa de interés utilizada será la suministrada por el Banco Central de Venezuela (BCV), el cual actualmente tiene un costo de 24% de interés anual, por lo tanto, y haciendo uso de las ecuaciones 2.14 y 2.15 se tiene para el sistema actual el siguiente CAUE:

Donde

$i = 24\%$

$n = 1$

Dando como resultado:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right) S_{actual} = \frac{.24 * (1 + .24)^1}{(1 + .24)^1 - 1} = 1.24$$

$$CAUE = 1.24 * 30667.6 + 287.64 = 38315.5$$

Para el cálculo del CAUE del sistema de iluminación propuesto donde las lámparas LED tiene una vida útil media de 50000 horas, si funcionan las 24 horas al día los 365 días del año (8760 h/año) una lámpara puede durar 5.70 años, aproximadamente 6 años, lo que indica que la tasa de interés utilizada será la que suministra el Banco Central de Venezuela, se tiene para el sistema propuesto el siguiente CAUE:

Donde

$$n = 6$$

queda como resultado

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right) S_{propuesto} = \frac{.24 * (1 + .24)^6}{(1 + .24)^6 - 1} = 0.3315$$

$$CAUE = 0.3315 * 74951 + 42.34 = 24888.6$$

Como se puede observar se tiene como resultado que:

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

Por lo tanto, se puede decir que el sistema propuesto con lamparas de tecnología LED es factible económicamente y se obtiene un ahorro energético considerable a lo largo de los años.

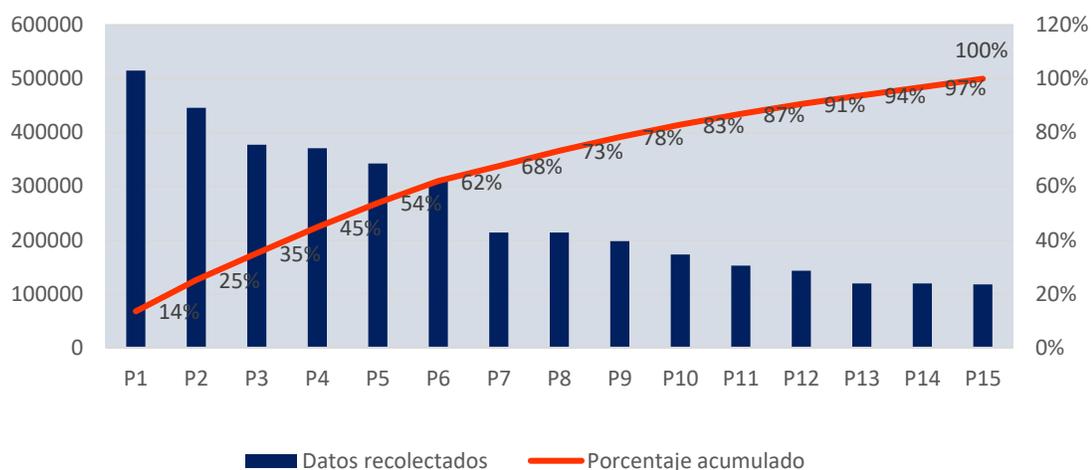
## **CAPÍTULO VI**

### **ESTADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN PABLO PÉREZ ALFONZO DEL EL VIGÍA**

Es de gran importancia realizar una investigación profunda de la instalación eléctrica del aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo de El Vigía, ya que forma parte de los grandes usuarios del sistema eléctrico nacional del estado Mérida. Para ello, se hará un estudio detallado del estado actual del sistema eléctrico de la instalación aeroportuaria, tanto como para la demanda total instalada bajo el registro de bienes nacionales y el consumo que presenta actualmente el recinto aeroportuario, para así dar a conocer la demanda del aeropuerto y las condiciones del cableado eléctrico.

#### **6.1 ESTRATIFICACIÓN DE LOS GRANDES USUARIOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL (SEN) EN EL ESTADO MÉRIDA**

Se consideran grandes usuarios del sistema eléctrico nacional (SEN), según la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC) en el estado Mérida, aquellos usuarios que se encuentran por encima de 37 kVA, como se puede observar en el gráfico 6.1 con los datos generados por la tabla 6.1 bajo datos suministrada del año 2015 que muestra únicamente los primeros 15 grandes usuarios de los más de 700 que existen, como información más reciente, el aeropuerto internacional Juan Pablo Pérez Alfonzo de El Vigía tiene una demanda contratada de 1085 kilovoltios Amper (kVA) y donde el aeropuerto representa un consumo promedio considerable para dicha fecha de 119.370 kWh, lo que representa aproximadamente un 17% del consumo del estado Mérida.



**Gráfico 6.1 Diagrama de Pareto para grandes usuarios del SEN en el estado Mérida**

**Tabla 6.1 Grandes usuarios del SEN en el estado Mérida. [2015]**

	Usuario	Promedio kWh
P1	Junior Mall	515344
P2	Frigorífico Industrial Los Andes (FILACA)	445740
P3	Trolebús Mérida (TROMERCA)	377125
P4	Industria Láctea Venezolana (INDULAC)	370760
P5	Hospital Universitario (IAHULA)	342700
P6	Traki	308890
P7	P.D.V.S.A. Petróleo Gas	214245
P8	Núcleo Universitario La Hechicera (ULA)	214073
P9	Empresas Garzón	197984
P10	Paninver CA	173032
P11	Túnel Norte	152318
P12	Makro Comercializadora	143244
<b>P13</b>	<b>Aeropuerto El Vigía</b>	<b>119370</b>
P14	Instituto Nacional Seguro Social (Obligatorio)	119370
P15	Corporación Drolanca (Droguería Los Andes)	117645
	<b>Total, promedio kWh</b>	<b>3811840</b>

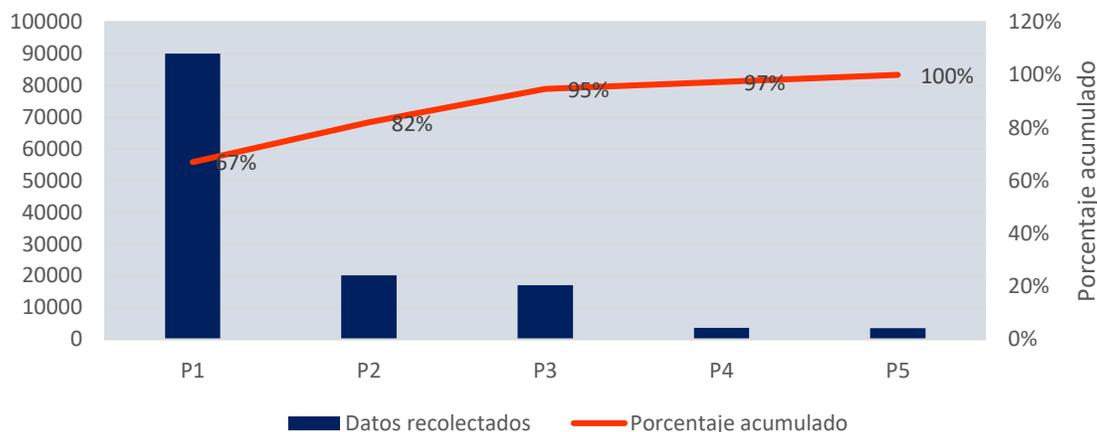
## 6.2 ESTRATIFICACIÓN DE LOS USOS MÁS SIGNIFICATIVOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL AEROPUERTO DE EL VIGÍA.

La tabla 6.2 representa los principales usos que se da a la energía eléctrica en las instalaciones del aeropuerto, es importante destacar que se ha abarcado lo principal en cuanto a equipos existente y al registro de bienes nacionales entregados por la oficina de SAPAM en el Edo Mérida, puesto que en algunas de las áreas el acceso era restringido o limitado.

**Tabla 6.2 Usos más significativos de la energía eléctrica**

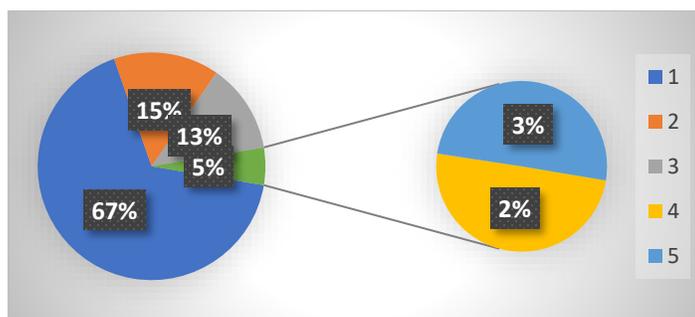
	<b>USOS</b>	<b>Potencia kWh</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>%</b>	<b>KVA</b>
P1	Climatización y refrigeración	2161.329	61	67	100.006
P2	iluminación	487.22	87	15	22.41
P3	ofimática	238.476	94	13	18.93
P4	suministros y servicios	85.032	97	3	3.84
P5	mobiliario	85.92	100	2	3.98
	<b>Total</b>	<b>3223.848</b>		<b>100</b>	<b>148.626</b>

Lo establecido en la tabla 6.2, está en función solamente del equipamiento existente, dado a entender por climatización y refrigeración se comprende por aires acondicionados y neveras, al mencionar iluminación comprende todas las lámparas y/o luminarias instaladas (funcionen o no), además comprende los equipos de oficinas mobiliarios y finalmente los equipos computacionales, detector de metales y la máquina de rayos X.



**Gráfico 6.3 Estratificación de los índices de la energía eléctrica en el aeropuerto**

Tal como se representa en el gráfico 6.3, el 80% de los equipos que generan un mayor consumo en la instalación aeroportuaria durante la elaboración de este informe, viene representado en climatización y refrigeración, asimismo una parte significativa se comprende en iluminación, mientras que el otro 20% es representado por los artículos de oficina y equipos computacionales que básicamente no tienen un gran impacto en el consumo eléctrico.



**Gráfico 6.4 Distribución del consumo eléctrico en el aeropuerto**

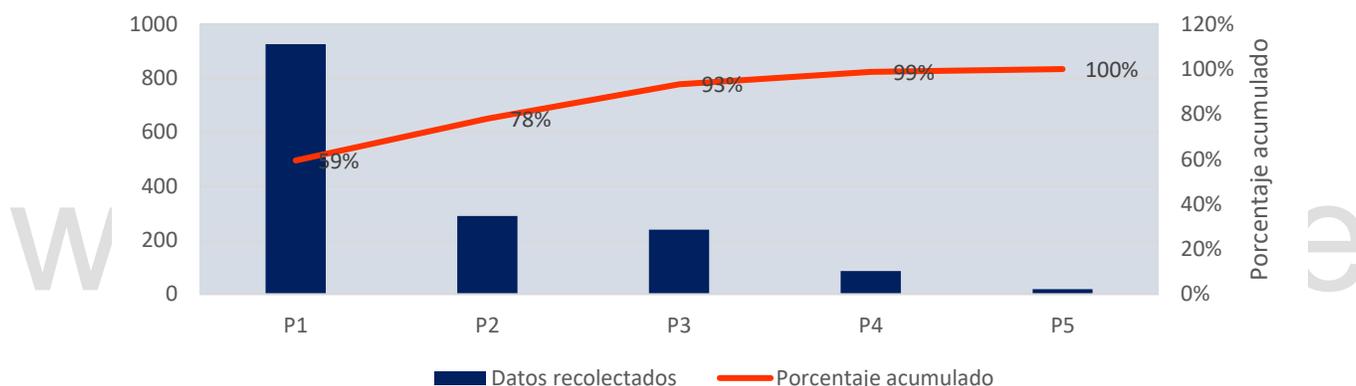
### 6.2.1 Estratificación de los usos más significativos de la energía eléctrica que actualmente se consume en el aeropuerto de El Vigía.

En base a lo observado durante las visitas al aeropuerto el consumo eléctrico se reduce a la información mostrada en la tabla 6.3 esto es debido a que, mucha de la carga conectada se

encuentra en mal estado o dañada, lo que representa un descenso en el consumo de carga del 57.18% principalmente en iluminación, climatización y refrigeración.

**Tabla 6.3 Uso actual de la energía eléctrica**

	USOS	Potencia kWh	% Acumulado	%	kW
P1	Climatización y Refrigeración	925.432	59	59	34.7
P2	Iluminación	289.8	78	19	10.86
P3	Ofimática	238.476	93	15	8.9
P4	mobiliario	85.5	99	6	3.21
P5	suministros y servicios	18.96	100	1	0.711



**Gráfico 6.5 Estratificación del consumo actual de la energía eléctrica en el aeropuerto**

### **6.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PARA LAS DIFERENTES AREAS DEL AEROPUERTO.**

Para realizar la descripción del consumo es importante hacer una zonificación de dichas áreas, durante el desarrollo de este estudio se presentaron algunos inconvenientes, debido a la falta de información con respecto a la ubicación exacta de los circuitos que componen los tableros, (muchos de ellos sin placa o identificación, consumo y/o capacidad) al no existir ningún plano que sirva de referencia.

### 6.3.1 Distribución eléctrica de la planta baja del aeropuerto

Esta zona cuenta con tres subtableros eléctricos ubicados en el pasillo restringido por las oficinas SAPAM.

El primer subtablero identificado como ST1, es alimentado por un tablero secundario ubicado en el techo de la edificación, el ST1 posee un alimentador N° 6 AWG-TW por fase que alimenta el aire acondicionado del salón VIP, oficinas y diferentes zonas de la planta baja.

**Tabla 6.4 Características subtablero ST1**

Potencia	N° de circuitos	Protección
8.7 kVA	12	20A
	3	40A
	1	30A

El segundo subtablero identificado como ST2, Ubicado contiguo al ST1, recibe igualmente alimentación del tablero secundario. Ubicado en el techo de la edificación, el ST2 posee un alimentador N° 6 AWG-TW, distribuye energía a la correa transportadora del área de desembarque y otras zonas adyacentes.

**Tabla 6.5 Características subtablero ST2**

Potencia	N° de circuitos	Protección
4.3 kVA	12	20A
	7	30A
	3	40A – 2P
	2	50A
	1	60A-2P

El tercer subtablero identificado como ST3, cuya ubicación y alimentación siguen los patrones anteriores, el ST3 posee un alimentador N° 6 AWG-TW, distribuye energía a todas las luminarias de la planta baja.

**Tabla 6.6 Características subtablero ST3**

<b>Potencia</b>	<b>N° de circuitos</b>	<b>Protección</b>
4.66 kVA	9	30A-3P
	1	30A
	12	20A
	1	40A
	1	60A

### 6.3.2 Distribución eléctrica de la planta alta del aeropuerto

Esta zona cuenta con dos subtableros ubicados en el restaurante primordialmente en la cocina, asimismo cuenta con un subtablero y tablero secundario en la parte exterior de la planta alta del edificio.

Los subtableros denominados STC1 y STC2, ubicados en la cocina del restaurante del aeropuerto poseen un alimentador N° 6 AWG-TW, y este se encarga de distribuir la energía al extractor, refrigeración, freidores industriales, aires acondicionados, por lo tanto, la mayoría de esta carga se encuentra fuera de servicio.

**Tabla 6.7 Características subtablero STC1**

<b>Potencia</b>	<b>N° de circuitos</b>	<b>Protección</b>
4.45 kVA	20	20A
	3	60A
	2	40A
	1	30A

**Tabla 6.8 Características subtablero STC2**

<b>Potencia</b>	<b>N° de circuitos</b>	<b>Protección</b>
11.86 kVA	13	20A
	2	30A-2P
	3	40A
	2	50A
	2	60A

El tercer subtablero denomina STA está ubicado en la parte exterior de la planta alta del aeropuerto, de igual manera posee un alimentador N° 6 AWG-TW, distribuye energía a los aires acondicionados a la instalación aeroportuaria, muchos de ellos se encuentran fuera de servicio o en mal estado.

**Tabla 6.9 Características subtablero STA**

<b>Protección Principal</b>	<b>N° de circuitos</b>	<b>Protección</b>	<b>Potencia</b>
200 A – 3P	9	30A-3P	6.1 kVA
	1	30A	
	1	40A	

El tablero secundario el cual alimenta los subtableros mencionados anteriormente, será identificado como TS, posee un alimentador tipo TTU 500 MCM, sin embargo, el TS se encuentra en condiciones desfavorables, ya que se puede observar que la puerta que protege dicho tablero está deteriorada lo que ocasiona que el TS esté a la intemperie, donde la luz solar y la lluvia provocan daños notables.

**Tabla 6.10 Características tablero secundario TS**

<b>Potencia</b>	<b>N° de circuitos</b>	<b>Protección</b>
26.36 kVA	6	100A 3P
	1	150A 3P
	1	125A 3P
	1	175A 3P

El tablero principal se encuentra fuera de las adyacencias del tablero secundario, posee una alimentación tipo TTU 500 MCM, este tablero distribuye energía eléctrica al alumbrado de la pista y toda la instalación aeroportuaria.

**Tabla 6.11 Características tablero principal TP**

<b>Potencia</b>	<b>N° de circuitos</b>	<b>Protección</b>
41.62 kVA	1	800 A 3P
	1	125 A 3P
	1	175 A 3P

## 6.4 DIAGRAMA UNIFILAR DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS TABLEROS DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN PABLO PEREZ ALFONZO

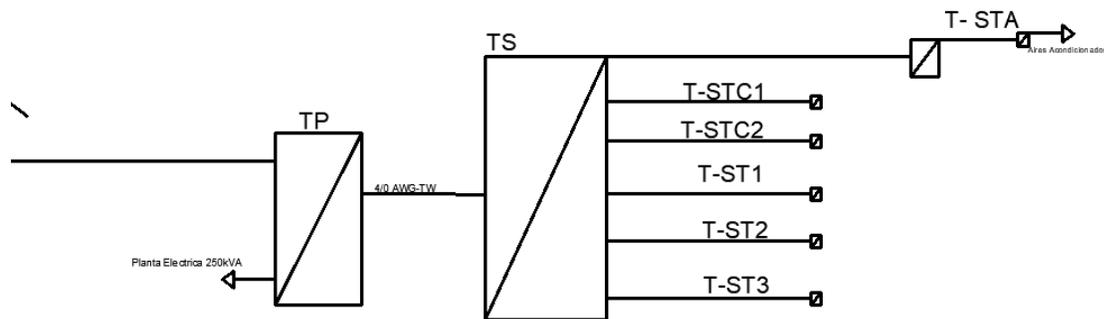


Figura 6.1 Diagrama unifilar de la distribución de los tableros del aeropuerto Juan Pablo Perez Alfonso

www.bdigital.ula.ve

## CONCLUSIONES

Las edificaciones aeroportuarias se caracterizan por sus principales sistemas energéticos entre los cuales se encuentran: climatización, computación e iluminación. Esta última, ha ido evolucionando aceleradamente con el fin de disminuir el consumo energético que requiere para funcionar, ya sea por la sustitución de las lámparas o por el uso de luminarias que aumentan su eficiencia considerablemente, como es el caso de las luminarias usadas en la propuesta de iluminación eficiente.

Se analizó el consumo y demanda eléctrica de manera básica, debido a que no se logró acceder al equipo adecuado para la realización completa de la auditoria eléctrica, este equipo debía ser facilitado por la corporación eléctrica nacional (CORPOELEC). Sin embargo, con el análisis realizado se determinó que el consumo energético ha caído considerablemente, esto como consecuencia de la falta de mantenimiento a los equipos eléctricos, lo que ocasiona que varios de ellos se encuentren fuera de servicio, desmantelados o dañados.

Los sistemas de iluminación pueden proporcionar un adelanto considerable en eficiencia energética.

La iluminación proporcionada por las lámparas con tecnología LED darán un confort al personal que labora en la instalación aeroportuaria, además que el personal de mantenimiento deberá estar a cargo de la limpieza de las lámparas ya que este nuevo sistema de iluminación podrá ser reemplazado cada seis años mientras que las luminarias existentes se deben sustituir anualmente.

Para que el sistema de iluminación fuese económicamente viable se consideró el costo anual equivalente, considerando que tiene un costo bastante elevado su implementación inicial, con el tiempo los gastos se reducirán cuantitativamente debido a la larga duración de las lamparas LED.

## RECOMENDACIONES

Es sumamente importante realizar una actualización y remodelación de las instalaciones eléctricas del aeropuerto Juan Pablo Pérez Alfonzo, ya que la situación del cableado es bastante precaria, muchos circuitos ramales de la instalación eléctrica tienen un cableado que se encuentra sin protección, es decir, no están dentro de las canalizaciones metálicas como así lo exige el código eléctrico nacional (CEN).

Se recomienda por razones de seguridad cambiar la ubicación del tablero de los aires acondicionados ya que se encuentran en la parte exterior o azotea del edificio. Debido a que el acceso a este sitio es a través de una ventana panorámica la cual fue removida para acceder a dichos tableros.

El tablero secundario debe ser removido del techo del aeropuerto y llevarlo a nivel del suelo por razones de seguridad y que sea de fácil acceso para el equipo técnico del aeropuerto.

Se recomienda hacer una actualización de los planos arquitectónicos para poder hacer un levantamiento confiable de los planos eléctricos y así el personal técnico estará capacitado o competente en cuanto a la ubicación y la función que cumple cada circuito ramal de cada tablero.

Es importante que el aeropuerto ejecute el sistema de iluminación propuesto con la tecnología LED, para que cada área del cumpla con las normas de iluminación requeridas, esta nueva tecnología es costosa, pero a lo largo del tiempo sus beneficios se percibirán en la economía de la instalación aeroportuaria.

Al momento de la instalación de las nuevas lámparas LED, se recomienda que estén sobre la superficie del cielo raso y no por encima del mismo, ya que se pierde la esencia de la buena iluminación. Asimismo, es recomendable cambiar el cielo raso por uno más ergonómico, este último con las nuevas luminarias LED darían un toque/poco/ de modernidad a la instalación aeroportuaria

## BIBLIOGRAFÍA

Anibal, B. (2002). *Gestion Energetica Empresarial*. Chile.

CEN. (2004). *Codigo Electrico Nacional*. Caracas.

CORPOELEC. (2015). *Grandes Usuarios del Sen*. Merida.

COVENIN. (1993). *Iluminacion en tareas y areas de trabajo* .

Desconocido. (25 de febrero de 2018). *Astrojem*. Obtenido de [astrojem.com/teorias/espectroelectromagnetico](http://astrojem.com/teorias/espectroelectromagnetico).

G, S. (2002). *Ahorro de energia electrica en edificaciones publicas*. Caracas.

Stella, M. I. (2015). *Luminotecnia: el arte de la correcta iluminacion*. Merida.

Tarquin, B. y. (2006). *Ingenieria Economica*. Mexico: Mc Graw Hill.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (2000). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, 37.415, abril 03, 2002.