



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO Y PROPUESTA DE UNA SOLUCIÓN DE  
GENERACIÓN ELÉCTRICA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA  
EN LA ILUMINACIÓN DEL COLEGIO UNIVERSITARIO  
HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.**

Br. Leidy Marina Godoy Cegarra.

Mérida, Marzo 2021.



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO Y PROPUESTA DE UNA SOLUCIÓN DE  
GENERACIÓN ELÉCTRICA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA  
EN LA ILUMINACIÓN DEL COLEGIO UNIVERSITARIO  
HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.**

Trabajo de grado presentado en cumplimiento parcial para optar al título de Ingeniero  
Electricista.

Br. Leidy Marina Godoy Cegarra.  
Tutor: Prof. Marisol Dávila

Mérida, Marzo 2021.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**ESTUDIO Y PROPUESTA DE UNA SOLUCIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA Y  
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ILUMINACIÓN DEL COLEGIO  
UNIVERSITARIO HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.**

Br. Leidy Marina Godoy Cegarra.

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.

www.bdigital.ula.ve

---

Prof. Marco Molina

---

Prof. Arlex Caliz

---

Prof. Marisol Dávila

## DEDICATORIA

Al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que nunca me deja sola y me anima a seguir adelante, a ti mi señor **DIOS Todopoderoso**, a ti el Poder y la Gloria siempre.

A mi madre, **Eddy Godoy** por darme el don de la vida, por amarme, confiar siempre en mí y apoyarme en cada paso que doy, gracias sra mía, gracias por tanto, este logro es tuyo también porque gracias a ti lo he conseguido. TE AMO.

A la fuente de inspiración que llego a mi vida en el mejor momento, a mi hija **Camila Valentina**. Llegaste para llenar mis días de amor, ternura y felicidad, eres ese rayito de luz que veo todas las mañanas y me impulsa a ser cada día mejor, toda mi vida es tuya incluyendo este logro hija mía. TE AMO CON EL ALMA.

A mi compañero de vida **Eduard Rodríguez**, por su amor y paciencia, gracias por ser mi apoyo y mi luz. Juntos somos un gran equipo mi amor. ¡Lo Logramos! TE AMO

A mi Tía **Ana Cegarra** por ser más que una tía como una segunda madre, gracias por tu todo tu apoyo. Este logro también es tuyo tía. TE QUIERO MUCHO.

A mi suegra **Deicy Rodríguez** por apoyarme, por enseñarme a ser mejor persona y ayudarme a lograr esta meta que logro. De todo corazón, muchas gracias.

A mi familia en general, que cerca o lejos han estado apoyándome en cada paso que doy. LOS QUIERO A TODOS.

A las amigas que se convirtieron en mis hermanas, mis colegas **Astrid Castellanos** y **Carmen Trejo**, gracias por enseñarme el valor de una verdadera amistad; espero que nuestros senderos siempre se unan. LAS QUIERO A todos los que de alguna manera contribuyeron en mi formación personal y profesional, con cariño les dedico esta meta lograda. **GRACIAS**.

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS Todopoderoso** por iluminarme en cada paso que doy, por bendecirme con dones especiales como lo son el don de la ciencia y del consejo, por brindarme las herramientas necesarias para cumplir uno de mis sueños, toda la Gloria sea para ti mi Señor.

A **Mi Madre, Mi Hija y Mi Esposo** porque gracias a ellos comprendo la importancia de la familia y el amor para cumplir cada sueño y meta que nos plateemos en nuestra vida.

A la **Ilustre Universidad de Los Andes**, por abrirme sus puertas y permitirme formarme profesionalmente, por todas y cada una de las oportunidades que me ha brindado a lo largo de mi carrera.

A la **Residencia Femenina “Mamá Chela”**, por ser mi hogar en el estado Mérida, por hacerme sentir en casa y por la oportunidad de conocer tantas personas especiales que me brindaron allí su amistad.

A la **Escuela de Ingeniería eléctrica**, por facilitar para mis todos sus conocimientos, a cada uno de los profesores que comprende esta prestigiosa escuela, Gracias por dedicar su tiempo a nuestra enseñanza, y por ayudarnos a llegar con éxito a ese título tan anhelado de Ingeniero Electricista.

A **mis tutores** Prof. Nelson Ballester † y Prof. Marisol Dávila, por su orientación durante el desarrollo de mi trabajo de grado, por apoyarme y compartir sus conocimientos conmigo.

**Br. Leidy Marina Godoy Cegarra. Estudio y Propuesta de una Solución de Generación Eléctrica y Eficiencia Energética en la Iluminación del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos.** Universidad delos Andes. Tutor: Prof. Marisol Dávila. Febrero 2021.

## RESUMEN

La presente investigación consiste en diseñar un nuevo sistema de iluminación eficiente en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos, y proponer un sistema de respaldo que cubra la demanda eléctrica en la institución. El diagnóstico del sistema de iluminación se realizó verificando si los niveles de iluminación en cada área de la institución cumplían con lo establecido en la NORMA COVENIN 2249-93. Luego de realizar diversas mediciones al sistema de iluminación se concluyó que la mayoría de las áreas no cumplen con los niveles mínimos de iluminación establecidos para una institución educativa, por ello se realizó la propuesta utilizando lámparas con la tecnología LED, mediante el software de simulación; DIALux, que permitió representar el nuevo sistema de iluminación en cada espacio de la institución, cumpliendo con las exigencias establecidas por la norma COVENIN 2249-93, garantizando la comodidad de cada estudiante y personal que allí labora. Para determinar el sistema de respaldo a proponer, utilizando una planta eléctrica, fue necesario conocer la demanda de la institución, la misma se analizó por medio de un censo de carga conjuntamente con el método de densidad de carga, establecidos en la norma COVENIN 200-1999. La implementación de dicho sistema permitirá realizar las actividades sin interrupciones en el sistema eléctrico de la institución.

Descriptores: Sistema de iluminación, Sistema de respaldo, Censo de cargas, Método de densidad de cargas, redes eléctricas, Tecnología LED.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESCUEL.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4 ALCANCE.....	5
1.5 LIMITACIONES.....	6
1.6 METODOLOGÍA.....	6
CAPITULO II.....	8
SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y DEMANDA ELECTRICA DEL HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.....	8
2.1 FLUJO LUMINOSO.....	8
2.1.1 Iluminancia.....	8
2.1.2 Iluminancia media.....	9
2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	9
2.3 LUXÓMETRO.....	10
2.4 FUENTES DE LUZ.....	10

2.4.1 Características de las fuentes de luz artificiales .....	10
2.4.3 Clasificación de las fuentes luminosas existentes en el Hotel Escuela .....	11
2.5 LUMINARIAS .....	12
2.6 SISTEMAS DE ILUMINACION .....	12
2.7 MÉTODOS DE ILUMINACIÓN .....	13
2.8 ILUMINACION EN CENTROS EDUCATIVOS.....	15
2.8.1 Clasificación de la iluminación en centros educativos.....	16
2.9 NORMA COVENIN 2249-93. ILUMINANCIAS EN TARES Y ÁREAS DE TRABAJO .....	18
2.9.1 Condiciones generales para determinar la Iluminancia existente según norma COVENIN 2249 – 93.....	19
2.9.2 Procedimiento para determinar la iluminancia media general existente según NORMA COVENIN 2249 – 93.....	20
2.10 INSTALACION ELECTRICA .....	20
2.10.1 Partes de una Instalación Eléctrica .....	20
2.11 POTENCIA ELÉCTRICA .....	21
2.12 DEMANDA ELÉCTRICA.....	22
2.12.1 Demanda máxima:.....	22
2.12.2 Densidad de Carga.....	23
2.12.3 Carga Instalada .....	24
2.12.4 Demanda Diversificada y Factor de diversidad.....	24
2.12.5 Factor de demanda.....	24
2.12.6 Factor de potencia.....	25
2.13 CALCULO DE DEMANDA DE ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS .....	25
2.13.1 Cargas de tomacorrientes en unidades no residenciales .....	25
2.13.2 Método opcional escuelas.....	26
2.14 SISTEMA ELECTRICO DE EMERGENCIA .....	26
2.14.1Tipos de sistemas de emergencia.....	27
2.15 PLANTA ELÉCTRICA .....	27
2.15.1 Elementos básicos: .....	28
CAPÍTULO III .....	32
ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL HOTEL ESCUELA .....	32

3.1.1 Nivel primer piso .....	33
3.1.2 Nivel segundo piso .....	33
3.1.3 Nivel tercer piso.....	34
Fuente: Autor .....	36
3.2 OFICINAS .....	36
3.2.1 Nivel planta baja.....	36
3.2.2 Nivel primer piso .....	37
3.2.3 Nivel segundo piso .....	38
3.3 BIBLIOTECA .....	41
3.4 SALON DE USO PROTOCOLAR.....	42
3.5 COCINA.....	43
3.6 HOTELES .....	44
3.7 PASILLOS .....	48
3.7.1 Nivel planta baja.....	48
3.7.2 Nivel primer piso.....	49
3.7.3 Nivel segundo piso .....	50
3.7.4 Nivel tercer piso.....	50
3.8 CONSULTORIO DENTAL.....	51
3.9 CARGA CONECTADA POR ILUMINACIÓN.....	52
3.9.1 Cantidad de lámparas usadas actualmente en el Hotel Escuela.....	53
3.10 ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ÁREAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL.....	54
3.11 CALCULO DEL ASCENSOR.....	56
3.12 DEMANDA ELÉCTRICA DEL HOTEL ESCUELA.....	57
3.12.1 Demanda eléctrica por censo de carga .....	57
3.12.2 Demanda eléctrica por el método de densidad de carga.....	61
3.12.3 Demanda eléctrica de Cargas Esenciales.....	62
CAPÍTULO IV .....	63
PROPUESTA DEL NUEVO DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE Y RESPALDO ELECTRICO .....	63
4.1 PROPUESTA DEL NUEVO DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION .....	63

4.1.1 Aulas.....	63
4.1.2 Oficinas.....	67
4.1.3 Biblioteca.....	73
4.1.4 Salón de Uso Protocolar .....	73
4.1.5 Cocina.....	75
4.1.6 Hoteles.....	76
4.1.7 Pasillos.....	80
4.1.8 Consultorio Dental.....	83
4.2 POTENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO .....	84
4.3 ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y EL SISTEMA PROPUESTO PARA EL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.....	87
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO DEL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.....	87
4.4.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE) para el Sistema de Iluminación.....	89
4.5 INDICE DE EFICIENCIA ENERÉTICA DEL SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL Y EL PROPUESTO .....	90
4.6 PROPUESTA DEL SISTEMA DE RESPALDO ELECTRICO CON EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS .....	92
4.6.1 Sistema de Respaldo con la carga total de la institución.....	92
4.6.2 Sistema de Respaldo Eléctrico para Cargas Esenciales.....	93
4.6. LUGAR DE INSTALACION DE LA PLANTA ELECTRICA Y EL TABLERO DE TRANSFERENCIA EN EL HOTEL ESCUELA .....	94
4.7 CÁLCULO DE LA ACOMETIDA TOMANDO EN CUENTA LA CARGA TOTAL Y LA CARGA PRIORIZADA.....	95
4.7.1 Selección del calibre por capacidad de corriente.....	95
4.7.2 Selección del calibre por caída de tensión.....	95
4.7 ANÁLISIS ECONOMICO DEL SISTEMA DE RESPALDO ELECTRICO.....	97
4.7.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE) para el Sistema del Respaldo Eléctrico.....	98
CONCLUSIONES.....	100

RECOMENDACIONES .....101  
BIBLIOGRAFÍA .....102

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

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1 Sistema de Iluminación.....	13
Figura 2.2 Iluminación general.....	13
Figura 2.3 Iluminación localizada.....	14
Figura 2.4 Iluminación general -localizada.....	14
Figura 2.5 Iluminación modularizada.....	15
Figura 2.6 Tipos de deslumbramientos causados en centros educativos.....	16
Figura 2.7 Correcta posición de la luminaria para iluminar el pizarrón.....	17
Figura 2.8 Partes de una instalación eléctrica.....	21
Figura 2.9 Curva típica de un transformador conectado a un sistema de distribución.....	23
Figura 2.10 Factor de Potencia.....	25
Figura 2.11 Fuente de Emergencia a base de Planta Generadora.....	28
Figura 3.1 Aula Doris Villareal.....	36
Figura 3.2 Aula 2-14.....	36
Figura 3.3 Coordinación de Pasantías.....	40
Figura 3.4 Dirección.....	40
Figura 3.5 Biblioteca.....	41
Figura 3.6 Biblioteca.....	41
Figura 3.7 Auditorio.....	42
Figura 3.8 Salón de Usos Múltiples.....	42
Figura 3.9 Panadería y Pastelería.....	44
Figura 3.10 Cocina.....	44
Figura 3.11 Cafetín.....	44
Figura 3.12 Panadería y Pastelería.....	44
Figura 3.13 Área de Lavandería.....	47
Figura 3.14 Habitación 1.....	47

Figura 3.15 Pasillo Nivel Planta baja .....	51
Figura 3.16 Pasillo Nivel tercer Piso (Cubículos) .....	51
Figura 3.17 Consultorio Medico.....	52
Figura 3.18 Consultorio Odontológico.....	52
Figura 4.1 Propuesta de la Iluminación del Aula Doris Villareal .....	64
Figura 4.2 Propuesta de la Iluminación .....	64
Figura 4.3 Curvas Isolíneas del Aula Doris Villareal.....	64
Figura 4.3 Curvas Isolíneas del Aula 2-14 .....	64
Figura 4.5 Propuesta de la Iluminación de la Oficina de Dirección.....	67
Figura 4.6 Propuesta de Iluminación de la Coordinación de Pasantías.....	67
Figura 4.7 Curvas Isolíneas de la Propuesta de la Oficina de Dirección .....	67
Figura 4.8 Curvas Isolíneas de la Propuesta de la Coordinación de Pasantías.....	68
Figura 4.9 Propuesta de Iluminación del Auditorio .....	74
Figura 4.10 Curvas Isolíneas de la Propuesta del Auditorio .....	74
Figura 4.11 Propuesta de Iluminación de la Cocina.....	75
Figura 4.12 Curvas Isolíneas de la Propuesta de la Cocina.....	76
Figura 4.13 Propuesta de Iluminación de la Habitación 1.....	77
Figura 4.14 Curvas Isolíneas de la Propuesta de la Habitación 1.....	77
Figura 4.15 Propuesta de la Iluminación del Pasillo Nivel Planta Baja (Biblioteca).....	81
Figura 4.16 Curvas Isolíneas de la Propuesta del Pasillo Nivel Planta Baja (Biblioteca).....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pag.
Tabla 2.1 Valores límite de eficiencia energética en iluminación (VEEI).....	10
Tabla 2.2 Temperatura del color versus tipo de actividad en centros educativos .....	17
Tabla 2.3 Tipos de Luminarias recomendadas en centros educativos.....	18
Tabla 2.4 Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del Colegio.....	19
Tabla 2.5 Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en unidades no residenciales ..	25
Tabla 2.6 Método opcional para calcular los factores de demanda para alimentadores y conductores de entrada de acometida para escuelas .....	26
Tabla 2.7 Algunos tamaños comerciales de motores de combustión, para generadores en plantas de emergencia (DIESEL) .....	31
Tabla 3.1 Característica de medición de las Aulas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	33
Tabla 3.2 Característica de medición de las Aulas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	34
Tabla 3.3 Característica de medición de las Aulas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	34
Tabla 3.4 Característica de medición de las Oficinas y Cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	37
Tabla 3.5 Característica de medición de las Oficinas y Cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	38
Tabla 3.6 Característica de medición de las Oficinas y Cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	39
Tabla 3.7 Característica de medición de las Oficinas y Cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	40
Tabla 3.8 Característica de medición de la Biblioteca del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	41
Tabla 3.9 Medición del Salón de uso protocolar del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	42

Tabla 3.10 Característica de medición de la cocina del Núcleo Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	43
Tabla 3.11 Característica de medición de las Habitaciones de hotel, del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	45
Tabla 3.12 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	48
Tabla 3.12 Continuación. Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	49
Tabla 3.13 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	49
Tabla 3.14 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	50
Tabla 3.15 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	50
Tabla 3.16 Característica de medición de los Consultorios del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	52
Tabla 3.17 Característica de la carga conectada por Iluminación .....	53
Tabla 3.18 Índice de eficiencia energética .....	54
Tabla 3.19 Censo de carga de pequeños artefactos .....	58
Tabla 3.20 Censo de cargas de cargas especiales equipos de cocina .....	59
Tabla 3.21 Censo de cargas especiales .....	59
Tabla 3.22 Censo de Motores .....	60
Tabla 3.23 Densidad de carga Hotel Escuela .....	62
Tabla 3.24 Cargas esenciales existentes en el Hotel Escuela .....	62
Tabla 4.1 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de Aulas en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	64
Tabla 4.2 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación de las aulas del Hotel Escuela .....	65
Tabla 4.3 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de Oficinas en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	67
Tabla 4.4 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación de las oficinas del Hotel Escuela .....	68
Tabla 4.5 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación de la biblioteca del Hotel Escuela .....	73

Tabla 4.6 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación del Auditorio en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	73
Tabla 4.7 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación de los Salones de Uso Protocolar del Hotel Escuela .....	74
Tabla 4.8 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de la cocina Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	75
Tabla 4.9 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación de la biblioteca del Hotel Escuela.....	76
Tabla 4.10 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las Habitaciones en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	77
Tabla 4.11 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación en las Habitaciones del Hotel Escuela.....	78
Tabla 4.12 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de Oficinas en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos .....	80
Tabla 4.13 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación en los pasillos del Hotel Escuela.....	81
Tabla 4.14 Características Técnicas del nuevo Sistema de Iluminación en los Pasillos .....	84
Tabla 4.15 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto .....	85
Tabla 4.16 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto del Hotel Escuela.....	87
Tabla 4.17 Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en el Hotel Escuela .....	88
Tabla 4.18 Precio de las Luminarias del sistema de Iluminación propuesto.....	89
Tabla 4.19 Costo anual uniforme equivalentes de los sistemas de iluminación actual y propuesto .....	90
Tabla 4.20 Índices de eficiencia energética del sistema actual y propuesto.....	90
Tabla 4.21 Demanda eléctrica total con el sistema de iluminación actual y propuesto. ....	92
Tabla 4.22 Data técnica de planta eléctrica Cummins, modelo ACCC-300C.....	93
Tabla 4.23 Comparación de la demanda eléctrica, cargas prioritarias .....	93
Tabla 4.24 Data técnica de planta eléctrica Cummins, modelo ACCC-125C.....	94
Tabla 4.25 Selección del calibre por capacidad de corriente para la carga tota y la carga priorizada.....	95
Tabla 4.26 Conductor necesario para la carga total y para la carga priorizada.....	95
Tabla 4.27 Selección del calibre por caída de tensión.....	96
Tabla 4.28 Especificaciones del tablero y equipo de transferencia para la carga total .....	96

Tabla 4.29 Especificaciones del tablero y equipo de transferencia para la carga total .....	97
Tabla 4.30 Comparación del Precio Anual por consumo para la carga total y la priorizada ....	97
Tabla 4.31 Precio de los Generadores eléctricos .....	98

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

# INTRODUCCIÓN

Dada la importancia de contar con un ambiente de trabajo y estudio ideal o un ambiente cálido y confortable en el hogar es indispensable una buena iluminación. Un espacio bien iluminado no es necesariamente aquel espacio que cuenta con más iluminación si no el que cuenta con la iluminación adecuada. El principal problema de tener una escasa iluminación en el hogar, lugar de trabajo o estudio, son los serios problemas de visión que puede llegar a causar, ya que se deberá hacer un mayor esfuerzo visual para ver mucho mejor aquello que con la iluminación adecuada se vería perfectamente. Estas necesidades, de áreas bien iluminadas, forman parte de las normas y requisitos establecidos en la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).

Atendiendo el interés de que los centros de educación cuenten con una iluminación adecuada, el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos forma parte de este interés, ya que el mismo cuenta con un déficit en sus instalaciones eléctricas, en especial en las instalaciones de iluminación, es por ello que es necesario realizar el estudio en este importante centro de educación del estado Mérida.

El Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos es una institución académica, cuyo objetivo es la formación y especialización de recursos humanos en el área del servicio hotelero, el mismo forma profesionales integrales y sociales responsables de su entorno en el marco de la educación superior en las áreas de hotelería y servicios, así como capacitar y certificar por oficios para la actividad turística bajo la filosofía de aprender haciendo.

Atender las necesidades de iluminación en cada área del Hotel Escuela resulta de gran importancia, es por ello que el presente proyecto tiene como objetivo diseñar un nuevo sistema de iluminación que cumpla con lo establecido en la norma COVENIN 2249-93 y en los índices de eficiencia energética.

Por otra parte se propone en este trabajo plantear una solución de generación considerando un sistema de respaldo para cumplir con la demanda eléctrica de la institución en caso de fallas de la red.

El desarrollo del presente trabajo está compuesto de cuatro capítulos descritos de la siguiente manera:

En el capítulo I se realiza el planteamiento del problema, la justificación de la investigación, los objetivos a cumplir, así como el alcance y las limitaciones del trabajo. En el capítulo II se exponen los fundamentos o bases teóricas necesarias para solucionar el problema planteado.

En el capítulo III se analiza el estado actual del sistema de iluminación en el Hotel Escuela, así como también se realiza el estudio de la demanda eléctrica por medio de un analizador de red, interpretando los resultados obtenidos para verificar si cumple o no con las normas y especificaciones de la norma COVENIN 2249-93.

En el capítulo IV se presenta el diseño de un nuevo sistema de iluminación para el Hotel Escuela y se plantea un sistema de respaldo eléctrico que cubra la demanda en caso de fallas en la red. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones más resaltantes del trabajo técnico.

# **CAPITULO I**

## **PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESCUELA**

El estudio se fundamenta en la propuesta de un nuevo sistema de iluminación y respaldo eléctrico para el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos, es por ello que en el presente capitulo hace referencia a las principales causas del problema objeto de estudio, los objetivos de la investigación, el alcance que se da al contenido, las limitaciones propias del desarrollo del trabajo y la metodología utilizada.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De todos los tipos de energía existentes la que mayor uso ha recibido es la energía eléctrica, por su facilidad de uso e incluso por su gran versatilidad. En la historia de la electricidad hubo personajes que se dedicaron a estudiarla y a quienes, hoy, le debemos la posibilidad de tener bombillas encendidas en nuestro hogar. Sin electricidad fuese sido imposible que muchos de los avances tecnológicos y científicos que existen en la actualidad se pudieran dar. Como una de las ventajas más importantes de la energía eléctrica nos encontramos con el incremento del nivel de vida de la población mundial lo que ha permitido el desarrollo económico y social, el alfabetismo y el acceso al agua potable.

Actualmente Venezuela está pasando por una crisis eléctrica debido a la poca inversión en los sistemas de generación de energía eléctrica, lo que ha traído como consecuencia un déficit en la capacidad de generación y a su vez se han tenido que tomar medidas para regular su consumo. Por ello empresas, hospitales e instituciones educativas se han visto en la necesidad de conocer su demanda eléctrica para colocar plantas y utilizarlas cuando los cortes en el suministro eléctrico son frecuentes.

La eficiencia energética es un término muy utilizado actualmente debido a que la misma se da cuando se hace un buen uso de la energía eléctrica, se utiliza menos energía para producir el mismo producto o servicio. Por la necesidad existente de usar menos energía, la atención se ha centrado en los sistemas de iluminación de empresas, hospitales e instituciones educativas, estas representan un porcentaje muy significativo en el consumo de energía eléctrica del país, estando en funcionamiento gran parte del día y siendo las encargadas del progreso del país.

El Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos cuenta con un sistema de iluminación en mal estado, es por ello que se desea realizar una evaluación para conocer los niveles lumínicos de cada área y hacer la comparación con los establecidos por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) y así proponer un nuevo sistema de iluminación que permita reducir los niveles de consumo; también se estudiara la demanda eléctrica presente para proponer una solución en generación, como lo es una planta eléctrica a usar cuando hayan cortes en el suministro eléctrico.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

El sistema de iluminación de cualquier centro de estudio juega un papel fundamental para todo el personal que allí labora y principalmente para sus estudiantes, si la iluminación no es la correcta la realización de muchas actividades como la lectura, escritura e intercambio de ideas en general se vería en desventaja. Por ello es importante conocer cuáles son los niveles de lumínicos adecuados que generan un entorno visual confortable para favorecer el correcto desarrollo del trabajo y así hacer un uso eficiente de la energía, reducir la misma y proporcionar productos y servicios por mucho menos.

En la actualidad varios científicos e investigadores alrededor del mundo, preocupados por los efectos de los cambios climáticos, han realizado pruebas y avances tecnológicos en todo lo que concierne a iluminación, como resultado de estas investigaciones se tiene los llamados módulos de iluminación LED potentes y de bajo costo, estos tienen el potencial de reducir el consumo de energía. Hace varios años los LED tenían una eficiencia muy limitada (0,1 lm/W) y no se usaban para la iluminación. Estos LED eran de color rojo y utilizaban tecnología

GaAsP. Progresivamente fueron evolucionando, logrando conseguir los LED de alto rendimiento. Entre las ventajas que tiene el uso de iluminación LED se encuentra la eficiencia energética ya que se consume hasta un 85% menos de electricidad, mayor vida útil, la luz más ecológica no solo por el ahorro energético sino por los componentes químicos que la forman, baja emisión de calor produciendo la potencia de luz deseada y mínimo mantenimiento.

Además el simple cambio a la iluminación LED mejora la salud, la seguridad y el rendimiento en las aulas. Por tal motivo existe la necesidad del diseño de un nuevo sistema de iluminación en el Hotel Escuela que proporcione todas las ventajas antes descritas.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar un nuevo sistema de Iluminación que cumpla con lo establecido en la norma COVENIN 2249-93 y en los índices de eficiencia energética, y proponer un sistema de respaldo que cubra la demanda eléctrica en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer los niveles de iluminación en las áreas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos.
- Proponer un sistema de iluminación eficiente.
- Determinar la demanda eléctrica de la institución.
- Proponer un sistema de respaldo de energía con el fin de brindar un servicio eléctrico continuo que cubra la demanda de la institución.

### **1.4 ALCANCE**

La finalidad de este trabajo consiste en diseñar un nuevo sistema de iluminación en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos para garantizar niveles lumínicos adecuados en cada espacio de esta institución y a su vez hacer un uso eficiente de la energía eléctrica para garantizar bienestar y mejorar el rendimiento de profesores y alumnos de esta prestigiosa institución. También como propósito fundamental esta conocer la demanda

eléctrica para así proponer un sistema de generación que asuma la carga eléctrica de la institución, lo importante es garantizar estabilidad y constancia en el flujo eléctrico.

### **1.5 LIMITACIONES**

- Inconvenientes en la obtención de las medidas ya que no contaban con planos arquitectónicos acotados.
- Complejidad en la obtención de medidas en salones y oficinas, ya que permanentemente se encontraban personas, las cuales producían sombra afectando los niveles de iluminación reales.
- Por las constantes interrupciones en el servicio eléctrico se dificultó la toma de medidas con el luxómetro, ya que era necesario encender las lámparas de cada área al momento medir su iluminancia.
- Para conocer la demanda eléctrica se instaló un analizador de red, según la Norma COVENIN 200-1999 disposición 220-35 establece que el mismo debe ser instalado en la institución por lo menos durante un año con una excepción, si no existen datos de un año bastará con conocer la corriente durante un periodo mínimo de 30 días, lo cual no fue posible, debido a que en el estado Mérida solo existe un equipo analizador de red perteneciente a CORPOELEC y el mismo tiene una gran demanda, por ello fue instalado por tan solo 12 horas continuas el día de mayor consumo del Hotel Escuela.

### **1.6 METODOLOGÍA**

La metodología aplicada en este estudio es de tipo combinada; es decir, integra la recolección de datos correspondientes al trabajo de campo, como análisis, comprobaciones y aplicaciones prácticas.

Se diseñó un nuevo sistema de iluminación cumpliendo con lo establecido en la norma COVENIN 2249-93 y en los índices de eficiencia energética en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos, fue necesario determinar los niveles de iluminación con la ayuda de un luxómetro, evaluando si el sistema de iluminación actual cumple o no con lo establecido en la norma, una vez conocido que los niveles de iluminancia están muy por

debajo de los requeridos se realizó la propuesta de un nuevo sistema de iluminación eficiente, mediante el software de simulación; DIALux, utilizando lámparas de tecnología LED que garanticen un consumo eficiente de energía eléctrica en cada área de la institución.

Se propuso un sistema de respaldo de energía como lo es una planta eléctrica, con el fin de brindar un servicio eléctrico continuo que cubra la demanda de la institución; para estimar la demanda eléctrica se analizaron 2 métodos de estudio; el método de densidad de carga y el Censo de cargas, obteniendo los factores de demanda de la norma COVENIN 200-1999 y realizando una comparación de ambos métodos para seleccionar la planta eléctrica de acuerdo al más confiable y aceptado.

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

# **CAPITULO II**

## **SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y DEMANDA ELECTRICA DEL HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS**

Es importante al momento de diseñar un sistema de iluminación eficiente tener en cuenta todos los elementos que actúan en el mismo, conociendo estos elementos, se puede diseñar ambientes institucionales idóneos para el bienestar de las personas que lo conforman. Las áreas universitarias, deben contar con lámparas que permitan una iluminación adecuada para que los estudiantes y personal en general realicen sus actividades con un buen desempeño. A continuación se describe las bases teóricas para el desarrollo del trabajo de investigación.

### **2.1 FLUJO LUMINOSO**

Se define como la energía luminosa que la fuente emite en un segundo en todas las direcciones.

También se puede definir como, la potencia (P) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible; cabe destacar que no toda la potencia consumida por una lámpara es transformada en luz, la pequeña parte que es transformada en luz es el llamado flujo luminoso. Su unidad es el lumen (lm) y su símbolo es  $\Phi$  [1].

#### **2.1.1 Iluminancia**

La iluminancia es un índice representativo de la cantidad o flujo luminoso que incide perpendicularmente sobre determinada superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux [1].

### 2.1.2 Iluminancia media

Se describe como el valor promedio de medidas del nivel de iluminación (lux) en una superficie iluminada. Se obtiene sumando todos los valores de iluminancia punto por punto en una superficie determinada, dividiendo entre el número de puntos tomados, su símbolo es  $E_m$  y su unidad es lux (lx) [1]. Su ecuación es la siguiente:

$$E_m = \frac{\sum E_i}{N} \text{ [lx]} \quad (2.1)$$

Dónde:

- **$E_m$** : representa la iluminancia media (lx)
- **$E_i$** : nivel de iluminación medido en cada punto (lx)
- **$N$** : número de mediciones.

### 2.2 EFICIENCIA ENERGÉTICA

La eficiencia energética es una práctica empleada durante el uso de energía con el fin de reducir su consumo. Se trata de iluminar mejor consumiendo menos electricidad. El valor de la eficiencia energética de una instalación, es una exigencia que se aplica con el objetivo de asegurar que la instalación funciona de manera óptima consumiendo el mínimo de energía. El índice que mide la eficiencia energética de una instalación es *VEEI*. La unidad de medida es  $\frac{W}{m^2}$  por cada 100 lux [1].

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S * E_m} \quad (2.2)$$

Dónde;

- **$P$** : Es la potencia total instalada (W)
- **$S$**  Es la superficie iluminada (m<sup>2</sup>)
- **$E_m$**  Iluminancia media (lux)

Los valores límite de eficiencia energética se establecen en la tabla 2.1.

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

<b>Zona de Actividad</b>	<b>VEEI Límite</b>
Administrativo en general	3
Aulas y laboratorios	3,5
Zonas Comunes en edificios no residenciales	6
Almacenes archivos, salas técnicas y cocinas	4
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5
Salones de actos, auditorios, y sala de usos múltiples y convenciones	8
Sala de ocio o espectáculos, sala de reuniones y salas de conferencias	8
Habitación de Hoteles y Hostales, etc.	10

## **2.3 LUXÓMETRO**

Es un instrumento de medida que permite conocer simple y rápidamente la luminancia real y no subjetiva del ambiente, su unidad de medida es el lux (lx). Posee una celda fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados en un display [1].

## **2.4 FUENTES DE LUZ**

Son todos aquellos objetos capaces de transformar algún tipo de energía en luz. Algunas son naturales como lo es el sol y las estrellas, mientras que otras artificiales, que son en las que el hombre ha intervenido como la lámpara [1].

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

Para que la distribución espectral de las fuentes de luz artificiales tenga un rendimiento elevado, las lámparas deben transformar la mayor energía absorbida en energía visible. Cuando una fuente de luz es ideal su flujo luminoso es radialmente uniforme, y su intensidad luminosa es igual en todas las direcciones, se conoce como distribución de la intensidad luminosa. La disminución del flujo luminoso emitido por una lámpara a lo largo de su vida se conoce como depreciación luminosa [1].

Es importante que las lámparas no emitan ninguna radiación que pueda resultar peligrosa para el hombre. Y que toda potencia eléctrica producida por una lámpara no se transforma en luz, existen pérdidas [1].

El tiempo de duración de una lámpara hasta su agotamiento total se conoce como vida media y el periodo durante el cual la lámpara funciona sin perder rendimiento luminoso es la vida útil [1].

El tiempo que necesita una lámpara para alcanzar el máximo nivel de flujo luminoso, arrancando en frío se denomina tiempo de encendido [1].

Respecto al color apropiado de una fuente de luz, el mismo depende de la composición espectral de su radiación. El aspecto del color que presentan las superficies iluminadas se conoce como calidad de reproducción de color [1].

Para producir luz artificial se requiere la conversión de algún tipo de energía en radiación lumínica. Estos procesos se conocen como incandescencia y luminiscencia. La incandescencia es el fenómeno de emisión de luz debida a la energía calorífica y la luminiscencia es el proceso en el cual la materia absorbe energía y luego la devuelve en forma de fotones, también representa la mayoría de las fuentes de iluminación eficientes [1].

#### **2.4.3 Clasificación de las fuentes luminosas existentes en el Hotel Escuela**

Según la distribución de energía emitida, se tienen los distintos tipos de lámparas más usadas:

*Lámparas incandescentes:* Estas lámparas fueron la principal fuente para la iluminación en el sector residencial y comercial, fueron desplazadas con el surgimiento de lámparas más eficientes [1].

*Lámparas Fluorescentes-Vapor de mercurio baja presión:* Hoy en día gran parte de comercios y empresas trabajan con lámparas fluorescentes. Requieren de un balastro para su funcionamiento el cual controla la intensidad de corriente que circula por ella [1].

*Lámparas fluorescentes compactas:* Son una evolución de las lámparas fluorescentes convencionales, con la característica de su reducido tamaño, se caracterizan por ser de menor diámetro, de extremo único, de dos, cuatro o seis tubos paralelos, formadas por bulbos en forma de U conectados por pequeños tubos en sus extremos, se componen básicamente de los mismos elementos que una lámpara fluorescente de vapor de mercurio a baja presión [1].

## **2.5 LUMINARIAS**

Las luminarias son equipos que sirven para soportar y conectar a la red eléctrica a los dispositivos generadores de luz (lámparas). Como la luminancia emitida por una lámpara es muy grande, el objetivo principal de las luminarias es la de distribuir el flujo que emiten las lámparas, con el propósito de dirigirlo sobre los objetos a iluminar, es importante que estas luminarias cumplan con ciertos requisitos o características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras [1].

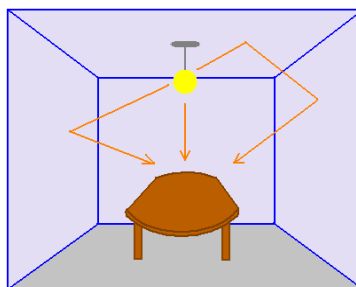
Una luminaria debe proporcionar las siguientes funciones:

- a) Distribuir adecuadamente la luz en el espacio.
- b) Evitar toda posible molestia provocada por deslumbramiento o brillo excesivo.
- c) Satisfacer las necesidades estéticas y de ambientación del espacio al que están destinadas.
- d) Proporcionar un óptimo rendimiento energético, aprovechando la mayor cantidad de flujo luminoso entregado por las lámparas.
- e) Proteger la lámpara y componentes internos contra vandalismo.

## **2.6 SISTEMAS DE ILUMINACION**

La luz que llega a una determinada zona, no es únicamente el flujo luminoso emitido por la luminaria, esta corresponde al flujo emitido directamente, sin embargo, existe el flujo luminoso emitido indirectamente por reflexión en techo, paredes y en ocasiones en el piso; por

lo tanto el flujo luminoso que recibe un objeto será la suma del flujo total, tanto el emitido directa como indirectamente. (Ver figura 2.1) [1].

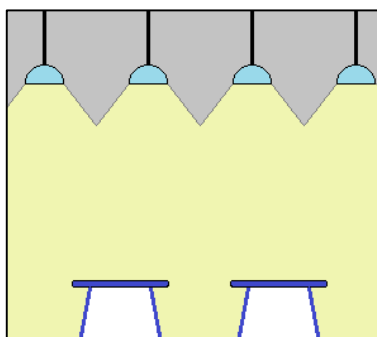


**Figura 2.1 Sistema de iluminación.**  
Fuente: (Moreno, 2015)

## 2.7 MÉTODOS DE ILUMINACIÓN

Según la forma o grado de uniformidad, como se reparte la luz en las zonas iluminadas en las instalaciones de iluminación de interiores, se pueden distinguir los siguientes cuatro métodos predominantes:

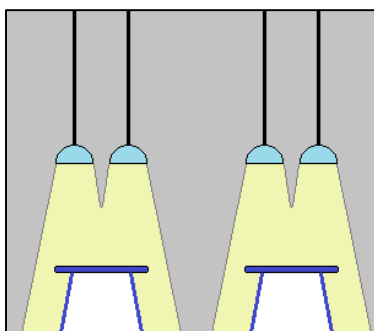
*Iluminación general:* Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Se logra mediante la distribución regular de las luminarias en el techo del ambiente. Este tipo de iluminación brinda al ambiente un aspecto ordenado, es fácil de diseñar y no requiere coordinación con el esquema de ubicación de los puestos de trabajo. Es un método muy usado y se puede encontrar frecuentemente en oficinas, centro de enseñanza, fábricas, comercios, etc (Ver figura 2.2) [1].



**Figura 2.2 Iluminación general**  
Fuente: (Moreno, 2015)

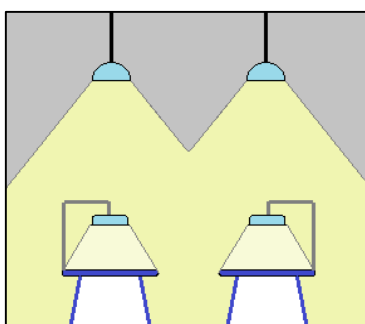
*Iluminación localizada:* En situaciones donde se requiere una iluminación considerable de la tarea visual que se desarrolla se usa la iluminación localizada. Generalmente es usada cuando el nivel de iluminación requerido es alto, superior a los 1.000 lx [1].

Este tipo de iluminación reduce considerablemente la carga energética en comparación con el sistema de iluminación general (Ver figura 2.3) [1].



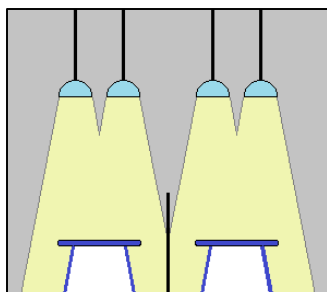
**Figura 2.3 Iluminación localizada**  
Fuente: (Moreno, 2015)

*Iluminación general-localiza:* Proporciona una distribución no uniforme de la luz de manera que la misma se concentra exclusivamente en las zonas de trabajo, debido a que la tarea visual requiere de niveles más altos de iluminación. De esta manera se logran importantes ahorros energéticos, ya que la luz se orienta únicamente donde hace falta (Ver figura 2.4) [1].



**Figura 2.4 Iluminación general -localizada**  
Fuente: (Moreno, 2015)

*Iluminación modularizada:* Este tipo de iluminación se utiliza en salas donde se prevé el uso de los paneles divisorios o muebles de altura considerable, como por ejemplo, oficinas o bibliotecas, con el fin de minimizar los efectos de sombras sobre el plano de trabajo (Ver figura 2.5) [1].



**Figura 2.5 Iluminación modularizada**  
Fuente: (Moreno, 2015)

## 2.8 ILUMINACION EN CENTROS EDUCATIVOS

Los centros educativos abarcan todas las dependencias dedicadas a la enseñanza donde desarrollan actividades niños, jóvenes y adultos. En estos centros se debe garantizar una buena iluminación, y de esta manera proporcionar a los estudiantes y profesores, un ambiente agradable y estimulante, con el suficiente confort visual que permita el pleno desarrollo de sus actividades sin demandar de ellos un sobre esfuerzo visual [1].

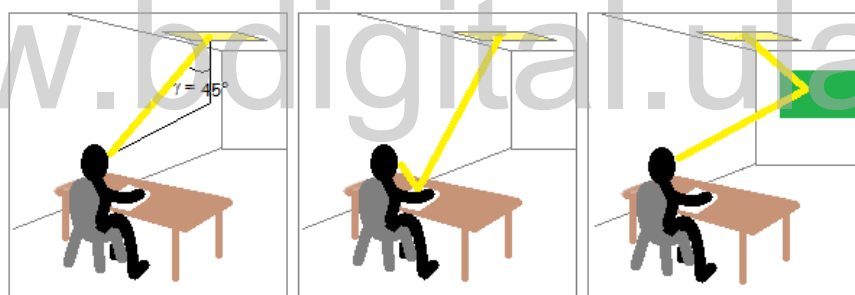
En los centros educativos se enseña escribiendo o dibujando sobre una pizarra, mostrando diapositivas, videos o imágenes por medio de equipos de proyección, para el pleno desarrollo de estas actividades se requiere adaptar una serie de factores en la iluminación, de tal manera que permita una perfecta visión entre profesores y alumnos, estos son:

- Armonía entre los niveles de iluminación existentes en los espacios ocupados, evitando diferencias significativas a favor de unos u otros.
- Aprovechamiento de la luz proveniente de las ventanas.
- Asegurar una uniformidad horizontal acorde al tipo de actividad realizada.
- Iluminación especial para la pizarra, para evitar brillos y deslumbramientos.
- El color de la luz emitida por las lámparas debe ser la indicada para obtener el máximo aprovechamiento escolar.

### 2.8.1 Clasificación de la iluminación en centros educativos

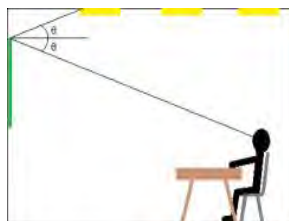
Las actividades en los centros educativos destinados a la enseñanza son diversas, entre las que destacan: aulas de enseñanza práctica, aulas de enseñanza teórica, aulas para actividades especiales y salón de actos, laboratorios, talleres mecánicos, bibliotecas, gimnasios y canchas deportivas, salas de lectura, piscinas, duchas, y aseos, pasillos, escaleras, oficinas de administración, comedores, cocinas, capillas y sala de actos y cubículos [1].

*Espacios con actividad visual elevada:* Entre las actividades que destacan están las aulas de enseñanza práctica, laboratorios, talleres y bibliotecas. Las mismas requieren ser iluminadas de manera especial, en donde se suele aprovechar la luz natural, se requiere fuentes de luz con buena reproducción del color, la iluminación puede ser localizada con fuentes de luz direccionales para un buen modelado, además se requiere tener sumo cuidado con las reflexiones directas (bien sea de las fuentes de luz o ventanales) e indirectas (de la pizarra, monitor del computador o material de trabajo). (Ver figura 2.6) [1].



**Figura 2.6 Tipos de deslumbramientos causados en centros educativos.**  
Fuente: (Moreno, 2015)

*Espacios con actividad visual normal:* Entre las actividades que destacan están aulas, cocinas, gimnasios y piscinas. Las aulas son los espacios más comunes dentro de los centros educativos y es donde el proyectista debe colocar más atención, debido a que es el lugar donde los alumnos pasan mayor tiempo. La iluminación de las aulas depende de la tarea a realizar en ellas, estas comprenden desde tomar notas, realizar exámenes, utilizar calculadoras, leer texto impreso o escrito a lápiz. Por esta razón los niveles deben ser los apropiados para la realización de todas las tareas. (Ver figura 2.7) [1].



**Figura 2.7 Correcta posición de la luminaria para iluminar el pizarrón.**

**Fuente: (Moreno, 2015)**

En la cocina se puede usar la luz natural, si no es suficiente la iluminación debe ser la adecuada a la tarea a realizar, la luminaria debe tener un elevado grado de estanqueidad, con protectores plásticos que impidan la caída de cristales por la rotura de alguna lámpara. La lámpara usa tubos fluorescentes o tubos LED.

*Espacios con actividad visual baja:* Entre las actividades que destacan están los vestíbulos, pasillos, escaleras, comedores cafeterías, aseos, duchas, almacenes, zona de esperas y de paso. En estos espacios los requerimientos visuales no son tan exigentes como en las otras zonas ya mencionadas anteriormente. Las lámparas usadas son tubos LED o fluorescentes. (Ver tabla 2.2) [1].

**Tabla 2.2 Temperatura del color versus tipo de actividad en centros educativos**

**Fuente: (Moreno, 2015)**

<b>Temperatura de color</b>	<b>Tipo de actividad o iluminación</b>
Tonos cálidos < 3.000 K	Entornos decorados con tonos claros - Áreas de descanso Salas de espera - Zonas con usuarios de avanzada edad Áreas de esparcimiento - Bajos niveles de iluminación
Tonos neutros 3.300 – 5.000K	Lugares con importante aportación de luz natural Tareas visuales de requisitos medios
Tonos fríos > 5.000 K	Entornos decorados con tonos fríos - Altos niveles de iluminación Para enfatizar la impresión técnica - Tareas visuales de alta concentración

La iluminación general con distribución uniforme de las luminarias, se usan en vestíbulos, pasillos, escaleras, comedor, duchas, aseos y almacenes. La iluminación general-localizada, que permite reforzar la zona de exposición y mejorar la captación de imágenes del observador, impidiendo reflejos, en aulas, aulas de enseñanza práctica, laboratorios, talleres y bibliotecas. (Ver tabla 2.3).

**Tabla 2.3 Tipos de Luminarias recomendadas en centros educativos**  
Fuente (Moreno, 2015)

Luminaria	Descripción de luminarias	Tipo de iluminación
	Luminarias de adosar con celosías especulares o difusa para lámparas fluorescentes lineales, compactas o tubos LED.	Usada en iluminación general con celosías especulares en aulas con ordenador, lectura, áreas administrativas, etc, con celosías difusa en áreas de utilización general
	Luminarias de adosar/suspender con celosías especulares o difusa para lámpara fluorescentes lineales o tubos LED.	Usada en iluminación general con celosía especulares en aulas con ordenador, lectura, áreas administrativas, etc, con celosías difusa en áreas de utilización general
	Luminaria directa (downlight) de empotrar para lámparas fluorescentes compactas, LED o lámparas de descarga.	Usada en zonas de entrada, cafeterías, pasillos, etc.
	Luminarias con alto grado de estanqueidad para fluorescentes lineales o tubos LED.	Usada en iluminación general de almacenes, cocinas, archivos, gimnasios etc.
	Luminarias con alto grado de estanqueidad de interior o zonas cubiertas para lámparas de descarga elipsoidal mate o campanas LED.	Usada en iluminación general de almacenes, talleres, gimnasios y polideportivos etc.
	Luminaria tipo proyector para lámparas de descarga elipsoidal mate y tubular mate o focos LED.	Usada en iluminación general de zonas deportivas, almacenes, talleres, gimnasios, polideportivos cubiertos, etc.

## 2.9 NORMA COVENIN 2249-93. ILUMINANCIAS EN TARES Y ÁREAS DE TRABAJO

La norma venezolana COVENIN es el organismo encargado de programar y regularizar las actividades de normalización y calidad en el país, esta norma establece los valores de iluminancia media recomendada como iluminación normal para obtener un desempeño visual

eficiente en las diversas áreas de trabajo y para tareas visuales específicas bajo condiciones de iluminación artificial. (Ver tabla 2.4) [2].

**Tabla 2.4 Iluminancias recomendadas de acuerdo a las dependencias del Colegio**  
Fuente: (COVENIN, 1993)

AREA		ILUMINANCIA (lx)			Tipo de iluminación
		Mínima	Media	Máxima	
<b>CAFETERIA</b>	Caja	200	300	500	Localizada
	Iluminación durante la comida	100	150	200	General
	Cocina	500	700	1.000	Localizada
Pasillos y escaleras		100	150	200	General
Baños y sanitarios públicos		100	150	200	General
<b>BIBLIOTECA</b>	Áreas de lectura	500	750	1.000	Localizada
	Estanterías	200	300	500	Localizada
<b>HOTELES</b>	Habitaciones	200	300	500	Local
	Cuarto de lencería	100	150	200	General
<b>CONSULTORIO DENTAL</b>	General	200	300	500	General
	Bandeja de instrumentos	500	750	1.000	Localizada
	Cavidad oral	5.000	7.500	10.000	General-Localizada
Pizarrones		500	750	1.000	Localizada
Laboratorios		500	1.500	2.000	Localizada
Mesa de demostración		1.000	1.500	2.000	Localizada
Oficinas		500	750	1.000	Localizada
Sala de conferencia		200	300	500	General
Panadería		500	700	1.000	Local
Sala de espera y recepción		100	150	200	General
Auditorio		200	300	500	General

### **2.9.1 Condiciones generales para determinar la iluminancia existente según norma COVENIN 2249 – 93.**

Las mediciones de campo, valen únicamente para las condiciones existentes durante las mediciones y por ello, es necesario establecer todas las condiciones ambientales y factores que

puedan afectar los resultados, tales posición de las luminarias, reflectancias de las superficies, tipo y edad de las lámparas, tensión eléctrica e instrumentos utilizados para la evaluación [2].

### **2.9.2 Procedimiento para determinar la iluminancia media general existente según NORMA COVENIN 2249 – 93.**

- 1) Se divide el área o superficie en la cual se va a evaluar la iluminancia, en sectores preferiblemente iguales cuya dimensión mayor no deberá exceder de 0,6 m en áreas interiores y 3 m en áreas exteriores
- 2) Se energiza la instalación, se deja funcionar 30 minutos, y se deja tiempo suficiente de 5 a 10 min para la estabilización del instrumento a la iluminancia existente.
- 3) Con el luxómetro se mide la iluminancia en el centro de cada una de las áreas unitarias o puntos definidos, en la altura del plano de trabajo que corresponda.
- 4) Durante la medición se verifica que la superficie receptora de la fotocélula del instrumento este horizontal, vertical o en plano intermedio que corresponde a la medición requerida
- 5) Se calcula la iluminancia media, como una media ponderada en las áreas.

## **2.10 INSTALACION ELECTRICA**

Una instalación Eléctrica está compuesta por materiales y equipos que permiten distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía suministro hasta cada uno de los equipos conectados, de una forma más segura y eficiente [3].

### **2.10.1 Partes de una instalación eléctrica**

Existen varios elementos que conforman una instalación eléctrica y se describen a continuación.

*Acometida:* Es el conjunto de elementos que permite llevar la energía eléctrica desde el punto de conexión con la empresa suministro hasta el suscriptor [3].

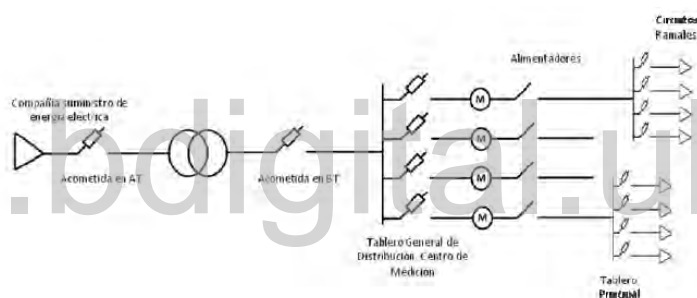
*Tablero general de distribución:* Son los elementos que en conjunto permiten distribuir la energía eléctrica a todos los puntos de la edificación: unidades de vivienda, locales

comerciales, oficinas, etc. Está conformado por el Interruptor principal de la instalación, las barras de conexión, los interruptores y medidores de cada uno de los usuarios [3].

*Alimentador principal:* Es el que permite distribuir la energía eléctrica desde el tablero general de distribución a cada uno de los usuarios [3].

*Tablero principal:* Es el equipo que permiten distribuir la energía eléctrica a un ambiente determinado. Está conformado por: interruptor del tablero (si lo tiene), barras de alimentación, interruptores que protegen a cada circuito ramal [3].

*Circuitos ramales:* Conforman la última parte de la instalación y son los que llevan la energía desde el tablero principal hasta el último elemento conectado a él. Se caracterizan por ser el último elemento de la instalación que tiene un dispositivo de protección contra sobrecorrientes (Ver figura 2.8) [3].



**Figura 2.8 Partes de una instalación eléctrica.**

Fuente: [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnelson/materias/instalaciones\\_electricas/tema\\_1/instalacion\\_electrica\\_\\_tema\\_1.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/lnelson/materias/instalaciones_electricas/tema_1/instalacion_electrica__tema_1.pdf)

## 2.11 POTENCIA ELÉCTRICA

La potencia eléctrica representa la razón a la cual el trabajo se efectúa en un circuito eléctrico. La unidad que por lo regular se usa es el watt o el kilowatt. El término “razón a la cual el trabajo se efectúa” introduce un elemento de tiempo en la definición de potencia eléctrica, de tal manera que un kilowatt para un periodo definido representa una razón específica a la cual el trabajo se puede efectuar. El kWh representa la potencia eléctrica de un kilowatt actuando en un intervalo de una hora; así pues, este representa una medida del trabajo total que realiza un circuito eléctrico [4]. Si, por ejemplo, el circuito entrega 60 kW en un minuto, esa misma cantidad de trabajo realizara un kilowatt-hora, es decir:

$$1 \text{ kWh} = 60 \text{ kW} \times \frac{1}{60} \text{ h} \quad (2.3)$$

Sin embargo, la razón a la que el circuito está haciendo el trabajo será sesenta veces mayor. En consecuencia, una potencia eléctrica define la razón a la cual se requiere que el sistema de alimentación efectúe el trabajo.

## 2.12 DEMANDA ELÉCTRICA

La demanda de una instalación o sistema es la carga en las terminales receptoras tomada en un valor medio en determinado intervalo. La carga se mide en términos de potencia (aparente, activa, reactiva o compleja) o de intensidad de corriente. Por lo tanto la demanda se expresa en unidades apropiadas del tipo de carga que se considera, como: ampers, kilowatts o kilovolt-ampers u otras unidades adecuadas. El periodo durante el cual se toma el valor medio, se denomina intervalo de demanda y es establecido por la aplicación específica que se considere, la cual se puede determinar por la constante térmica de los aparatos o por la duración de la carga [4]. La demanda puede ser expresada mediante las siguientes ecuaciones:

$$Dem(3\phi) = \sqrt{3} \times V1 \times I1(VA) \quad (2.4)$$

Donde;

- $Dem(3\phi)$ : Demanda trifásico, en VA.
- $V1$ : Voltaje de línea a línea, en V.
- $I1$ : Corriente de línea a línea, en A.

$$Dem(1\phi) = Vf \times If(VA) \quad (2.5)$$

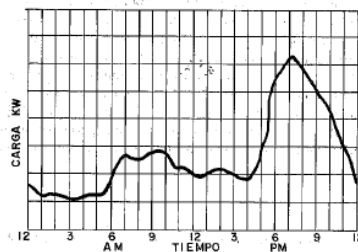
Donde;

- $Dem(1\phi)$ : Demanda monofásica, VA.
- $Vf$ : Voltaje de fase, en V.
- $If$ : Corriente de fase, en A.

### 2.12.1 Demanda máxima:

La demanda máxima de una instalación o sistema es la mayor de todas las demandas que se han producido durante el periodo de tiempo especificado. La demanda máxima se expresa en

unidades apropiadas del tipo de carga que se considera, como: ampers, kilowatts o kilovolt-amperes u otras unidades adecuadas. La demanda máxima es la condición normal más severa del sistema (Ver figura 2.9) [4].



**Figura 2.9** Curva típica de un transformador conectado a un sistema de distribución.  
Fuente: (Espinosa y Lara, 1990)

### 2.12.2 Densidad de carga

Se utilizan dos métodos para expresar la densidad de carga, el método más generalizado, se expresa como la relación entre la carga instalada y el área de la zona del proyecto [4]. Como lo expresa la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad de carga} = \frac{\text{Carga instalada kVA}}{\text{Área de la zona km}^2} \text{ o } \frac{\text{kW}}{\text{km}^2} \quad (2.6)$$

El segundo método corresponde a un diseño que detalla que establece la densidad de carga como la cantidad de kW por cada cien metros de línea para suministrar el servicio. Si se parte de un muestreo donde se dispone la demanda de la demanda en kWh por cada cien metros, se puede expresar los kW así:

$$\frac{\text{kW}}{100\text{m}} = \frac{\text{KWh}}{\text{Área de la zona}} \left( 0.1076 + \frac{0.1114}{N} \right) - 1.286 \quad (2.7)$$

Donde;

- N: Número de usuarios homogéneos considerado.

La densidad de carga en kVA/100 m requiere de la estimulación de un factor de potencia tal que:

$$\frac{\text{kW}}{100\text{m}} = \frac{\text{kVA}}{100\text{m}} \cos\phi \quad (2.8)$$

### 2.12.3 Carga instalada

Es la suma de las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo, conectado a un sistema o a parte de él, se expresa generalmente en kVA, MVA, kW O MW [5] .Expresándose así:

$$Carga\ Instalada = \sum Potencias\ Nominales\ de\ las\ cargas \quad (2.9)$$

### 2.12.4 Demanda diversificada y Factor de diversidad

La demanda diversificada es la relación entre la sumatoria de las demandas individuales del conjunto en un tiempo ( $t_a$ ), entre el número de cargas. En particular la demanda máxima diversificada será la relación de la sumatoria de las demandas individuales del conjunto cuando se presente la demanda máxima del mismo ( $t_{max}$ ) y el número de cargas. En la ejecución de un proyecto no interesara el valor de cada demanda individual sino la del conjunto. La demanda máxima diversificada es la que se obtiene para la demanda máxima del conjunto. La diversidad entre las demandas se mide por el factor de diversidad, que se puede definir como la relación entre la suma de las demandas máximas individuales entre la demanda máxima del grupo de cargas [4].

Si se conocen las demandas máximas individuales de cualquier grupo de cargas y factor de diversidad, la demanda del grupo será igual a la suma de las demandas individuales divididas entre el factor de diversidad. En ocasiones se prefiere un factor de multiplicación más que de división por lo que se definió el factor de coincidencia, que será entonces el recíproco del factor de diversidad, de tal manera que la demanda máxima se puede calcular multiplicando la suma de un grupo de demandas por el factor de coincidencia [4].

### 2.12.5 Factor de demanda

El factor de demanda en un intervalo, de un sistema o de una carga es la relación entre su demanda máximo en el intervalo considerado y la carga total instalada. El factor de demanda es un número adimensional; por tanto, la demanda máximo y la carga instalada se deberán considerar en las mismas unidades. El factor de demanda generalmente es menor que la

unidad y será unitario cuando durante el intervalo todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales [5].

Formalmente se tendrá entonces:

$$FDem = \frac{Dmax}{Carga\ Conectada} \quad (2.10)$$

Donde;

- *Dmax*: Demanda máxima (kW, MW, etc.)
- Carga conectada se expresa en kW, MW, etc.

Por tanto la *Dmax* será:

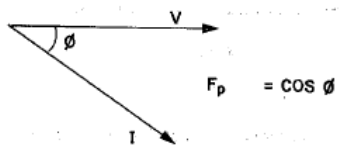
$$Dmax = FDem * carga\ conectada \quad (2.11)$$

### 2.12.6 Factor de potencia

El factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente. Cuando se aplica a circuitos polifásicos en el que el voltaje y la corriente son senoidales y balanceados, el circuito se analiza por fase; así, el factor de potencia esta dado de la siguiente manera [5].

$$Fp = \cos \phi \quad (2.12)$$

Donde  $\phi$  es el ángulo de atraso de la corriente respecto a la caída de tensión de la carga como se observa en la Figura 2.10.



**Figura 2.10 Factor de potencia**  
Fuente: (Espinosa, 1990)

## 2.13 CALCULO DE DEMANDA DE ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS

### 2.13.1 Cargas de tomacorrientes en unidades no residenciales

El uso de los factores de demanda para las cargas de iluminación como lo indica la tabla 2.7 puede ser aceptado para cargas de tomacorrientes calculadas a no más de 180 Ampere por salida. (Ver tabla 2.5) [6].

**Tabla 2.5 Factores de demanda para cargas de tomacorrientes en unidades no residenciales**

**Fuente: (COVENIN, 1999)**

Parte de la carga de tomacorriente a que se le aplica el factor de demanda (en Voltampere)	Factor de demanda %
Primeros 10 kVA	100
A partir de 10 kVA	50

### 2.13.2 Método opcional escuelas

El cálculo de la carga para el alimentador o la acometida de una escuela será realizado de acuerdo con la tabla si la escuela está equipada con calefacción eléctrica, aire acondicionado o con ambos. La carga conectada a la cual se aplican los factores de demanda dados en la tabla incluirá todo alumbrado interior y exterior, calentadores de agua, cocinas eléctricas, cargas de cocina y otras cargas de fuerza, incluyéndose la que resulte mayor carga entre aire acondicionado y el sistema de calefacción dentro de la edificación o estructura (Ver tabla 2.6) [6].

**Tabla 2.6 Método opcional para calcular los factores de demanda para alimentadores y conductores de entrada de acometida para escuelas**  
Fuente: (COVENIN, 1.999)

Carga conectada en VA por metro cuadrado	Factor de Demanda %
Los primeros 30 VA/metro cuadrado	100
Desde 30 hasta 210 VA/metro cuadrado	75
Más de 210 VA/metro cuadrado	25

### 2.14 SISTEMA ELECTRICO DE EMERGENCIA

Es una fuente de energía eléctrica separada de la fuente principal de energía, que puede asumir toda o parte de la carga eléctrica automáticamente si falla la fuente principal. Puede asumir cargas tan rápidamente que luces y equipos críticos continúan funcionando, garantizando la seguridad del personal y evitando daño o pérdida de equipos [7].

Dentro de centros educativos existen cargas esenciales a las que se le debe proporcionar de energía eléctrica constantemente, como lo son alumbrado en lugares de circulación y en caso de que las instalaciones sean grandes debe considerarse bombas de incendio, sistema de

señales, ascensores, hidroneumáticos, equipos de cocina, refrigeración etc, El sistema de emergencia deberá tener un interruptor de transferencia automática que puede transferir la carga de un sistema de energía a otro [7].

#### **2.14.1 Tipos de sistemas de emergencia**

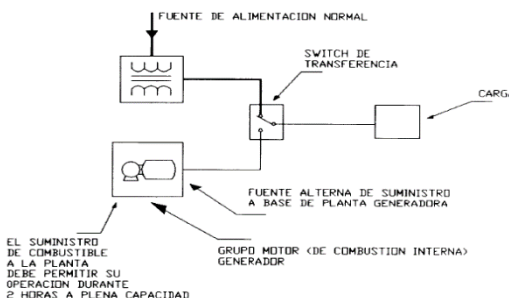
El ingeniero electricista encargado de realizar un diseño de instalación eléctrica deberá evaluar el sistema alternativo de energía que necesite el cliente de acuerdo con los diferentes casos específicos, entre los que se encuentran: banco de baterías, grupo electrógeno o planta eléctrica, fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS), equipos Unitarios: Baterías con Lámparas [7].

#### **2.15 PLANTA ELÉCTRICA**

Es una máquina capaz de transformar la energía mecánica producida por el motor de combustión interna en energía eléctrica de corriente continua, la cual se filtra por el alternador para convertirla en corriente alterna. Es comúnmente utilizada cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica, o en caso de cortes en el suministro eléctrico [7].

Esta planta debe contar con los medios adecuados para su arranque automático en caso de fallas en el servicio normal y el instante en que el generador empieza a operar, no debe ser mayor a 10 s. Una planta generadora debe contar con capacidad suficiente para abastecer los circuitos de emergencia, aunque también puede alimentar otros circuitos que no sean los de emergencia [7].

Se debe cumplir el requerimiento de que los primo-motores deben ser capaces de suministrar potencia durante al menos 2 horas de operación a plena capacidad. Si los generadores requieren más de 10 s para poder entregar su potencia, deben tener una fuente de potencia auxiliar para compensar potencia, en tanto que, este pueda entregar su capacidad plena. (Ver figura 2.11) [7].



**Figura 2.11 Fuente de emergencia a base de planta generadora**  
**Fuente: (Harper, 1.996)**

### 2.15.1 Elementos básicos:

Una planta Eléctrica está constituida fundamentalmente por los siguientes elementos:

*Motor:* Es el encargado de producir la potencia necesaria para mover el alternador que generará la energía eléctrica. El tamaño dependerá de las necesidades específicas de cada una de las aplicaciones que tendrá la planta eléctrica, siendo de gran importancia el determinar la potencia necesaria, ya que una planta tiene potencia limitada, esta potencia vendrá dada por el motor. Los motores de las plantas eléctricas utilizan diversos combustibles según sea las características de funcionamiento, así se encuentran los movidos por gasoil, gas, biogás, diésel y gasolina [8].

*Alternador:* Se encarga de transformar la energía mecánica del motor en energía eléctrica, por esa razón es el componente más importante de una planta eléctrica. Va unido al volante del motor a través de unos discos de fijación o a través de un acoplamiento flexible que transmite el movimiento del volante del motor al rotor del alternador [8].

*Unidad de transferencia:* La unidad de transferencia puede ser cualquiera de las que se mencionan según la capacidad de la planta, contactores electromagnéticos, interruptores termomagnéticos, interruptores electromagnéticos [8].

*Circuito de control de transferencia:* En el caso de los grupos electrógenos automáticos tiene integrado un circuito de control de transferencia. Por medio de la programación se implementan las funciones de transferencia y ajustes como sea necesario para cada caso, en particular [8].

*Protección y control de motor:* El circuito del motor de arranque y protección de maquina consta de las siguientes funciones:

- a) Retardo al inicio del arranque
- b) El control monitorea las siguientes fallas:
  - Largo arranque, baja presión de aceite, alta temperatura, sobre y baja velocidad, no-generación, sobrecarga, bajo nivel de combustible, nivel de refrigerante, paro de emergencia, entre otros.
- c) Solenoides de la maquina:
  - Solenoide auxiliar de arranque.
  - Válvula de combustible.
- d) Fusible (para la protección del control y medición).
- e) Indicador de fallas como: alarma audible, mensaje en display, indicador luminoso.

*Bancada de Apoyo:* Es una de las partes inferiores del motor. Es donde se acopla el motor y el alternador. Esta pieza puede tener varios diseños según sea la función o características específicas de la planta [8].

*Sistema de combustible:* El sistema de combustible debe ser capaz de entregar un suministro de combustible limpio y continuo, y debe estar respaldado por un depósito de combustible de acuerdo a la potencia, además se sugiere tener un depósito de uso diario y uno de mayor capacidad para evitar paros por falta de combustible [8].

*Sistema de gases de escape:* Es el conjunto de tubos o conductos que permiten a los gases de la combustión del motor escapar al medio ambiente [8].

### **2.15.2 Tipos de plantas eléctricas de emergencia.**

*Generador eléctrico a gas:* Las plantas de gas, pueden emplear tanto gas comprimido natural como gas LP (licuado del petróleo) para darle electricidad a toda una casa, negocio o industria [9]. Entre sus características se encuentran:

1. El combustible empleado (gas o gas LP) es más económico en comparación con otros combustibles no renovables.

2. Los niveles de emisión o cantidad de contaminación son menores respecto a los demás combustibles.
3. Pueden ser instalados en cualquier zona que tenga un constante suministro del servicio de gas y en hogares y empresas de cualquier tamaño.
4. Son generadores silenciosos de menor consumo de combustible.

*Generador eléctrico de diésel:* Los generadores eléctricos de diésel se manejan bajo un regulador isócrono que se encarga del control y regulación de velocidades o frecuencias para una respuesta de carga inmediata y precisa, así como también una regulación de voltaje [9].

### **2.15.3 Forma de operación de las plantas eléctricas.**

Las plantas eléctricas de emergencia pueden funcionar de dos modalidades. Las mismas se describen a continuación [9].

- Operación automática
- Operación manual

*Operación automática:* Se dice que una planta es automática cuando opera por sí sola, realizando cinco funciones: a) Arrancar b) Proteger c) Transferir carga d) Retransferir carga e) Paro.

Solo requiere de supervisión y mantenimiento preventivo. Son utilizadas en industrias, centros comerciales, hospitales, hoteles, aeropuertos, etc. Primero tenemos que verificar que los selectores de control maestro deben estar colocados en posición de automática. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.

En segundo término en caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generadora por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se la conoce como transferencia de energía.

Por último después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la transferencia, la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal, quedando aproximadamente 3 minutos encendida la planta para enfriar el motor, el apagado del equipo es automático.

*Operación manual:* Son aquellas que requieren para su operación la operación manualmente por medio de un interruptor para arrancar o parar dicha planta. Se utilizan en lugares donde la falta de energía puede permanecer durante algunos minutos, mientras una persona acude al lugar donde está instalada la planta para arrancarla y hacer manualmente la transferencia. Se dice que una planta es manual cuando solo protege (Ver tabla 2.7)

**Tabla 2.7 Algunos tamaños comerciales de motores de combustión, para generadores en plantas de emergencia (DIESEL)**

**Fuente: (Harper, 1.996)**

Potencia generador (KW)	Potencia del motor (HP)	Velocidad (RPM)	Numero de cilindros
75	112	1.800	4
100	115	1.800	6
125	202	1.800	6
150	235	1.800	8
200	315	1.800	6
250	505	1.800	6
350	660	1.800	8
400	790	1.800	8
600	1.190	1.800	12
900	1.570	1.800	16

# **CAPÍTULO III**

## **ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DEL HOTEL ESCUELA**

Este capítulo describe el estado actual de sistema de alumbrado del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos, en el mismo se especifica cada una de las áreas que lo conforman, así como las características que los describen, como lo son, fecha y hora que se tomó la medida, color de paredes, pisos y techos, tipo de luminaria instalada, cantidad de luminarias en funcionamiento y la iluminancia media de cada espacio.

Las medidas de iluminación fueron realizadas con un instrumento llamado luxómetro, el cual permite conocer los valores de iluminancia media de cada área, por medio de una célula fotoeléctrica que percibe la luz, convirtiéndola en impulsos eléctricos y representándola en la pantalla del luxómetro. Para realizar la medición se realizó una malla punto a punto en cada área a estudiar, ubicando el luxómetro en la altura del plano de trabajo correspondiente, con una distancia entre puntos de 0,6 m, verificando durante la medición que la fotocélula del instrumento estuviera horizontal. También se consideró la hora y fecha de la medición, color de pared, piso y techo de cada área, el total de luminarias instaladas y las lámparas en funcionamiento.

Luego de tomar dichas mediciones y datos se determinó el valor promedio de la iluminancia de cada espacio utilizando la ecuación (2.3). Los resultados arrojados fueron comparados con los establecidos en la norma COVENIN 2249-93, dando como resultado la necesidad de implementar un nuevo sistema de iluminación.

A continuación, se describe el sistema de iluminación actual de cada área del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos.

### 3.1 AULAS

Un aula es un salón que se destina a actividades de enseñanza y aprendizaje formal. El hotel escuela cuenta con 14 Salones destinados al aprendizaje de los estudiantes que hacen vida allí, es por ello de vital importancia que los mismos cuenten con niveles de iluminación adecuados. La norma COVENIN 2249-93 establece para las aulas una iluminación mínima de 500 lx, media de 750 lx y máxima de 1.000 lx.

#### 3.1.1 Nivel primer piso

En el primer piso de la institución existen algunas aulas de clases, las cuales se describen a continuación en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1 Característica de medición de las aulas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

**Fuente: Autor**

Espacio	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Salón dirección	03/02/20 9:40am	Blanco Granito Gris	5 de 4x20 W	10	33	317	500-1.000
Laboratorio de computación	03/02/20 12:16 pm	Blanco Granito Gris	9 de 3x17 W	15	60	167	500-2.000
Aula Bar	07/02/20 8:30 am	Blanco Granito Gris	2 de 1x22 W 2 de 4x20 W	2  0	48	73	500-1.000
Aula Doris Villareal	07/02/20 9:01 am	Beige Granito Blanco	3 de 1x14 W	1	41	38	500-1.000

#### 3.1.2 Nivel segundo piso

El segundo piso del Hotel Escuela está constituido por 2 aulas de clases, sus características se expresan en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2 Característica de medición de las Aulas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

<b>Espacio</b>	<b>Fecha Hora</b>	<b>Color pared piso techo</b>	<b>Nro. de luminarias</b>	<b>Nro. de lámparas en buen estado</b>	<b>Nro. de puntos medidos</b>	<b>Iluminancia media (lx)</b>	<b>Iluminancia recomendada (lx)</b>
Aula 2-14	06/02/20 10:10am	Blanco Granito Gris	6 de 4x20 W	14	30	77	500-1.000
Salón Rojo	03/02/20 11:58am	Ladrillo Rojo Marrón	12 de 1x14 W	3	90	252	500-1.000

### 3.1.3 Nivel tercer piso

Gran parte de la actividad académica se lleva a cabo en el tercer piso de la institución, allí se encuentran el mayor número de las aulas de clases. Sus características en la tabla 3.3

**Tabla 3.3 Característica de medición de las aulas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

<b>Espacio</b>	<b>Fecha Hora</b>	<b>Color pared piso techo</b>	<b>Nro. de luminarias</b>	<b>Nro. de lámparas en buen estado</b>	<b>Nro. de puntos medidos</b>	<b>Iluminancia media (lx)</b>	<b>Iluminancia recomendada (lx)</b>
Aula 3-1	06/02/20 10:40am	Blanco Granito Gris	4 de 4x20 W	13	16	167	500-1.000
Aula 3-2	06/02/20 11:01am	Blanco Granito Gris	4 de 4x20 W	3	20	138	500-1.000
Aula 3-3	06/02/20 11:10am	Blanco Granito Gris	4 de 4x20 W	1	20	203	500-1.000
Aula 3-4	06/02/20 11:19am	Blanco Granito Gris	4 de 4x20 W	2	19	197	500-1.000
Aula 3-5	06/02/20 11:01am	Blanco Granito Gris	3 de 4x20 W	12	45	450	500-1.000

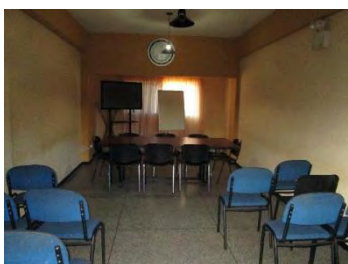
**Tabla 3.3 Continuación. Característica de medición de las aulas del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

Espacio	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Aula 3-6	06/02/20 11:23am	Blanco Granito Gris	4 de 4x20 W	3	21	180	500-1.000
Aula 3-7	06/02/20 10:52am	Blanco Granito Gris	3 de 4x20 W	6	50	565	500-1.000
Aula 3-8	06/02/20 10:46am	Blanco Granito Gris	3 de 4x20 W	4	48	490	500-1.000
Aula 3-9	06/02/20 10:33am	Blanco Granito Gris	3 de 4x20 W	1	43	476	500-1.000
Salón de ingles	06/02/20 10:30 am	Blanco Granito Gris	4 de 4x20 W	1	27	32	500-2.000
Salón didáctico	06/02/20 10:30 am	Blanco Blanco Blanco	11 de 3x20 W	15	43	307	500-1.000
Bodega de vinos (general)	06/02/20 9:50 am	Amarillo o Blanco Blanco Blanco	22 de 1x12 W	22	25	151	100-200
Bodega de vinos (mesa de demostración)	06/02/20 9:50 am	Amarillo- Blanco Blanco Blanco	24 de 1x10 W	23	21	400	1.000-2.000
Bodega de vinos (deposito)	06/02/20 9:50 am	Marrón Marrón Blanco	1de 1x20 W 6 de 1x10 W	1 4	12	58	200-500

El tipo de iluminación usada en las aulas del hotel escuela es general, como se observa en la tabla 3.1, 3.2 y 3.3 cuentan con luminarias de 4 lámparas de 20 W, 3x17 W y 1x14 W. Al tomar las mediciones con el luxómetro los resultados arrojaron que un 89% de las aulas tiene

una iluminación por debajo de los niveles recomendados por la NORMA COVENIN 2249-93, las aulas que superan los niveles de iluminación recomendados es debido a la luz natural que incide en las mismas debido a grandes ventanas existentes, es por ello la importancia de diseñar un nuevo sistema de iluminación para cumplir con los niveles mínimos exigidos en todas las aulas y así los alumnos tengan un mejor rendimiento académico.



**Figura 3.1 Aula 2-14**  
Fuente: Autor



**Figura 3.2 Aula Doris Villareal**  
Fuente: Autor

## 3.2 OFICINAS

Las oficinas son parte fundamental dentro de las instituciones educativas, es allí donde se lleva a cabo actividades necesarias para el progreso administrativo y de crecimiento de las mismas, es por ello la importancia de que cuenten con los niveles mínimos exigidos para el correcto funcionamiento de las actividades. Las oficinas del Hotel escuela en su mayoría son Oficinas tipo Colmenas, ya que las actividades a realizar son individuales, de procesos sistemáticos y de carácter repetitivo. También cuenta con una oficina tipo reunión en la cual se requiere la efectiva comunicación de los presentes. Los valores recomendados por la NORMA COVENIN 2249-93 para estas áreas de trabajo son: iluminancia mínima 500 lx, iluminancia media 750 lx e iluminancia máxima 1.000 lx.

### 3.2.1 Nivel planta baja

En la planta baja de la institución se encuentran algunas oficinas, entre las que destacan las oficinas de la parte administrativa, las mismas se describen a continuación en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4 Característica de medición de las oficinas y cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Oficina-Fotocopiadora	24/01/20 12:35pm	Blanco Granito Blanco	1 de 2x40 W	1	8	180	500-1.000
Oficina-Biblioteca	24/01/20 12:40pm	Blanco Granito Blanco	2 de 2x40 W	1	6	177	500-1.000
Oficina 1-Secretaria de administración	24/01/20 12:50pm	Blanco Granito Blanco	2 de 2x40 W	4	14	26	500-1.000
Oficina 2-presupuesto y planificación	24/01/20 12:56pm	Blanco Granito Blanco	4 de 2x40 W	6	16	156	500-1.000
Administración	24/01/20 12:59pm	Blanco Granito Blanco	1 de 2x40 W	2	13	581	500-1.000
Almacén I	24/01/20 11:21am	Blanco Granito Gris	2 de 14 W	1	30	87	200-500
Almacén II	07/02/20 9:52am	Amarillo Blanco Blanco	4 de 3x20 W	6	12	200	200-500
Almacén III	07/02/20 10:10am	Amarillo Blanco Blanco	4 de 3x20 W	7	14	220	200-500
Deposito I	07/02/20 10:29am	Amarillo Marrón Blanco	1 de 100W	1	4	54	200-500
Deposito mantenimiento	07/02/20 10:35am	Blanco Marrón Marrón	1 de 2x20 W	2	8	60	200-500

### 3.2.2 Nivel primer piso

Entre las oficinas que destacan en el primer piso de la institución se encuentran las oficinas de dirección. Las características de las mismas se describen en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5 Característica de medición de las oficinas y cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Orientación Psicológica	03/02/20 9:07am	Blanco Granito Marrón	1 de 2x40 W	1	20	80	500-1.000
Secretaria de dirección	03/02/20 9:25am	Blanco Granito Gris	1 de 4x40 W	4	13	115	500-1.000
Dirección	03/02/20 9:35am	Amarillo Granito Gris	6 de 4x40 W	24	51	1.072	500-1.000
Extensión producción	03/02/20 10:02am	Blanco Granito Marrón	2 de 2x40 W	0	15	651	500-1.000
Control de estudio	03/02/20 10:18am	Blanco Granito Marrón	2 de 18 W 2 de 2x40 W	2 1	52	444	500-1.000
Servicio comunitario	03/02/20 10:30am	Blanco Granito Marrón	1 de 2x40W	1	13	73	500-1.000
Bienestar estudiantil	03/02/20 10:38am	Blanco Granito Marrón	1 de 2x40W	1	12	59	500-1.000
Coordinación de pasantías	03/02/20 10:43am	Blanco Granito Marrón	2 de 2x40 W	2	17	168	500-1.000
Coordinación de informática	03/02/20 10:43am	Blanco Granito Marrón	2 de 2x40 W	2	14	532	500-1.000

### 3.2.3 Nivel segundo piso

Los cubículos y oficinas de recursos humanos forman parte importante de la segunda planta del Hotel Escuela, sus características se expresan en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6 Característica de medición de las oficinas y cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

<b>Oficina</b>	<b>Fecha Hora</b>	<b>Color pared piso techo</b>	<b>Nro. de luminarias</b>	<b>Nro. de lámparas en buen estado</b>	<b>Nro. de puntos medidos</b>	<b>Iluminancia media (lx)</b>	<b>Iluminancia recomendada (lx)</b>
Oficina 1-Recursos Humanos	03/02/20 11:38am	Blanco Granito Marrón	1 de 4x20 W	1	12	285	500-1.000
Oficina 2-Recursos Humanos	03/02/20 11:42am	Blanco Granito Marrón	1 de 4x20 W	1	13	270	500-1.000
Coordinación de Alojamiento	07/02/20 9:30am	Blanco Granito Blanco	2 de 1x22 W	1	24	46	500-1.000
Operaciones	07/02/20 8:30am	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	2	13	306	500-1.000
Bienes Nacionales	03/02/20 11:45am	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	2	12	258	500-1.000
Cubículo 2-2	03/02/20 11:48am	Azul Granito Gris	1 de 4x20W	4	7	137	500-1000
Cubículo 2-3	03/02/20 11:50am	Azul Granito Gris	1 de 4x20W	2	10	290	500-1.000
Cubículo 2-4	03/02/20 12:20pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20W	3	18	230	500-1.000
Cubículo 2-5	03/02/20 12:24pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	1	14	190	500-1.000
Cubículo 2-6	03/02/20 12:31pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	2	16	201	500-1.000
Cubículo 2-7	03/02/20 12:38pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	2	20	215	500-1.000

**Tabla 3.6 Continuación. Característica de medición de las oficinas y cubículos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Oficina	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Cubículo 2-8	03/02/20 12:42pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	3	22	240	500-1.000
Cubículo 2-9	03/02/20 12:54pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	4	17	254	500-1.000
Cubículo 2-10	03/02/20 12:59pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	3	21	236	500-1.000
Cubículo 2-11	03/02/20 1:05pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	2	22	198	500-1.000
Cubículo 2-12	03/02/20 1:05pm	Blanco Granito Gris	1 de 4x20 W	2	19	140	500-1.000



**Figura 3.3 Dirección**  
Fuente: Autor



**Figura 3.4 Coordinación de pasantías.**  
Fuente: Autor.

En las tabla 3.4, 3.5 y 3.6 se observa que la mayoría de las oficinas y cubículos usan lámparas de 40 W, bien sea de 2 o 4 tubos fluorescente por luminaria, gran parte de las lámparas se encuentran en mal estado, a pesar de que las oficinas y cubículos tienen grandes ventanales no todas cuentan con la iluminación adecuada, solo un 18% cumple o excede los valores

recomendados. Es en las oficinas donde se lleva a cabo el trabajo administrativo y de crecimiento para la institución, es por ello la importancia de que estas áreas cumplan con las normas lumínicas existentes, para que así los trabajadores puedan desempeñar su trabajo de manera más eficiente.

### 3.3 BIBLIOTECA

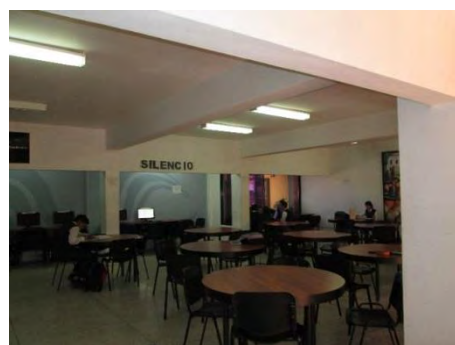
Es un espacio donde se conservan un conjunto de libros ordenados y clasificados bajo su consulta o préstamo bajo determinadas condiciones, las lámparas presentes son de tubos fluorescentes de 20 W, los niveles de iluminación requeridos en estas áreas establecidos por la norma COVENIN 2249-93 indica que la iluminancia mínima es 500 lux, la media 700 lux y máxima 1.000 lux, para el área de estantería y reparación la mínima es de 200 lux y máxima es de 500 lux. Las características de la biblioteca del hotel escuela se expresan en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7 Característica de medición de la biblioteca del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Espacio	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medi- dos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminan- cia recomen- dada (lx)
Biblioteca (sala de lectura)	24/01/20 12:27pm	Blanco Granito Blanco	15 de 2x20 W 3 de 2x20 W	14 3	79	134	500-1.000
Biblioteca (estantería)	24/01/20 12:27pm	Blanco Granito Blanco	10 de 2x20 W	7	30	150	200-500



**Figura 3.5 Biblioteca**  
Fuente: Autor



**Figura 3.6 Biblioteca**  
Fuente: Autor

Como se puede apreciar en la tabla 3.7 los valores de iluminancia medidos se encuentran muy por debajo de los establecidos por la norma, lo cual afecta en gran medida el buen funcionamiento de la biblioteca, es por ello que se ve la necesidad de contar con la iluminación correcta en este espacio para que satisfaga las necesidades de sus usuarios.

### 3.4 SALON DE USO PROTOCOLAR

Es en este espacio donde se llevan a cabo eventos de gran importancia para la institución, ya que se realizan actividades académicas, científicas y culturales, actualmente el sistema de iluminación es de tipo general y está formado por 40 luminarias de 4 lámparas de 40 W, los valores que la norma COVENIN 2249-93 establece para el Auditorio es: mínima 200 lx, media 300 lx y máxima 500 lx. La tabla 3.8 expresa las características del auditorio.

**Tabla 3.8 Medición del salón de uso protocolar del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Espacio	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medi- dos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Auditorio	24/01/20 11:00am	Blanco Granito Gris	40 de 4x40 W	60	144	41	200-500
Salón de usos múltiples	03/02/20 10:56am	Blanco Granito Gris	18 de 4x20 W	16	90	214	200-500



**Figura 3.7 Auditorio**  
Fuente: Autor



**Figura 3.8 Salón de usos múltiples**  
Fuente: Autor

Como se observa en la tabla 3.8, el Auditorio del Hotel Escuela cuenta con iluminación general, teniendo lámparas de 40 W, los valores arrojados por el luxómetro indican que el 70% de la iluminación de los espacios descritos no cumplen con la norma, lo que afecta a cada actividades que se realizan en este espacio, tanto para quien las presenta como para los espectadores, por ello se recomienda colocar un nuevo sistema de iluminación que se adecue a esta área tan importante para la institución.

### 3.5 COCINA

El Hotel Escuela es una institución educativa que forma profesionales en el servicio hotelero, es por ello que la cocina forma parte del día a día de cada estudiante, la iluminación recomendada según la norma COVENIN 2249-93 es: mínima 500 lx, media 750 lx y máxima 1.000 lx.

Las características de la cocinas otras áreas importantes se expresan en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9 Característica de medición de la cocina del Núcleo Universitario Hotel Escuela de los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Espacio	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medi- dos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminan- cia recomen- dada (lx)
Cocina	06/02/20 11:40am	Azul Blanco Blanco	12 de 3x20 W	12	49	271	500-1.000
Panadería y pastelería	06/02/20 12:00am	Azul Blanco Blanco	12 de 3x20 W	9	42	79	500-1.000
Cafetín (caja)	06/02/20 11:31 am	Azul Marrón Blanco	12 de 3x32 W	15	80	271	200-500
Cafetín (comedor)	06/02/20 11:31 am	Azul Marrón Blanco	4 de 3x32 W	8	15	200	100-200



**Figura 3.9 Cocina**  
Fuente: Autor



**Figura 3.10 Panadería y pastelería**  
Fuente: Autor



**Figura 3.11 Panadería y pastelería**  
Fuente: Autor



**Figura 3.12 Cafetín**  
Fuente: Autor

Como se evidencia en la tabla 3.9, la cocina y la panadería no cumplen con la norma exigida, lo que perjudica directamente a los estudiantes que hacen uso de estos espacios, causándoles cansancio visual y afectando en gran manera la forma en que preparan los alimentos.

### 3.6 HOTELES

Puesto que el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos además de ser un instituto educativo presta el servicio hotelero, es necesario conocer las características de las habitaciones, que se encuentran especificadas en la tabla 3.10.

**Tabla 3.10 Característica de medición de las Habitaciones de hotel, del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

<b>Espacio</b>	<b>Fecha Hora</b>	<b>Color Pared Piso Techo</b>	<b>Nro. de luminarias</b>	<b>Nro. de lámparas en buen estado</b>	<b>Nro. de puntos medidos</b>	<b>Iluminancia media (lx)</b>	<b>Iluminancia recomendada (lx)</b>
Habitación 1	06/02/20 1:05pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	73	200-500
Habitación 2	06/02/20 1:10pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	27	98	200-500
Habitación 3	06/02/20 1:15pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	99	200-500
Habitación 4	06/02/20 1:20pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20W	1	25	85	200-500
Habitación 5	06/02/20 1:25pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	1	28	88	200-500
Habitación 6	06/02/20 1:30pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	29	98	200-500
Habitación 7	06/02/20 1:35pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	86	200-500
Habitación 8	06/02/20 1:40pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	29	90	200-500
Habitación 9	06/02/20 1:55pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	27	105	200-500
Habitación 10	06/02/20 1:50pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	1	28	120	200-500

**Tabla 3.10 Continuación. Característica de medición de las habitaciones del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

<b>Espacio</b>	<b>Fecha Hora</b>	<b>Color pared piso techo</b>	<b>Nro. de lumina- rias</b>	<b>Nro. de lámpa- ras en buen estado</b>	<b>Nro. de puntos medi- dos</b>	<b>Ilumi- nancia media (lx)</b>	<b>Iluminan- cia recomen- dada (lx)</b>
Habitación 11	06/02/20 1:55pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	74	200-500
Habitación 12	06/02/20 2:05pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	25	79	200-500
Habitación 13	06/02/20 2:10pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	98	200-500
Habitación 14	06/02/20 2:15pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	1	26	98	200-500
Habitación 15	06/02/20 2:20pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	26	110	200-500
Habitación 16	06/02/20 2:25pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20W	2	28	135	200-500
Habitación 17	06/02/20 2:30pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	98	200-500
Habitación 18	06/02/20 2:35pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	27	94	200-500
Habitación 19	06/02/20 2:40pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	98	200-500
Habitación 20	06/02/20 2:45pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	28	98	200-500

**Tabla 3.10 Continuación. Característica de medición de las habitaciones del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

Espacio	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Habitación 21	06/02/20 2:50pm	Blanco Granito Gris	2 de 1x20 W	2	27	76	200-500
Cuarto de lencería	06/02/20 12:55pm	Blanco Granito Blanco	1x22 W	1	8	86	100-200
Área de lavandería	06/02/20 12:48pm	Blanco Granito Blanco	2 de 1x100 W	2	9	94	200-500



**Figura 3.13 Habitación 1**  
Fuente: Autor



**Figura 3.14 Área de Lavandería**  
Fuente: Autor

Como se puede apreciar en la tabla 3.10 los valores de iluminancia recomendados para habitaciones, cuarto de lencería y Área de lavandería se encuentran muy por debajo de los valores establecidos en la norma. Es necesario garantizar niveles de iluminación adecuados para que las personas alojadas en este hotel sientan el confort y la comodidad como si estuviesen en casa.

### 3.7 PASILLOS

Son espacios cuya función principal es la circulación y sirven para comunicar diferentes habitaciones u oficinas, suelen tener una dimensión marcadamente larga y la otra más corta, con el sentido de la circulación. El sistema de iluminación se encuentra constituido por luminarias con lámparas de tubo fluorescente de 20 W, 40 W. La norma COVENIN 2249-93. Se recomienda la iluminación para dichas áreas de: mínima 100 lx, media 150 lx y máxima 200 lx.

#### 3.7.1 Nivel planta baja

Las características presentes en los pasillos de planta baja se describen en la siguiente tabla 3.11.

**Tabla 3.11 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Pasillo	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de lumina- rias	Nro. de lámpa- ras en buen estado	Nro. de puntos medi- dos	Ilumi- nancia media (lx)	Iluminan- cia recomen- dada (lx)
Sala de espera y recepción	24/01/20 12:01 pm	Blanco Granito Blanco	2 de 4x20 W	3	32	507	100-200
Nivel planta baja (recepción)	24/01/20 12:10pm	Blanco Granito Blanco	2 de 2x40 W	0	23	29	100-200
Nivel planta baja (recepción)	24/01/20 12:12pm	Blanco Granito Blanco	2 de 2x40 W	0	19	64	100-200
Nivel planta baja(escaleras)	24/01/20 12:20pm	Blanco Granito Blanco	2 de 2x40 W 1 de 4x40 W	2 0	25	172	100-200
Nivel planta baja (biblioteca)	24/01/20 12:25pm	S/Techo Ladrillo Ladrillo	2 de 4x40 W 6 de 1x100 W	0 0	17	29672	100-200
Nivel planta baja(auditorio)	24/01/20 12:43pm	Blanco Granito Gris	8 de 4x20 W	15	58	262	100-200

**Tabla 3.11 Continuación. Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

Pasillo	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel planta baja (administración)	24/01/20 12:48pm	Blanco Granito Blanco	1 de 2x40 W	0	16	457	100-200
Nivel planta baja(cocina)	06/02/20 12:52pm	Blanco Granito Blanco	8 de 2x20 W	6	50	350	100-200

### 3.7.2 Nivel primer piso

Es mucha la deficiencia en iluminación de los pasillos del primer piso, lo indica la tabla 3.12.

**Tabla 3.12 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

Pasillo	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel primer piso(escaleras)	03/02/20 9:10am	Blanco Granito Marrón	2 de 4x40 W 2 de 2x40 W	0  2	29	292	100-200
Nivel primer piso(computación)	03/02/20 9:15am	Blanco Granito Marrón	2 de 2x40 W	0	20	7	100-200
Nivel primer piso (secretaria)	03/02/20 9:52am	Blanco Granito Marrón	2 de 2x40 W	1	12	76	100-200
Nivel primer piso(control de estudio)	03/02/20 9:58am	Blanco Granito Marrón	2 de 2x40 W	0	21	96	100-200
Nivel primer piso(servicio comunitario)	03/02/20 10:26am	Blanco Granito Marrón	6 de 2x40 W	1	32	47	100-200
Nivel primer piso (alojamiento)	06/02/20 12:57pm	Blanco Granito Blanco	8 de 2x40 W	8	48	249	100-200

### 3.7.3 Nivel segundo piso

La descripción de los pasillos del segundo piso se muestra a continuación en la tabla 3.13.

**Tabla 3.13 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Pasillo	Fecha Hora	Color Pared Piso Techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel segundo piso(Escalera)	03/02/20 11:26am	Blanco Granito Gris	2 de 4x20 W	2	17	133	100-200
Nivel segundo piso(cubículos)	03/02/20 11:30am	Blanco Granito Marrón	4 de 4x20 W	6	45	37	100-200
Nivel segundo piso(bodega de vinos)	06/02/20 10:00am	Blanco Granito Gris	3 de 4x20 W	0	21	151	100-200
Nivel segundo piso (alojamiento)	06/02/20 1:00pm	Blanco Granito Blanco	8 de 2x40 W	10	49	310	100-200

### 3.7.4 Nivel tercer piso

Solo dos pasillos conforman el tercer piso de la institución, y ambos se caracterizan en la tabla 3.14.

**Tabla 3.14 Característica de medición de los pasillos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Pasillo	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Nivel tercer piso (escalera)	03/02/20 11:35am	Blanco Granito Gris	2 de 4x20 W	3	19	145	100-200
Nivel tercer piso (cubículos)	03/02/20 11:45am	Blanco Granito Marrón	4 de 4x20 W	4	43	52	100-200



**Figura 3.15 Pasillo nivel planta baja  
(Biblioteca)  
Fuente: Autor**



**Figura 3.16 Pasillo nivel tercer Piso  
(Cubículos)  
Fuente: Autor**

Los valores de iluminancia recomendados para pasillos se observan en la tabla 3.14, no todos los pasillos del Hotel Escuela tienen la iluminación adecuada pero hay otros superan la medida máxima, se desea colocar la iluminación adecuada para que al transitar por estos espacios se observe una luz cálida.

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

### **3.8 CONSULTORIO DENTAL**

Es el área del Hotel Escuela especializada en tratamientos odontológicos, en la salud dental del personal que forma parte de esta institución, cuenta con un área aproximada de  $29m^2$ , 1 silla odontológica, 3 lámparas circulares de 22 W y 1 bombillo led de 14 W. La norma COVENIN 2249-93 establece 3 niveles de iluminación para los consultorios dentales: Iluminación General (mínima 200 lx, media 300 lx, máxima 500 lx), que proporciona una iluminación uniforme al área, iluminación localizada (mínima 500 lx, media 750 lx, máxima 1.000 lx), la cual es requerida en la mesa de instrumentos y en la silla odontológica para observar detalladamente la cavidad oral una iluminación general-localizada (mínima 5.000 lx, media 7.500 lx, máxima 10.000 lx).

Sus características se evidencian en la tabla 3.15.

**Tabla 3.15 Característica de medición de los consultorios del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

Espacio	Fecha Hora	Color pared piso techo	Nro. de luminarias	Nro. de lámparas en buen estado	Nro. de puntos medidos	Iluminancia media (lx)	Iluminancia recomendada (lx)
Consultorio odontológico	07/02/20 09:20am	Beige Granito Blanco	3 de 1x22 W 1 de 14W	2  1	26	73	500-1.000
Consultorio medico	06/02/20 11:06am	Blanco Marrón Blanco	2 de 3x17 W	6	16	261	500-1.000



**Figura 3.17 Consultorio odontológico**  
Fuente: Autor



**Figura 3.18 Consultorio medico**  
Fuente: Autor

Es de gran importancia el papel que juega una iluminación adecuada en consultorios médicos y odontológicos, debido a que es necesario el confort del paciente y el médico.

Al observar la tabla 3.15 se distingue que la iluminancia media en el consultorio odontológico se encuentra muy por debajo de la medida recomienda, mientras que en el consultorio médico supera la iluminación recomienda. Es por ello necesario colocar un nuevo sistema de iluminación que cumpla con los parámetros establecidos en la norma COVENIN 2249.93.

### 3.9 CARGA CONECTADA POR ILUMINACIÓN

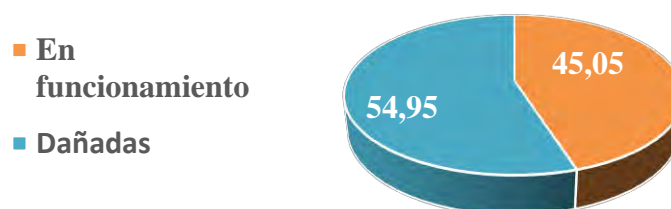
La carga actual del sistema de iluminación del Hotel Escuela se muestra en la tabla 3.16.

**Tabla 3.16 Característica de la carga conectada por Iluminación**  
Fuente: Autor

Tipo de lámpara	Nro. de lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia total (W)
Fluorescente compacta	54	10	540
Fluorescente compacta	5	14	70
Fluorescente lineal	3	17	51
Fluorescente lineal	2	18	36
Fluorescente lineal	666	20	13.320
Fluorescente circular	8	22	176
Fluorescente lineal	48	32	1.536
Fluorescente lineal	366	40	14.640
Incandescente convencional	10	100	1.000
<b>Total</b>			<b>31.369</b>

### 3.9.1 Cantidad de lámparas usadas actualmente en el Hotel Escuela

El sistema de iluminación de Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos cuenta actualmente con aproximadamente 1162 lámparas de las cuales un 45,05% de ellas se encuentran en funcionamiento, mientras el 54,95% restante están en mal estado, tal y como se expresa en el grafico 3.1; lo que permite concluir que la institución educativa presenta un alto déficit en la iluminación, lo que significa que sus alumnos y trabajadores hacen un gran esfuerzo visual para realizar sus actividades.



**Gráfico 3.1 Porcentaje de lámparas en funcionamiento respecto a las lámparas instaladas en el sistema de iluminación actual.**

### 3.10 ÍNDICE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ÁREAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL

A continuación en la tabla 3.17 se presentan los valores de eficiencia energética calculados, donde se aplicó la ecuación 2.6.

**Tabla 3.17 Índice de eficiencia energética**  
Fuente: Autor

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI instalado	VEEI en uso	VEEI límite
Aula 2-14	51,48	480	280	77	12,11	7,06	3.5
Salón Dirección	36,04	400	200	317	3,50	1,75	3.5
Salón Rojo	132,68	168	42	252	0,5	0,12	3.5
Aula 3-1	43,34	240	120	565	0,98	0,49	3.5
Aula 3-9	42,50	320	60	138	5,45	1,02	3.5
Laboratorio de Computación	60,29	459	255	167	4,56	2,53	3.5
Aula Bar	59,81	182	22	73	4,17	0,50	3.5
Aula Doris Villareal	21,29	42	14	38	5,19	1,73	3.5
Bodega de vinos (general)	42,91	240	228	151	6.3	6.2	3.5
Oficina 1-Secretaria de administración	11,49	160	160	26	53,55	53,55	3
Administración	25,69	80	80	581	0,54	0,54	3
Secretaria de dirección	11,32	160	160	115	12,29	12,29	3

Tabla 3.17 Continuación. Índice de eficiencia energética

Fuente: Autor

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI instalado	VEEI en uso	VEEI límite
Dirección	59,98	960	960	1.072	1,49	1,49	3
Coordinación de pasantías	14,78	160	80	168	6,4	3,22	3
Oficina 2-Recursos humanos	12,35	160	20	270	4,80	0,60	3
Operaciones	10,22	80	40	306	2,56	1,28	3
Cubículo 2-12	11,50	80	40	140	4,97	2,48	3
Deposito I	8,92	100	100	54	20,76	20,76	4
Biblioteca (sala de lectura)	146,88	720	340	134	3,65	1,72	5
Auditorio	231	6400	2400	41	138,52	51,94	8
Salón de usos múltiples	164,16	1440	320	214	4,09	0,91	8
Cocina	120,48	720	240	271	2,20	0,73	4
Panadería y pastelería	96,39	720	180	79	9,45	2,36	4
Habitación 1	26,94	40	40	98	1,51	1,51	10
Área de lavandería	29,48	200	200	94	7,21	7,21	4
Pasillo nivel planta baja (recepción)	26,11	160	0	29	21,13	0	6

**Tabla 3.17 Continuación. Índice de eficiencia energética**

Fuente: Autor

Área	Superficie (m <sup>2</sup> )	Potencia instalada (W)	Potencia en uso (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI instalado	VEEI en uso	VEEI límite
Pasillo nivel primer piso (servicio comunitario)	22,41	480	40	47	45,57	3,79	6
Pasillo nivel segundo piso (alojamiento)	107,67	640	400	310	1,91	1,20	6
Consultorio odontológico	29,11	166	144	73	7,81	6,77	4
Consultorio medico	18,98	102	102	261	2,06	2,06	4

La Tabla 3.17 muestra el índice de eficiencia energética presente en áreas del Hotel Escuela, donde se puede apreciar la gran diferencia existente entre el IEE Instalado y el IEE en uso, esta diferencia surge gracias a la gran cantidad de lámparas que se encuentran dañadas. Al observar la Tabla se evidencia que un 56% de los espacios no cumple con los valores establecidos en ninguno de los dos parámetros, ya que los valores resultantes de eficiencia energética superan los valores límites, establecidos en la tabla 2.4, es por ello la necesidad de instalar un nuevo sistema de iluminación que cumpla con los requerimientos establecidos y se logre tener espacios bien iluminados, consumiendo menos electricidad.

### 3.11 CALCULO DEL ASCENSOR

Según la norma COVENIN 621-3-97, referente a ascensores, se indica la determinación del factor ocupación, capacidad de transporte e intervalo probable de acuerdo al tipo y uso de la edificación, establece que se usara un (1) ascensor con un intervalo de 70 seg siempre y cuando la edificación no tenga más de cinco plantas superiores servidas por el ascensor, como lo es el caso del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos.

Es importante destacar que la infraestructura posee un espacio destinado para el ascensor, aunque actualmente no lo dispone, la carga del ascensor se requiere para totalizar la demanda del Hotel Escuela, por ello es necesario conocer los HP del motor del mismo, usando la siguiente formula:

$$HP_{asc} = \frac{Carga\ efectiva \times Velocidad}{75 \times Rendimiento} \quad (3.1)$$

Donde;

- Cantidad de personas por cabina: 10 cada una con un peso aproximado de 75 kg
- Carga Efectiva: 750 Kg
- Velocidad: 1,0 m/s
- Rendimiento: 70%

$$HP_{asc} = \frac{750 \times 1\ m/s}{75 \times 0,7} = 14,28HP \quad (3.2)$$

Al hacer el cálculo del motor del ascensor da como resultado 14,28 HP, se seleccionara uno de valor comercial de 15 HP con una capacidad de corriente de 46 Amp.

### 3.12 DEMANDA ELÉCTRICA DEL HOTEL ESCUELA

Para calcular la demanda eléctrica en la institución educativa Colegio Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos, es necesario regirse por la Norma COVENIN 200-1999, realizando un censo de cargas y tomando en cuenta los factores de demanda establecidos en las disposiciones 220.11, 220.13, 220.18 y 430.22 para determinar la demanda de la institución; así mismo se obtendrá la demanda eléctrica usando otro método conocido como el método de densidad de carga establecido en la norma COVENIN 200-1999 descrito como método opcional escuelas, ubicado en la disposición 220.34, donde se indica que la demanda a calcular incluirá todo el alumbrado interior y exterior, calentadores de agua, cocinas eléctricas, cargas de cocinas y otras cargas de fuerza.

#### 3.12.1 Demanda eléctrica por censo de carga

*Iluminación:* Luego de conocer la carga por iluminación instalada en el Hotel Escuela, se calcula la demanda máxima usando la ecuación 2.16.

En recintos universitarios el código eléctrico nacional (CEN) establece que el factor de potencia en la carga de iluminación es del 100%, por tanto tenemos:

$$D_{\max} = 31.369 \text{ W} * 1 = 31.369 \text{ W}$$

La demanda eléctrica en VA sería 34.854,4VA

*Pequeños artefactos:* El estudio de cargas de pequeños artefactos se describe en la tabla 3.18

**Tabla 3.18 Censo de carga de pequeños artefactos**

**Fuente: Autor**

Equipos		Potencia por equipo (W)	Potencia total (W)	Potencia total (VA)
<i>Pequeños artefactos</i>				
1	Microondas	1.000	1.000	1.111,1
1	Máquina de café	1.000	1.000	1.111,1
1	Campana	200	200	222,2
1	Lavaplatos	1.500	1.500	1.666,7
1	Olla de presión	800	800	888,9
1	Laminadora de pan	730	730	811,1
1	Rebanadora de jamón	230	230	255,5
4	Licudora	500	2.000	2.222,2
21	Televisores	500	10.500	11.666,7
76	Computadoras de escritorio estándar	400	30.400	33.777,8
30	Impresora	500	15.000	16.666,7
1	Fotocopiadora	1.600	1.600	1.777,7
1	Nevera hielera	400	400	444,4
1	Olla de presión	800	800	888,9
1	Lavadora	1.500	1.500	1.666,7
<b>Total</b>				<b>75.177,7</b>

Según el Código Eléctrico Nacional el factor de demanda es del 100% para los primeros 10 kVA y 50% para los kVA restantes.

$$10.000 \text{ VA} * 1 + 65.177,7 \text{ VA} * 0,5 = 42.588,9 \text{ VA}$$

*Cargas especiales equipos de cocina:* El estudio de cargas de las cargas especiales como lo son los equipos de cocina se describen en la tabla 3.19

**Tabla 3.19 Censo de cargas de cargas especiales equipos de cocina**  
Fuente: Autor

Equipos		Potencia por equipo (W)	Potencia total (W)	Potencia total (VA)
<i>Cargas especiales equipos de cocina</i>				
1	Batidora industrial (1/2 HP)	600	600	666,7
1	Batidora industrial (1 HP)	1.100	1.100	1.222,2
Total				1.888,9
<i>Cocinas eléctricas con potencia nominal mayor a 1.75 kW</i>				
2	Cocinas de 4 hornillas	6.800	13.800	15.333,3

Según el código eléctrico nacional como se tienen 2 equipos de cocina el factor de demanda es del 100%

$$1.888,9 \text{ VA} * 1 = 1.888,9 \text{ VA}$$

Para el caso de las cocinas eléctricas como ambas tienen una potencia nominal mayor a 1.75 kW su factor de demanda es 55%

$$15.333,33 \text{ VA} * 0,55 = 8.433,3 \text{ VA}$$

Por tanto la demanda eléctrica total de equipos de cocina sería:

$$1.888,9 \text{ VA} + 8.433,3 \text{ VA} = 10.322,2 \text{ VA}$$

*Cargas especiales:* El estudio de cargas especiales se evidencia en la tabla 3.20

**Tabla 3.20 Censo de cargas especiales**  
Fuente: Autor

Equipos		Potencia por equipo (W)	Potencia total (W)	Potencia total (VA)
<i>Cargas especiales</i>				
1	Nevera (1 HP)	1.100	1.100	1.222,2
1	Nevera hielera	400	400	444,4
20	Aire acondicionado (24000 BTU)	2.500	50.000	55.555,6
6	Aire acondicionado (36000 BTU)	5.290	31.740	35.266,7
2	Secadoras	5.400	10.800	12.000
<b>Total</b>				<b>104.489</b>

Según el código eléctrico nacional el factor de demanda para aire acondicionado, refrigeración y 2 secadoras será del 100%

$$104.489VA * 1 = 104.489 VA$$

*Motores:* El estudio de las cargas de motores se describe a continuación en la tabla 3.21.

**Tabla 3.21 Censo de motores**  
Fuente: Autor

Equipos		I nominal (A)	Potencia por equipo (HP)
<i>Motores</i>			
1	Silla odontológica	2,4	1
	Compresor		
1	Ascensor	46	15
1	Hidroneumático		
	1 Bomba	21,8	10
	1 Motor	4,4	2
	1 Compresor	4,4	2
3	Cuarto frio	3,3	1 1/2

Puesto que se trata de motores de servicio intermitente-continuo el porcentaje a aplicar en el cálculo de la intensidad máxima admisible será del 140%, por tanto se tiene:

Silla odontológica:

$$I = 2,4 A * 1,4 = 3,36 A$$

$$S = 3,36 A * (220 V * \sqrt{3}) = 1.280,3 VA$$

Ascensor:

$$I = 46 A * 1,4 = 64,4 A$$

$$S = 64,4 A * (220 V * \sqrt{3}) = 24.539,7 VA$$

Hidroneumático-Bomba:

$$I = 21,8A * 1,4 = 30,52 A$$

$$S = 30,52 A * (220 V * \sqrt{3}) = 11.629,7 VA$$

Hidroneumático-Motor:

$$I = 4,4 A * 1,4 = 6,16 A$$

$$S = 6,16 A * (220 V * \sqrt{3}) = 2.347,3 VA$$

Hidroneumático-Compresor:

$$I = 4,4 A * 1,4 = 6,16 A$$

$$S = 6,16 A * (220 V * \sqrt{3}) = 2.347,3 VA$$

Cuarto frio:

$$I = 3,3 A * 1,4 = 4,62 A$$

$$S = 4,62 A * (220 V * \sqrt{3}) = 1.760,5 VA$$

Por lo tanto la demanda eléctrica total para motores será:

$$D = 1.280,3 VA + 2.4539,7 VA + 1.1629,7 VA + 2.347,3 VA + 2.347,3 VA + 1.760,5 VA \\ + 1.760,5 VA + 1.760,5 VA = 47.425,8 VA$$

La demanda eléctrica total será la sumatoria de todas las demandas individuales, así:

$$D_{max} = 34.854,4 VA + 42.588,9 VA + 10.322,2 VA + 104.489 VA + 47.425,8 VA \\ = 239.680,3 VA$$

$$D_{max} = 215,712 kW$$

### 3.12.2 Demanda eléctrica por el método de densidad de carga

El Hotel Escuela cuenta con una estructura de 4.791,6 m<sup>2</sup> conformado por dos módulos, el primero de ellos cuenta con 6 niveles de construcción y el segundo posee 2 niveles de construcción.

Las capacidades mínimas de los conductores de acometidas o de los alimentadores para las escuelas se basara en una carga básica de 50 VA/m<sup>2</sup>, como la institución a estudiar cuenta con cargas especiales por la parte la parte de hotelería y alojamiento se incluirá la capacidad mínima destinada para el mismo, como lo es 20 VA/m<sup>2</sup>, y de 40 VA/m<sup>2</sup> por aire acondicionado (Véase tabla 3.22).

**Tabla 3.22 Densidad de carga Hotel Escuela**

**Fuente: Autor**

Descripción	Valor
Área	4.791,2 m <sup>2</sup> /Edificio
Densidad de carga de alumbrado y pequeños artefactos áreas escolares	50 VA/m <sup>2</sup>
Cargas especiales hoteles	20 VA/m <sup>2</sup>
Total	70 VA/m <sup>2</sup>
Densidad de carga por aire acondicionado	40 VA/m <sup>2</sup>
Estimación de área para aire acondicionado	15%
Factor de demanda	100% y 75%
Factor de coincidencia	0,7

Demanda máxima

$$4791,6 \text{ m}^2 \left( \frac{30 \text{ VA}}{\text{m}^2} * 1 + \frac{40 \text{ VA}}{\text{m}^2} * 0,75 + \frac{40 \text{ VA}}{\text{m}^2} * 0,15 * 0,75 \right) = 309.058 \text{ kVA}$$

Demanda diversificada

$$D_{div} = 309.058 \text{ kVA} * 0.7 = 216.341 \text{ VA} = 240,38 \text{ kW}$$

### 3.12.3 Demanda eléctrica de cargas esenciales

Dentro de los centros educativos existen cargas esenciales a las que se le debe proporcionar de energía eléctrica constante, como lo son alumbrado, lugares de circulación, ascensores, hidroneumáticos, equipos de cocina y refrigeración (Véase tabla 3.23).

**Tabla 3.23 Cargas esenciales existentes en el Hotel Escuela**

**Fuente: Autor**

Cargas esenciales	Potencia (VA)
Alumbrado	34.854,4
Cocinas	10.322,2
Neveras	1.666,6
Ascensor	24.539,7
Hidroneumático	16.324,3
Cuartos fríos	5.281,5
Total	92.988,7

La demanda eléctrica expresada en Vatios (W) es:

$$D_{max} = 83.689,8 \text{ W}$$

## **CAPÍTULO IV**

# **PROPUESTA DEL NUEVO DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION EFICIENTE Y RESPALDO ELECTRICO**

En este capítulo se presenta la propuesta del nuevo sistema de iluminación y sistema de respaldo eléctrico del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos. La propuesta del nuevo sistema de iluminación está basada en lámparas de tecnología LED y la representación de cada área fue realizada mediante un software de simulación como lo es DIALux, el cual realizó el análisis de los niveles de iluminación de cada área. También se analizó la demanda eléctrica de la institución y se estableció la capacidad de la planta eléctrica idónea para la misma.

### **4.1 PROPUESTA DEL NUEVO DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION**

#### **4.1.1 Aulas**

Los aulas que conforma el Hotel Escuela están situados en distintas partes de la institución es por ello que la infraestructura no es la misma para todas, unas tienen techo de machihembrado, losa nervada con casetones y otras de platabanda. El diseño de la iluminación fue de tipo localizada y general-localizada con luminarias PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 (Ver anexo n° 1), DN145C 1xLED20S/840 (Ver anexo n°2), PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 (Ver anexo n°3), PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 (Ver anexo n°4), PHILIPS DN140 1xLED20S/830 (Ver anexo n°5) y PHILIPS PT320T 1xLED17S/827 (Ver anexo n°6), (Véase tabla 4.1 y tabla 4.2)

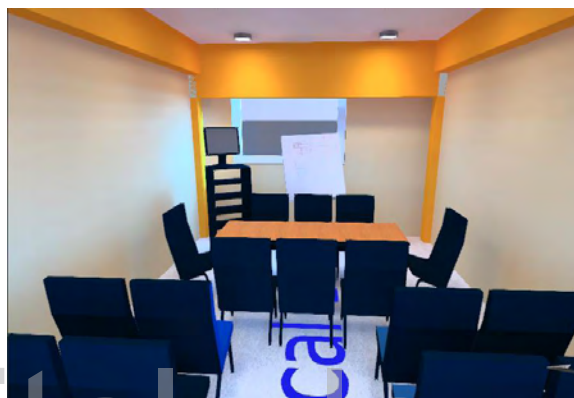
**Tabla 4.1 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de aulas en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

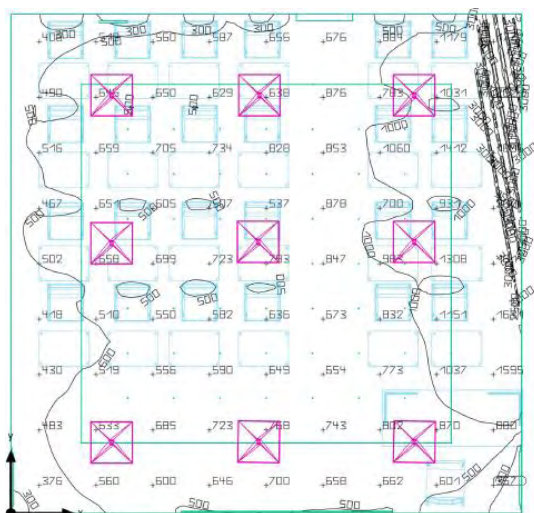
Espacio:	<i>Aula Doris Villareal</i>	<i>Aula 2-14</i>
Tipo de luminaria:	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840
Numero de luminarias:	8	9
Potencia (W):	168	297
VEEI ( $W/m^2$ ):	0,85	0,71
Illuminancia media (lx):	797	811
Illuminancia recomendada:	500-1.000	500-1.000



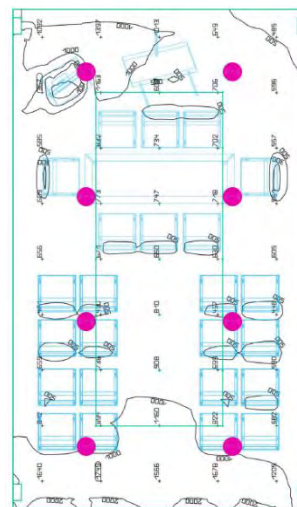
**Figura 4.1 Propuesta de la iluminación del Aula 2-14**  
Fuente: Autor



**Figura 4.2 Propuesta de la iluminación del Aula Doris Villareal**  
Fuente: Autor



**Figura 4.3 Curvas isolíneas del aula 2-14**  
Fuente: Autor



**Figura 4.4 Curvas isolíneas del aula Doris Villareal**  
Fuente: Autor

**Tabla 4.2 Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de las aulas del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lux)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Salón dirección	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	12	396	794	1,38	500-1.000
Laboratorio de computación	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	24	792	1107	1,18	500-2.000
Aula Bar	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	20	420	733	0,96	500-1.000
Aula Doris Villareal	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	8	168	797	0,85	500-1.000
Aula 2-14	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	9	297	811	0,71	500-1.000
Salón rojo	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3.700 lm	6	207	673	0,23	500-1.000
Aula 3-1	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	586	1,10	500-1.000
Aula 3-2	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	680	1,25	500-1.000
Aula 3-3	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	685	1,30	500-1.000
Aula 3-4	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	650	1,52	500-1.000

**Tabla 4.2 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de las aulas del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lux)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Aula 3-5	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	590	1,23	500-1.000
Aula 3-6	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	595	1,32	500-1.000
Aula 3-7	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	563	1,44	500-1.000
Aula 3-8	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	633	1,15	500-1.000
Aula 3-9	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	580	1,20	500-1.000
Salón de ingles	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33W, 3.600lm	3	99	820	0,28	500-1.000
Salón didáctico	PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 48 W,6.000 lm	9	432	644	1,59	500-1.000
Bodega de vinos (general)	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	4	76	349	0,51	200-500
Bodega de Vinos (mesa de demostración)	PHILIPS PT320T 1xLED17S/827 14.4 W, 1.660 lm	6	86.4	1720	0,83	1.000-2.000

#### 4.1.2 Oficinas

En el diseño de las oficinas que conforman el hotel escuela se utilizaron 3 tipos de luminarias, según las necesidades de cada ambiente, las luminarias PHILIPS implementadas fueron, DN145C 1xLED20S/840, BN124C 1xLED60S/830 (Ver anexo n°7) y SM134V 1xLED37S/830 obteniendo con ellas la iluminación requerida por oficina (Véase tabla 4.3 y 4.4).

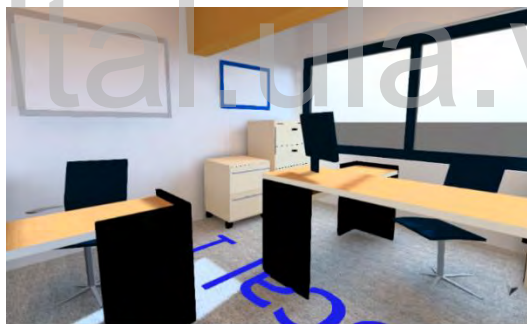
**Tabla 4.3 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de oficinas en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

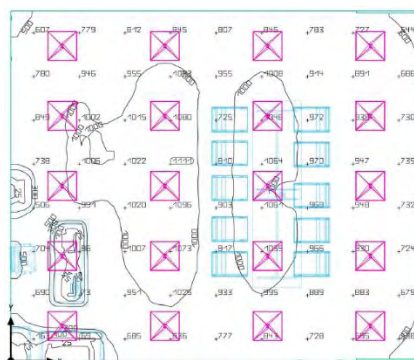
Oficina:	Dirección	Coordinación de pasantías
Tipo de luminaria:	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830
Numero de luminarias:	20	3
Potencia (W):	660	103,5
VEEI ( $W/m^2$ ):	0,25	0,80
Illuminancia media (lx):	887	877
Illuminancia recomendada:	500-1.000	500-1.000



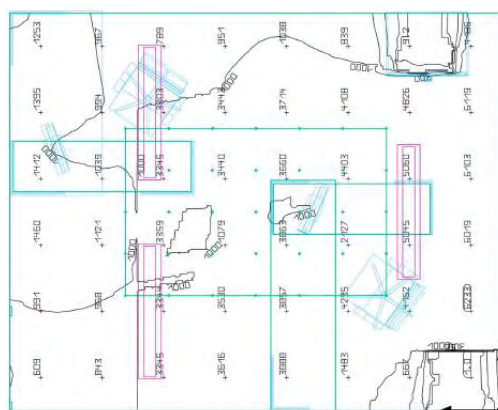
**Figura 4.5 Propuesta de la iluminación de la oficina de dirección**  
Fuente: Autor



**Figura 4.6 Propuesta de iluminación de la coordinación de pasantías.**  
Fuente: Autor



**Figura 4.7 Curvas isólicas de la propuesta de la oficina de dirección**  
Fuente: Autor



**Figura 4.8** Curvas isolíneas de la propuesta de la coordinación de pasantías.

Fuente: Autor

**Tabla 4.4** Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de las oficinas del Hotel Escuela

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Oficina-Fotocopiadora	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	2	42	622	0,58	500-1.000
Oficina-Biblioteca	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	2	42	765	0,47	500-1.000
Oficina 1-Secretaria de administración	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	8	168	612	1,77	500-1.000
Oficina 2-Presupuesto y planificación	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	9	189	781	0,94	500-1.000

**Tabla 4.4 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de las oficinas del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	Iluminancia recomendada (lux)
Administración	PHILIPS DN145C 1xLED20S/ 840 21 W, 2.100 lm	9	189	675	1,80	500-1.000
Almacén I	PHILIPS BN124C 1xLED60S/ 830 60 W, 6.000 lm	4	240	354	1,81	200-500
Almacén II	PHILIPS BN124C 1xLED60S/ 830 60 W, 6.000 lm	4	240	360	1,70	200-500
Almacén III	PHILIPS BN124C 1xLED60S/ 830, 60 W, 6.000 lm	4	240	380	1,55	200-500
Deposito I	PHILIPS BN124C 1xLED60S/ 830 60 W, 6.000 lm	1	60	270	2,49	200-500
Deposito mantenimiento	PHILIPS BN124C 1xLED60S/ 830 60 W,6.000 lm	2	120	375	2,08	200-500
Orientación psicológica	PHILIPS SM134V 1xLED37S/ 830, 34.5 W,3.700 lm	6	207	654	2,14	500-1.000

**Tabla 4.4 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de las oficinas del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Secretaría de dirección	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	1	99	877	0,80	500-1.000
Dirección	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	4	132	887	0,25	500-1.000
Extensión producción	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3.700 lm	4	138	646	0,97	500-1.000
Control de estudio	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3.700 lm	14	483	653	1,10	500-1.000
Servicio comunitario	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3.700 lm	6	207	807	2,26	500-1.000
Bienestar estudiantil	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5W, 3.700lm	6	207	790	2,10	500-1.000
Coordinación de pasantías	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3.700 lm	3	103,5	877	0,80	500-1.000

**Tabla 4.4 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de las oficinas del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Oficina 1-recursos humanos	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33 W, 3.600 lm	3	99	710	1,13	500-1.000
Oficina 2-recursos humanos	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33 W, 3.600 lm	3	99	730	1,20	500-1.000
Coordinación de alojamiento	PHILIPS SM134V 1xLED37S/ 830 34.5 W, 3.700 lm	3	99	730	0,47	500-1.000
Operaciones	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33 W, 3.600 lm	3	99	725	1,35	500-1000
Bienes nacionales	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33 W, 3.600 lm	3	99	710	1,45	500-1.000
Cubículo 2-2	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33W, 3.600lm	3	99	744	1,50	500-1.000
Cubículo 2-3	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33 W, 3.600 lm	3	99	760	1,23	500-1.000
Cubículo 2-4	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33 W, 3.600 lm	3	99	718	1,56	500-1.000

**Tabla 4.4 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de las oficinas del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Cubículo 2-5	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840 33 W, 3.600 lm	3	99	690	1,29	500-1.000
Cubículo 2-6	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	780	1,54	500-1.000
Cubículo 2-7	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	765	1,68	500-1.000
Cubículo 2-8	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	732	1,29	500-1.000
Cubículo 2-9	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	746	1,45	500-1.000
Cubículo 2-10	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	745	1,65	500-1.000
Cubículo 2-11	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	770	1,59	500-1.000
Cubículo 2-12	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	723	1,20	500-1.000

### 4.1.3 Biblioteca

En el nuevo sistema de iluminación implementado en la biblioteca del Hotel Escuela se utilizaron luminarias PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 de 32 W y flujo luminoso de 4.500 lm (Ver anexo n°8), con ella se logró crear un ambiente idóneo para que estudiantes y profesores puedan usar de manera adecuada estas instalaciones (Véase tabla 4.5).

**Tabla 4.5 Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de la biblioteca del Hotel Escuela**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lx)
Biblioteca (sala de lectura)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W, 4.500 lm	12	384	702	0,55	500-1.000
Biblioteca (estantería)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W, 4.500 lm	3	96	317	0,52	200-500

### 4.1.4 Salón de uso protocolar

Las luminaria utilizadas en los salones de uso protocolar de la institución fue PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 de 33 W y 3600 lm, con ella se logró obtener los valores recomendados de iluminación establecidos en la norma para estos ambientes (Ver tabla 4.6 y 4.7)

**Tabla 4.6 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación del auditorio en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

<b>Tipo de luminaria:</b> PHILIPS RC132V 1xLED36S/840	<b>Potencia (W):</b> 1.155	<b>Iluminancia media (lx):</b> 381
<b>Numero de luminarias:</b> 35	<b>VEEI (<math>W/m^2</math>):</b> 1,31	<b>Iluminancia recomendada:</b> 200-500



#### 4.1.5 Cocina

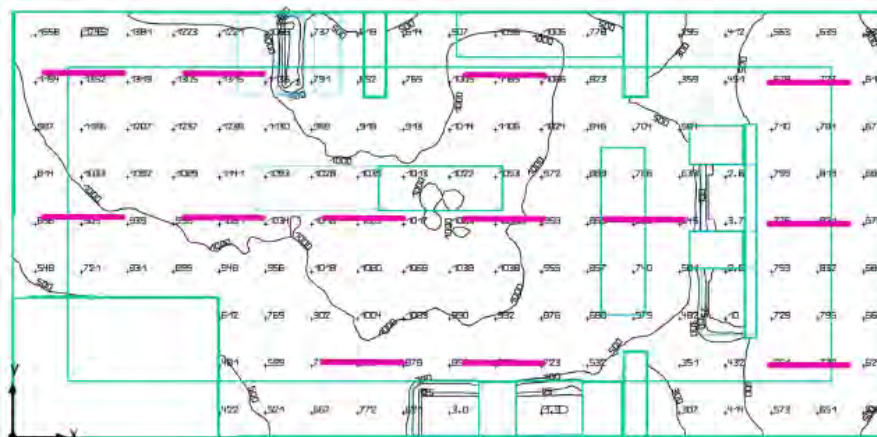
Para el área de la cocina, panadería y cafetín se utilizaron luminarias PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 de 48 W y PT320T 1xLED17S/827 de 14,4 W. Las características de iluminación se evidencian en la tabla 4.8 y 4.9.

**Tabla 4.8 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de la cocina Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**  
Fuente: Autor

<b>Tipo de luminaria:</b> PHILIPS WT120C 1xLED60S/840
<b>Numero de luminarias:</b> 13
<b>Potencia (W):</b> 624
<b>VEEI (<math>W/m^2</math>):</b> 0,63
<b>Iluminancia media (lx):</b> 814
<b>Iluminancia recomendada:</b> 500-1.000



**Figura 4.11 Propuesta de iluminación de la cocina**  
Fuente: Autor



**Figura 4.12** Curvas isométricas de la propuesta de la cocina  
Fuente: Autor

**Tabla 4.9** Características técnicas del nuevo sistema de iluminación de la biblioteca del Hotel Escuela  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Illuminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Illuminancia recomendada (lux)
Cocina	PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 48 W, 6.000 lm	13	624	814	0,63	500-1.000
Panadería y pastelería	PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 48 W, 6.000 lm	12	576	797	0,75	500-1.000
Cafetín (caja)	PHILIPS PT320T 1xLED17S/827 14.4 W, 1.660 lm	1	14.4	376	1,02	200-500
Cafetín (comedor)	PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 48 W, 6.000 lm	4	192	174	0,87	100-200

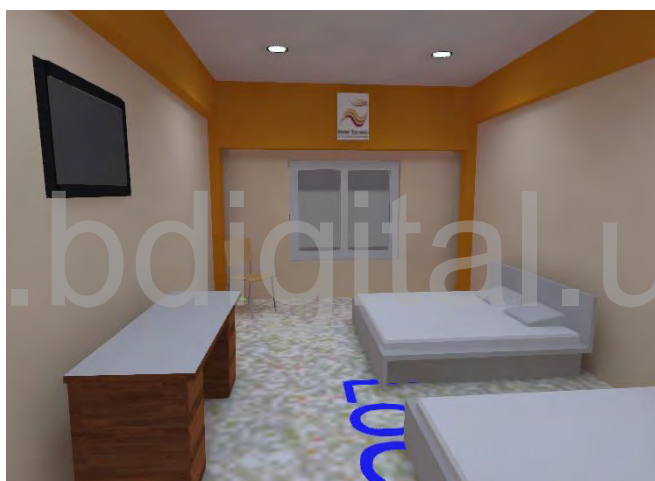
#### 4.1.6 Hoteles

La luminaria utilizada en las habitaciones del hotel escuela fue PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 de 19 W, con ella se logró obtener la iluminancia media establecida por la norma (Ver tabla 4.10 y 4.11).

**Tabla 4.10 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación de las habitaciones en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

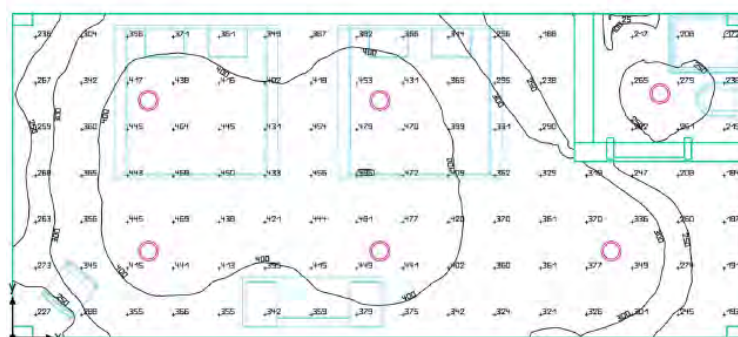
Fuente: Autor

<b>Tipo de luminaria:</b> PHILIPS DN140B 1xLED20S/830
<b>Numero de luminarias:</b> 6
<b>Potencia (W):</b> 114
<b>VEEI (<math>W/m^2</math>):</b> 1,5
<b>Iluminancia media (lx):</b> 325
<b>Iluminancia recomendada:</b> 200-500



**Figura 4.13 Propuesta de iluminación de la habitación 1**

Fuente: Autor



**Figura 4.14 Curvas isolíneas de la propuesta de la habitación 1**

Fuente: Autor

**Tabla 4.11 Características técnicas del nuevo sistema de iluminación en las habitaciones del Hotel Escuela**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Habitación 1	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	325	1,5	200-500
Habitación 2	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	330	1,52	200-500
Habitación 3	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	290	1,36	200-500
Habitación 4	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	368	1,54	200-500
Habitación 5	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	320	1,48	200-500
Habitación 6	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	356	1,69	200-500
Habitación 7	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	362	1,25	200-500
Habitación 8	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	291	1,32	200-500
Habitación 9	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	320	1,64	200-500
Habitación 10	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	364	1,94	200-500

**Tabla 4.11 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación en las habitaciones del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Habitación 11	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	334	1,84	200-500
Habitación 12	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	325	1,25	200-500
Habitación 13	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	354	1,19	200-500
Habitación 14	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	265	1,33	200-500
Habitación 15	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2200 lm	6	95	236	1,78	200-500
Habitación 16	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	390	1,54	200-500
Habitación 17	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	349	1,96	200-500
Habitación 18	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	380	1,23	200-500
Habitación 19	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	362	1,24	200-500
Habitación 20	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	352	1,36	200-500

**Tabla 4.11 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación en las habitaciones del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Habitación 21	PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2.200 lm	6	95	341	1,50	200-500
Cuarto de lencería	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	1	21	181	0,39	100-200
Área de lavandería	PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2.100 lm	6	126	405	1,05	200-500

#### 4.1.7 Pasillos

En los pasillos del Hotel Escuela fueron colocadas distintos tipos de luminarias PHILIPS, como: RC132V 1xLED36S/840, LL121X 1xLED45S/840 y BDP100 1xLED100/740 (Ver anexo n°9), las mismas se aprecian en las tablas 4.12 y 4.13.

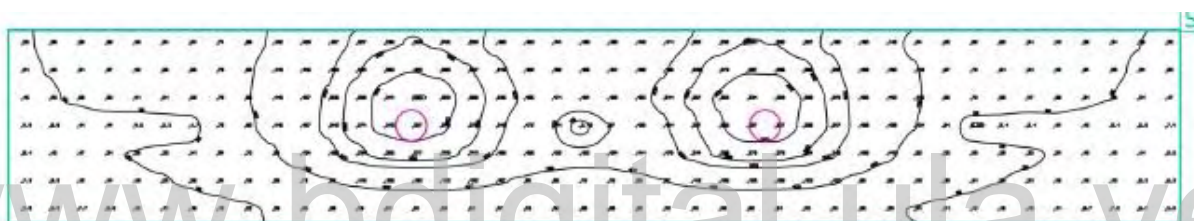
**Tabla 4.12 Características técnicas del nuevo diseño de iluminación del pasillo nivel planta baja (biblioteca) en el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos**

Fuente: Autor

<b>Tipo de luminaria:</b> PHILIPS BDP100 1xLED100/740
<b>Numero de luminarias:</b> 2
<b>Potencia (W):</b> 150
<b>VEEI (<math>W/m^2</math>):</b> 1,94
<b>Iluminancia media (lx):</b> 109
<b>Iluminancia recomendada:</b> 100-200



**Figura 4.15 Propuesta de la iluminación del pasillo nivel planta baja (Biblioteca)**  
Fuente: Autor



**Figura 4.16 Curvas isóneas de la propuesta del pasillo nivel planta baja (Biblioteca)**  
Fuente: Autor

**Tabla 4.13 Características técnicas del nuevo sistema de iluminación en los pasillos del Hotel Escuela**  
Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Sala de espera y recepción	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W,3.600 lm	2	66	111	1,21	100-200
Nivel planta baja (recepción)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4.500 lm	1	32	120	1,02	100-200
Nivel planta baja (recepción)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4.500 lm	1	32	128	1,10	100-200

**Tabla 4.13 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación en los pasillos del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Nivel planta baja(escaleras)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4.500 lm	2	64	190	0,91	100-200
Nivel planta baja (biblioteca)	PHILIPS BDP100 1xLED100/740 75 W,8.400 lm	2	150	109	1,94	100-200
Nivel planta baja(auditorio)	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W,3.600 lm	2	66	167	1,34	100-200
Nivel planta baja (administración)	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W,3.600 lm	1	33	129	1,39	100-200
Nivel planta baja(cocina)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4.500lm	6	192	134	0,48	100-200
Nivel primer piso(escaleras)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32W, 4.500 lm	2	64	190	0,91	100-200
Nivel primer piso(computación)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4.500 lm	1	32	128	1,10	100-200
Nivel primer piso (secretaría)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4500 lm	1	32	247	1,04	100-200
Nivel primer piso(control de estudio)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4.500 lm	1	32	198	1,15	100-200
Nivel primer piso (servicio comunitario)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4.500 lm	2	64	180	1,04	100-200

**Tabla 4.13 Continuación. Características técnicas del nuevo sistema de iluminación en los pasillos del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI ( $\frac{W}{m^2}$ )	Iluminancia recomendada (lux)
Nivel Primer piso (alojamiento)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/ 840, 32 W, 4.500 lm	6	84	134	0,48	100-200
Nivel Segundo piso(escalera)	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	1	33	110	1,48	100-200
Nivel Segundo Piso(cubículos)	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	3	99	157	2,16	100-200
Nivel Segundo Piso(bodega de vinos)	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	2	66	151	1,74	100-200
Nivel Segundo Piso(alojamiento)	PHILIPS LL121X 1xLED45S/ 840 32W, 4.500lm	6	192	134	0,48	100-200
Nivel tercer Piso (escalera)	PHILIPS RC132V 1xLED36S/ 840, 33 W, 3.600 lm	1	33	110	1,48	100-200

#### 4.1.8 Consultorio Dental

El Hotel Escuela cuenta con un consultorio odontológico y uno médico, en ellos se implementaron luminarias PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 y RC132V 1xLED36S/840 para lograr iluminación requerida en estos espacios (Véase tabla 4.14).

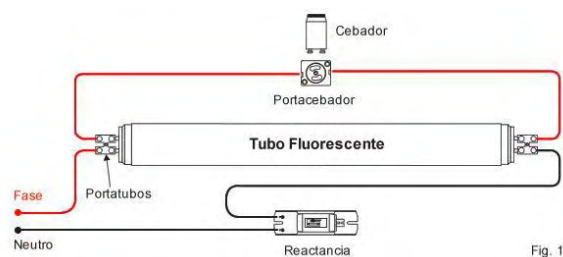
**Tabla 4.14 Características técnicas del nuevo sistema de iluminación en el consultorio odontológico y médico del Hotel Escuela.**

Fuente: Autor

Área	Tipo de luminaria	Nro. de lámparas	Potencia (W)	Iluminancia media (lx)	VEEI $\left(\frac{W}{m^2}\right)$	Iluminancia recomendada (lux)
Consultorio odontológico	PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3.700 lm	3	103,5	726	0,49	500-1.000
Consultorio médico	PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3.600 lm	6	198	657	1,59	500-1.000

### Pasos a seguir para cambiar de luminarias fluorescentes a LED

1. Anular el posible riesgo de descargas durante la intervención contando la corriente eléctrica, se puede cortar solo la fase concreta en la que se esté trabajando para no quitar la electricidad en toda la edificación puesto que pueden haber en funcionamiento ciertos electrodomésticos
2. Se anulara tanto la reactancia como el cebador del tubo fluorescente
3. Conectar el neutro y la fase en cada extremo del portalámparas
4. Comprobar si la conexión se ha hecho correctamente, pulsando el botón de encendido.



**Figura 4.17 Esquema eléctrico de instalación de tubos fluorescentes**  
Fuente: <https://blog.ledbox.es/wp-content/uploads/2012/04/sustituir-tubo-led-1.jpg>

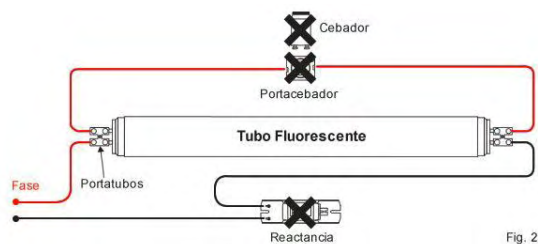


Fig. 2

**Figura 4.18 Eliminación del cebador y la reactancia del circuito eléctrico**  
 Fuente: <https://blog.ledbox.es/wp-content/uploads/2012/04/sustiuir-tubo-led-2.jpg>

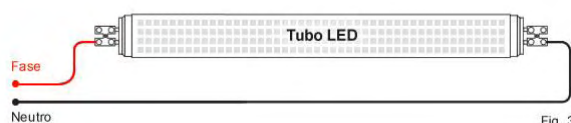


Fig. 3

**Figura 4.19 Esquema de conexión de tubos LED**  
 Fuente: <https://blog.ledbox.es/wp-content/uploads/2012/04/sustiuir-tubo-led-33.jpg>

Los tubos LED no requieren la reactancia y el cebador para el encendido, esto hace que sean aún más eficaces energéticamente ya que los cebadores y las reactancias consumen energía eléctrica por sí misma.

## 4.2 POTENCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACION PROPUESTO

En la siguiente tabla 4.15 se describen las características de las luminarias propuestas para el nuevo sistema de iluminación, la cantidad por tipo, la potencia de cada una y la potencia total.

**Tabla 4.15 Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto**  
 Fuente: Autor

Tipo de luminaria	Cantidad de lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia total (W)
PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3600 lm	197	33	6.501
PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2100 lm	56	21	1.176

**Tabla 4.15 Continuación. Consumo de potencia del sistema de iluminación propuesto**  
Fuente: Autor

Tipo de luminaria	Cantidad de lámparas	Potencia por lámpara (W)	Potencia total (W)
PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3700 lm	51	34,5	1.759,5
PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 48 W,6000 lm	38	48	1.824
PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2200 lm	130	19	2.470
PHILIPS PT320T 1xLED17S/827 14.4 W, 1660 lm	7	14,4	100,8
PHILIPS BN124C 1xLED60S/830 60 W, 6000 lm	15	60	900
PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4500 lm	44	32	1.408
PHILIPS BDP100 1xLED100/740 75 W, 8400 lm	2	75	150
		<b>Total</b>	<b>16.327,8</b>

Como se evidencia en la tabla 4.15 la potencia del nuevo sistema de iluminación es 16.327,8 W mientras que la potencia con el sistema instalado actual es de 31.369 W, se observa la diferencia en consumo de ambos sistemas, el nuevo sistema de iluminación que utiliza lámparas de tecnología LED consume menos potencia y proporciona a cada área la iluminancia recomendada. La demanda máxima del sistema propuesto se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$D_{\max} = F_{\text{dem}} \times \text{carga conectada} \quad (4.1)$$

Con un factor de demanda del 100% para cargas de iluminación se obtiene

$$D_{\max} = 1 * 16.327,8 \text{ W} = 16.327,8 \text{ W}$$

La demanda en voltios-ampere (VA) se obtiene mediante la ecuación (4.2) considerando un factor de potencia ( $\cos\phi$ ) de 0.9 para la carga de las luminarias.

$$D_{\max}(\text{VA}) = \frac{D_{\max}(\text{W})}{\cos\phi} \quad (4.2)$$

$$D_{\max} = \frac{D_{\max}(\text{W})}{0,9} = \frac{16.327,8 \text{ W}}{0,9} = 18.142 \text{ VA}$$

### 4.3 ANÁLISIS ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y EL SISTEMA PROPUESTO PARA EL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.

El análisis del costo energético y económico de ambos sistemas de iluminación (actual y propuesto) se realiza mediante el estudio del costo anual de cada uno según la tarifa eléctrica colombiana y la demanda obtenida en las tablas 3.17 y 4.16. La tarifa eléctrica en Colombia tiene un costo de 0.1340\$/KWh.

**Tabla 4.16 Precio del consumo anual del sistema de iluminación actual y propuesto del Hotel Escuela**

Fuente: Autor

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	31.369	4.380	137.396,22	0.1340	18.411,09
Propuesto	16.180,8	4.380	70.871,9	0.1340	9.469,83

Como se observa en la tabla 4.16 el precio anual por consumo del sistema propuesto es mucho más bajo que el del sistema actualmente instalado, lo cual ofrece un importante ahorro económico a la institución.

### 4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ACTUAL Y PROPUESTO DEL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESCUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS.

El análisis económico del sistema de iluminación actual y el propuesto se realiza con una evaluación y comparación de los costos de las luminarias del sistema actual (Lámparas fluorescentes e incandescentes) y del sistema propuesto (Lámparas de tecnología LED), la comparación de ambos sistemas mediante un método de costo anual uniforme equivalente (CAUE).

El costo anual uniforme equivalente (CAUE) es un método usado en la evaluación de proyectos de inversión, evalúa de manera económica la alternativa más factible y de menor costo. Para calcular el CAUE se usa la tasa de interés anual que suministra el Banco Central de Venezuela, la cual es de 24% en la actualidad, el costo inicial (CI) del sistema actual y el sistema propuesto se muestran en las tablas 4.17 y 4.18 respectivamente se aplican las ecuaciones 4.3 y 4.4.

$$\text{CAUE} = \text{Costo inicial} \left( \frac{A}{P}, i, n \right) + \text{Costo anual} = \left( \frac{A}{P}, i, n \right) = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (4.4)$$

Dónde;

- **Costo inicial:** Se refiere al valor monetario de las luminarias instaladas.
- **Costo anual:** Precio por consumo anual de energía.
- **N:** Número de periodo de vida útil.
- **i:** Tasas de interés

**Tabla 4.17 Precio de las luminarias que se encuentran instaladas en el Hotel Escuela**

Fuente: Autor

Tipo de iluminación	Cantidad	Precio por unidad (\$)	Precio total (\$)
Lámpara fluorescente compacta 10 W	54	10	540
Lámpara fluorescente compacta 14 W	5	14	70
Luminaria especular de tubo fluorescente 3x17	1	195,30	195,30
Luminaria fluorescente lineal 4x20 W	110	172,44	18.968,4
Luminaria fluorescente lineal 3x20 W	75	210,65	15.798,75
Luminaria fluorescente lineal 2x40 W	103	218,85	22.541,55
Luminaria fluorescente lineal 4x40 W	40	251,4	10.056
Luminaria fluorescente lineal 3x32 W	16	225,80	3.612,8
Lámpara fluorescente lineal 20 W	57	65	3.705
Lámpara fluorescente lineal 18 W	2	58	116
Lámpara fluorescente circular 22 W	8	55,6	444,8
Bombillo incandescente 100 W	10	2,05	20,5
		<b>Total</b>	<b>76.069,1</b>

**Tabla 4.18 Precio de las luminarias del sistema de iluminación propuesto**

Fuente: Autor

Tipo de luminaria	Cantidad	Precio por unidad (\$)	Precio total (\$)
PHILIPS RC132V 1xLED36S/840 33 W, 3600 lm	197	116	22.852
PHILIPS DN145C 1xLED20S/840 21 W, 2100 lm	56	42,7	2.391,2
PHILIPS SM134V 1xLED37S/830 34.5 W, 3700 lm	51	75	3.825
PHILIPS WT120C 1xLED60S/840 48 W,6000 lm	38	95,60	3.632,8
PHILIPS DN140B 1xLED20S/830 19 W, 2200 lm	130	39	5.070
PHILIPS PT320T 1xLED17S/827 14.4 W, 1660 lm	7	155	1.085
PHILIPS BN124C 1xLED60S/830 60 W, 6000 lm	15	100	1.500
PHILIPS LL121X 1xLED45S/840 32 W,4500 lm	44	190	8.360
PHILIPS BDP100 1xLED100/740 75 W, 8400 lm	2	188	376
		<b>Total</b>	<b>49.092</b>

El costo de las luminarias del sistema de iluminación instalado puede apreciarse en la tabla 4.17, mientras que el costo del nuevo sistema de iluminación puede observarse en la tabla 4.18, al hacer una comparación de ambos sistemas se observa que el nuevo sistema de iluminación utiliza menos lámparas por área, ya que las lámparas LED propuestas aportan mayor flujo luminoso y logra que los niveles de iluminación sean los establecidos por norma. Se obtiene lo que se desea, mejor iluminación consumiendo menos electricidad.

#### 4.4.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE) para el sistema de iluminación

Para el calcular el CAUE es necesario determinar los años de vida útil de ambos sistemas de iluminación; las lámparas fluorescentes instaladas en el Hotel Escuela en su mayoría son lámparas fluorescentes las cuales tienen una vida útil de 10.000 horas, estando en funcionamiento 12 horas al día, 365 días al año, equivalente a 4380 h/año (aproximadamente 2 años) mientras que las lámparas de tecnología LED tienen una vida útil de 50.000 horas, con un promedio diario de 12 horas, los 365 días del año, por tanto la lámpara puede durar

aproximadamente 12 años. Aplicando las ecuaciones 4.3 y 4.4 y tomando la tasa de referencia del 24% se tiene como resultado del CAUE, (Ver tabla 4.19) lo siguiente:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Sistema Actual}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^2}{(1+0.24)^2 - 1} = 0,6864$$

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Propuesto}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^{12}}{(1+0.24)^{12} - 1} = 0,2596$$

$$\text{CAUE}_{\text{Sistema actual}} = 76.069,1 * 0.6864 + 18.411,09 = 70.624,92 \$$$

$$\text{CAUE}_{\text{Sistema propuesto}} = 49.092 * 0,2596 + 9.469,83 = 29.408,86 \$$$

**Tabla 4.19 Costo anual uniforme equivalentes de los sistemas de iluminación actual y propuesto**  
Fuente: Autor

Sistema de iluminación	Vida útil	CAUE
Actual	10.000 horas	70.624,92 \$
Propuesto	50.000 horas	29.408,86 \$

En la tabla 4.19 se puede observar que el CAUE del sistema propuesto es menor que el CAUE del sistema actual, por tanto se concluye que la implementación de tecnología LED en el Hotel Escuela es factible, ya que cumple con las condiciones de iluminación establecidas en la norma, aunado a ello, consume menos energía y el gasto económico es menor que con otro sistema de iluminación.

#### 4.5 INDICE DE EFICIENCIA ENERÉTICA DEL SISTEMA DE ILUMINACION ACTUAL Y EL PROPUESTO

**Tabla 4.20 Índices de eficiencia energética del sistema actual y propuesto.**  
Fuente: Autor

Área	Índice de eficiencia energética del sistema instalado (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema en uso (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema propuesto (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética limite (W/m <sup>2</sup> )
Aula 2-14	12,11	7,06	0,71	3,5
Salón Dirección	3,50	1,75	1,38	3,5
Salón Rojo	0,5	0,12	0,23	3,5

**Tabla 4.20 Continuación. Índices de eficiencia energética del sistema actual y propuesto.**

Fuente: Autor

Área	Índice de eficiencia energética del sistema instalado (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema en uso (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética del sistema propuesto (W/m <sup>2</sup> )	Índice de eficiencia energética límite (W/m <sup>2</sup> )
Aula 3-1	0,98	0,49	1,10	3,5
Aula 3-9	5,45	1,02	1,20	3,5
Laboratorio de Computación	4,56	2,53	1,18	3,5
Aula Bar	4,17	0,50	0,96	3,5
Aula Doris Villareal	5,19	1,73	0,85	3,5
Bodega de Vinos (General)	6,3	6,2	0,51	3,5
Oficina 1- Secretaria de Administración	53,55	53,55	1,77	3
Administración	0,54	0,54	1,80	3
Pasillo Nivel Planta Baja (Recepción)	21,13	0	1,02	6
Pasillo Nivel Primer piso	45,57	3,79	1,04	6
Pasillo Nivel Segundo piso (Alojamiento)	1,91	1,20	0,48	6
Consultorio Odontológico	7,81	6,77	0,49	4
Consultorio medico	2,06	2,06	1,59	4

En la tabla 4.20 se aprecia que el sistema de iluminación propuesto cumple con los índices de eficiencia energética recomendados mientras que el sistema de iluminación actualmente instalado supera los límites del *VEEI*.

## 4.6 PROPUESTA DEL SISTEMA DE RESPALDO ELECTRICO CON EL NUEVO SISTEMA DE ILUMINACIÓN PARA EL COLEGIO UNIVERSITARIO HOTEL ESUELA DE LOS ANDES VENEZOLANOS

### 4.6.1 Sistema de respaldo con la carga total de la institución

La capacidad nominal de la planta eléctrica para alimentar toda la carga del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos se determinó a partir del estudio de la demanda eléctrica, la misma se estudió mediante dos métodos como lo fue el censo de cargas y el método de densidad de cargas, luego de hacer una comparación de ambos métodos se seleccionó el censo de cargas como el método más confiable y ajustado a la realidad puesto que se está tomando en cuenta la carga real existente en la institución.

La comparación de la demanda máxima por el censo de cargas tomando en cuenta el sistema de iluminación instalado y el nuevo sistema de iluminación propuesto se evidencia en la tabla 4.21

**Tabla 4.21 Demanda eléctrica total con el sistema de iluminación actual y propuesto.**

Fuente: Autor

	<b>Sistema de iluminación actual</b>	<b>Sistema de iluminación propuesto</b>
<b>Demanda por carga de iluminación</b>	31.369 W	16.180,8 W
<b>Demanda eléctrica total</b>	215.712 W-239.680,3 VA	200.524 W-222.804 VA

Para alimentar la carga total del Hotel Escuela con el nuevo sistema de iluminación es necesaria una planta que cubra 200,524 kW o 222.804 VA; la planta eléctrica idónea para esta institución será una de capacidad de 220 kW para trabajo continuo y 240 kW para trabajo de emergencia, voltaje nominal de 208/120 V y 1800 RPM; quedando un margen de potencia para incluir algunas cargas en el futuro.

En base al estudio realizado del sistema de respaldo se recomienda instalar en la institución una planta eléctrica Cummins modelo ACCC-300C (Ver anexo n°10), las especificaciones se muestran en la tabla 4.22

**Tabla 4.22 Data técnica de planta eléctrica Cummins, modelo ACCC-300C**

Fuente: [https://www.ac-cc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo\\_planta\\_cummins\\_acc-300c.pdf](https://www.ac-cc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo_planta_cummins_acc-300c.pdf)

Data técnica	
Tipo de motor	DCEC Cummins 6LTAA8.9-G2
Tipo de alternador	AGG KI274K STAMFORD
Frecuencia	60 Hz
Velocidad nominal	1800 RPM
Trabajo continuo	275 kVA/220 kW
Trabajo de emergencia	300 kVA/240 kW
Voltaje nominal	208/120 V
Fase	3
Factor de potencia	0.8
Consumo de combustible 100% de la carga	53.0 l/h
Consumo de combustible 75% de la carga	35.7 l/h
Consumo de combustible 50% de la carga	27.0 l/h
Altitud de operación	≤ 1500 m
Temperatura del ambiente	≤ 50 °C

#### 4.6.2 Sistema de respaldo eléctrico para cargas esenciales

El Hotel Escuela es una institución educativa la cual posee cargas esenciales que deben estar alimentadas constantemente, la comparación de la demanda eléctrica de las cargas esenciales tomando en cuenta el sistema de iluminación instalado y el nuevo sistema de iluminación propuesto, pueden ser observadas en la tabla 4.23

**Tabla 4.23 Comparación de la demanda eléctrica, cargas prioritarias**

Fuente: Autor

	Sistema de iluminación actual	Sistema de iluminación propuesto
<b>Demanda por carga de iluminación</b>	31.369 W	16.180,8 W
<b>Demanda eléctrica total</b>	83.689,8 W	68.501.6 W

Si se desea alimentar solamente las cargas prioritarias o esenciales del Hotel Escuela con el nuevo sistema de iluminación, como se evidencia en la tabla 4.23 la demanda eléctrica total es 68.501,6 W. Por ello se recomienda una planta eléctrica Cummins modelo ACC-125C (Ver anexo n°11), cuyas características pueden observarse en la tabla 4.23.

**Tabla 4.24 Data técnica de planta eléctrica Cummins, modelo ACCC-125C**

Fuente: [https://www.ac-cc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo\\_planta\\_cummins\\_acc-125c.pdf](https://www.ac-cc.com/sites/default/files/producto/ficha/catalogo_planta_cummins_acc-125c.pdf)

Data técnica	
Tipo de motor	DCEC Cummins 6BT5.9-G2
Tipo de alternador	AGG KI274C STAMFORD
Frecuencia	60 Hz
Velocidad nominal	1800 RPM
Trabajo continuo	110 kVA/88 kW
Trabajo de emergencia	150 kVA/100 kW
Voltaje nominal	208/120 V
Fase	3
Factor de potencia	0.8
Consumo de combustible 100% de la carga	29.7 l/h
Consumo de combustible 75% de la carga	22.2 l/h
Consumo de combustible 50% de la carga	15.6 l/h
Altitud de operación	≤ 1500 m
Temperatura del ambiente	≤ 50 °C

#### 4.6. LUGAR DE INSTALACION DE LA PLANTA ELECTRICA Y EL TABLERO DE TRANSFERENCIA EN EL HOTEL ESCUELA

La Planta eléctrica se ubicara en un área abierta de la parte trasera del estacionamiento y entrada principal, específicamente a 1m de distancia entre la pared y el chasis y el transformador trifásico de la institución (Ver Anexo n°12), ya que existe un fácil acceso a esa área, lo cual garantizara la comodidad para el suministro de combustible y el flujo del personal de mantenimiento o reparación. El tablero de transferencia se instalara para que inmediatamente que se presente una falla en el suministro de energía, se encienda automáticamente la planta eléctrica; el mismo se instalara al lado de tablero principal, el cual se ubica en una parte techada detrás del auditorio, por tanto la distancia desde la planta eléctrica hasta el tablero de transferencia será de 31 m.

## 4.7 CÁLCULO DE LA ACOMETIDA TOMANDO EN CUENTA LA CARGA TOTAL Y LA CARGA PRIORIZADA.

### 4.7.1 Selección del calibre por capacidad de corriente

El cálculo para seleccionar el calibre del conductor por capacidad de corriente se especifica en la tabla 4.25

**Tabla 4.25 Selección del calibre por capacidad de corriente para la carga tota y la carga priorizada**  
Fuente: Autor

	Carga total	Carga priorizada
<b>Selección del calibre</b>		
Potencia a considerar	300 kVA	150 kVA
Voltaje	208 V	
Corriente máxima	832,12 A	416,35 A
<b>Características de los conductores ARVIDAL necesarios</b>		
Nro. de conductores por fase	3	2
Corriente nominal	277,37 A	208,18 A

Para cumplir con los requerimientos establecidos en la tabla 4.25, se necesita un conductor con las siguientes características:

**Tabla 4.26 Conductor necesario para la carga total y para la carga priorizada.**  
Fuente: Autor

Carga total	Carga priorizada
Calibre #300 AWG, Inom= 285 A	Calibre # 4/0 AWG, Inom=230A

### 4.7.2 Selección del calibre por caída de tensión

Para determinar el calibre del conductor por caída de tensión es necesario usar la siguiente ecuación:

$$DV = 1\% * \left( \frac{\text{momento eletrico}}{\text{nro de conductores}} \right) < 3\% \quad (4.5)$$

**Tabla 4.27 Selección del calibre por caída de tensión**  
Fuente: Autor

	<b>Carga total</b>	<b>Carga priorizada</b>
<b>Distancia de la planta a la transferencia</b>	31 m	31 m
<b>Potencia a considerar</b>	300 kVA	150 kVA
<b>Momento eléctrico</b>	9.300 kVA-m	4.650 kVA-m
<b>Conductores por fase</b>	3	2
<b>Factor de potencia</b>	0.8	0.8
<b>Capacidad de distribución</b>	2.349 kVA-m	1.839 kVA-m
<b>DV</b>	1.31% < 3%	1.6% < 3%

Luego de conocer las características para determinar el calibre del conductor, especificadas en la tabla 4.27, se concluye que ambos calibres seleccionados tanto para la carga total como para la carga priorizada cumplen con los requerimientos por caída de tensión. La data técnica del tablero de transferencia seleccionado para la carga total puede observarse en la tabla 4.28 (Ver Anexo n°13 y n°14) y la data técnica para el tablero con la carga priorizada puede observarse en la tabla 4.29 (Ver Anexo n°15 y n°16).

**Tabla 4.28 Especificaciones del tablero y equipo de transferencia para la carga total**  
Fuente: <https://kosov.com.mx/images/fichastecnicas/TCT-7320-4S.pdf>

<b>Carga total</b>	
<b>Tablero de transferencia</b>	
<b>Modelo</b>	TCT-7320-4S1000
<b>Capacidad</b>	1.000 A
<b>Peso</b>	148 kg
<b>Equipo de transferencia</b>	
<b>Panel de control</b>	DSE, 7320 MKII
<b>Unidad básica de transferencia</b>	Seccionador ABB OTM1000E_C
<b>Cargador de baterías</b>	DSE, 9130 5 A
<b>Voltajes CA (disponibles)</b>	220/127 V
<b>Voltajes CD (disponibles)</b>	12 o 24 V

**Tabla 4.29 Especificaciones del tablero y equipo de transferencia para la carga priorizada**  
**Fuente:** <https://kosov.com.mx/images/fichastecnicas/TCT-7320-3S.pdf>

<b>Carga priorizada</b>	
<b>Tablero de transferencia</b>	
<b>Modelo</b>	TCT-7320-3S630
<b>Capacidad</b>	630 A
<b>Peso</b>	98 kg
<b>Equipo de transferencia</b>	
<b>Panel de control</b>	DSE, 7320 MKII
<b>Unidad básica de transferencia</b>	Seccionador ABB OTM630E_C
<b>Cargador de baterías</b>	DSE, 9130 5 A
<b>Voltajes CA (disponibles)</b>	220/127 V
<b>Voltajes CD (disponibles)</b>	12 o 24 V

#### 4.7 ANÁLISIS ECONOMICO DEL SISTEMA DE RESPALDO ELECTRICO

Para realizar el análisis económico de los sistemas de respaldo eléctrico propuestos es necesario estudiar el costo anual en cuanto al consumo de diésel de cada generador, el análisis se realiza en base al costo del diésel en Colombia el cual se establece en 0.58 \$/l. Se asume que la planta estará en funcionamiento 2 horas diarias (730 h/año), el consumo de combustible será al 100% de carga como lo establece la información técnica de ambos generadores vistas en las tablas 4.22 y 4.24. La comparación para el sistema de respaldo con ambos generadores se muestra en la tabla 4.30.

**Tabla 4.30 Comparación del precio anual por consumo para la carga total y la priorizada**  
**Fuente:** Autor

<b>Generador eléctrico</b>	<b>Uso de la energía del local (h/año)</b>	<b>Consumo por hora (l/h)</b>	<b>Consumo anual (l/año)</b>	<b>Precio del litro de diésel (\$)</b>	<b>Precio anual por consumo (\$)</b>
Carga total	730	53	38.690	0,58	22.440,2
Carga priorizada	730	29.7	21.681	0,58	12.575

Luego de tener el precio anual por consumo de ambos generadores eléctricos se realiza una evaluación de los costos de la planta eléctrica, el estudio se realiza mediante el método de

costo anual uniforme equivalente (CAUE). Para el mismo es necesario conocer el precio anual por consumo del diésel, determinado en la tabla 4.30, así como el precio de los Generador eléctricos para ambas condiciones de carga (ver tabla 4.31).

**Tabla 4.31 Precio de los generadores eléctricos**

Fuente: Autor

Generador eléctrico	Precio (\$)
Con carga total	57.679,8
Con carga priorizada	29.984,7

**Tabla 4.32 Precio de las acometidas y tableros de transferencia propuestos para el sistema de respaldo eléctrico.**

Fuente: <http://www.interelectricas.com.com>

Carga	Precio de la acometida (\$)	Precio de los tableros de transferencia (\$)
Total	815	8.652
Priorizada	389	4.498

#### 4.7.1 Cálculo del costo anual uniforme equivalente (CAUE) para el sistema del respaldo eléctrico

Para calcular el CAUE se usa la tasa de interés anual que suministra el Banco Central de Venezuela, la cual es de 24% en la actualidad, el costo inicial (CI) del generador eléctrico y la vida útil la cual se estima de 25 años. Aplicando las ecuaciones 4.3 y 4.4 se tiene:

$$\left(\frac{A}{P}, i, n\right)_{\text{Planta Electrica}} = \frac{i \times (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{0.24 \times (1+0.24)^{25}}{(1+0.24)^{25} - 1} = 0,2411$$

$$\begin{aligned} \text{CAUE}_{\text{Planta Electrical carga total}} &= (57.679,8 + 815 + 8.652) * 0,2411 + 18.417,9 \\ &= 34.606,99 \$ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CAUE}_{\text{Planta Electrical carga prioritaria}} &= (29.984,7 + 389 + 4.498) * 0,2411 + 8.171,6 \\ &= 16.579,16 \$ \end{aligned}$$

Luego de realizar el cálculo del costo anual uniforme equivalente para la carga total y la carga priorizada, se concluye que, con el nuevo sistema de iluminación propuesto de luminarias con tecnología LED el gasto económico anual de la planta eléctrica es mucho más bajo; es notable la diferencia del CAUE para ambas plantas eléctricas. La selección de la planta eléctrica

idónea para la institución quedara a criterio de los directivos del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos.

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

## CONCLUSIONES

Luego de realizar el estudio al sistema de iluminación y demanda eléctrica del Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos se diseñó un nuevo sistema de iluminación cumpliendo con la norma COVENIN 2249-93 y con los índices de eficiencia energética, también se propuso un sistema de respaldo mediante un generador eléctrico diésel para cubrir la demanda eléctrica en la institución en caso de fallas de la red.

Para realizar la propuesta del sistema de iluminación fue necesario conocer los niveles de lumínicos existentes en cada una de las áreas de la institución, luego de conocer que los niveles lumínicos de oficinas, aulas, pasillos, habitaciones y otras áreas de la institución no cumplían con lo establecido en la norma, se propuso un nuevo sistema de iluminación con luminarias de tecnología LED las cuales debido a su bajo consumo de potencia y alta capacidad de iluminar son la mejor opción actualmente en iluminación eficiente, ya que la instalación funcionara de manera óptima consumiendo el mínimo de energía. El diseño de la propuesta se realizó utilizando un software de simulación como lo es DIALux por el cual se realizó la representación de las áreas con la luminaria adecuada para cada espacio.

La propuesta de un sistema de respaldo eléctrico le permitirá al Hotel Escuela tener un servicio eléctrico continuo, por ello se determinó la demanda eléctrica con el nuevo sistema de iluminación asumiendo la carga total de la institución y por otra parte la carga priorizada, ambos estudios mediante la comparación de dos métodos como lo fue el estudio de cargas y método de densidad de cargas, se seleccionó el estudio de cargas como el método más confiable y ajustado a la realidad. Luego de tener la demanda eléctrica de la institución para ambas cargas, se propuso un sistema de respaldo, como lo es una planta eléctrica, lo que brindara un servicio eléctrico continuo a la institución. Es importante destacar que se realizó un estudio económico de ambos generadores eléctricos propuestos. Quedará a criterio de la institución la selección del generador eléctrico que le resulte más conveniente.

## RECOMENDACIONES

Es importante que el Colegio Universitario Hotel Escuela de Los Andes Venezolanos ejecute la propuesta del nuevo sistema de iluminación, para que estudiantes y profesores lleven a cabo de manera óptima la realización de sus tareas y trabajos, para lo cual es importante contar con los niveles lumínicos adecuados en cada área de la institución como lo establece la norma COVENIN 2249-93.

Realizar una reubicación de los puestos de trabajo en algunas oficinas para que haya un máximo aprovechamiento de los ventanales que permiten el ingreso de la luz.

Instalar un generador eléctrico que cubra la demanda total o parcial de la institución para que al momento de fallas de parte de la empresa de suministro eléctrico la institución no paralice sus actividades educativas y hoteleras.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. Moreno. *Luminotecnia: El arte de la correcta iluminación*. Mérida- Venezuela: 2da edición, 2015, pp. 3-346.
- [2] *Comisión Venezolana de Normas Industriales “NORMAS COVENIN 2249-1993: Iluminancia en tareas y áreas de trabajo”* Fondonorma. Caracas. 1.993.
- [3] L, N, Ballester. (2016). Partes de una instalación eléctrica. Mérida- Venezuela. (Consultado, Febrero 2020) [Online]. Disponible en: [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/inelson/materias/instalaciones\\_electricas/tema\\_1/instalacion\\_electrica\\_\\_tema\\_1.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/inelson/materias/instalaciones_electricas/tema_1/instalacion_electrica__tema_1.pdf)
- [4] R, Espinosa & A, Lara. *Sistemas de Distribución*. México, D.F: 1990, pp.56-84.
- [5] Westinghouse Electric Corporation. *Distributions systems*. Pensilvania, Estados Unidos: Volumen 3, 1959, pp. 89-102.
- [6] *Comisión Venezolana de Normas Industriales “NORMAS COVENIN 0200-1999: Código Eléctrico Nacional”* Fondonorma. Caracas. 1.999.
- [7] E, Harper. *Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas*. México, D.F: 1era edición, Limusa, 1994, pp. 452-468.
- [8] L. Hernández (2014). *Planta Electrica*. (Consultado, Febrero 2020) [Online]. Disponible en [https://www.ecured.cu/Planta\\_el%C3%A9ctrica](https://www.ecured.cu/Planta_el%C3%A9ctrica)
- [9] F. Haro. (2020). *Planta de emergencia: tipos y características de estos generadores* (Consultado, Febrero 2020) [Online]. Disponible en: <https://blog.generaclatam.com/planta-de-emergencia>

# ANEXOS

## Anexo n° 1. Luminaria PHILIPS RC132V 1xLED36S/840

### CoreLine Panel G4

Factor de potencia (min.)	0.9
---------------------------	-----

#### Controles y regulación

Regulable	No
-----------	----

#### Mecánicos y de carcasa

Material de la carcasa	Acero
Material del reflector	Acrílico
Material óptico	Poliestireno
Material cubierta óptica/lente	Poliestireno
Material de fijación	-
Acabado cubierta óptica/lente	Ópalo
Longitud global	595 mm
Anchura global	595 mm
Altura global	11 mm
Color	WH
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	11 x 595 x 595 mm (0.4 x 23.4 x 23.4 in)

#### Aprobación y aplicación

Código de protección de entrada	IP20/44 (Protección de los dedos, protección de los cables, protección frente a salpicaduras)
Índice de protección frente a choque mecánico	IK03   IK03

#### Rendimiento inicial (conforme con IEC)

Flujo luminoso inicial	3600 lm
Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%
Eficacia de la luminaria LED inicial	123 lm/W
Corr. inic. de temperatura de color	4000 K
Índice de reproducción cromática	>80
Cromacidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM-43
Potencia de entrada inicial	29 W

Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
----------------------------------	--------

#### Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)

Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 35.000 h	-
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h	L80
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 75.000 h	-
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 100.000 h	-

#### Condiciones de aplicación

Rango de temperatura ambiente	+10 °C a +40 °C
Temperatura ambiente para rendimiento Tq	25 °C
Nivel máximo de regulación	-
Apta para encendidos y apagados aleatorios	No aplicable

#### Datos de producto

Código de producto completo	871016336035500
Nombre de producto del pedido	RC132V G4 LED36S/840 PSU W60L60 NDC
EAN/UPC - Producto	8710163360355
Código de pedido	36035500
Cantidad por paquete	1
Numerador SAP - Paquetes por caja exterior	1
Código 12NC	911401877980
Peso neto (pieza) SAP	2.800 kg



## Anexo n° 2. Luminaria PHILIPS DN145C 1xLED20S/840

	based luminaires" de enero de 2018, estadísticamente no existe una diferencia relevante en el mantenimiento lumínico entre B50 y, por ejemplo, B10. Por lo tanto, el valor de vida útil medio (B50) también es representativo para el valor B10.		
Flujo luminoso constante	No	Índice de protección frente a choque mecánico	IK02 [ IK02]
Número de productos en MCB de 16 A tipo B	13	<b>Rendimiento inicial (conforme con IEC)</b>	
Conforme con EU RoHS	Sí	Flujo lumínico inicial	2100 lm
Índice de deslumbramiento unificado CEN	28	Tolerancia de flujo lumínico	+/-10%
<b>Operativos y eléctricos</b>		Eficacia de la luminaria LED inicial	100 lm/W
Tensión de entrada	220-240 V	Corr. inic. de temperatura de color	4000 K
Frecuencia de entrada	50 o 60 Hz	Índice de reproducción cromática	>90
Corriente de arranque	28,9 A	Cromacidad inicial	(0.38212,0.38031) SDCM<3
Tiempo de irrupción	0.0016 ms	Potencia de entrada inicial	21 W
Factor de potencia (mín.)	0.9	Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
<b>Controles y regulación</b>		<b>Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)</b>	
Regulable	No	Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
<b>Mecánicos y de carcasa</b>		Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h	L70
Material de la carcasa	Aluminio fundido	<b>Condiciones de aplicación</b>	
Material del reflector	-	Rango de temperatura ambiente	0 °C a +35 °C
Material óptico	Polymethyl methacrylate	Temperatura ambiente para rendimiento Tq	25 °C
Material cubierta óptica/lente	Poliestireno	Nivel máximo de regulación	-
Material de fijación	-	Apta para encendidos y apagados aleatorios	Sí
Acabado cubierta óptica/lente	Ópalo	<b>Datos de producto</b>	
Altura global	50 mm	Código de producto completo	871016333954299
Diámetro global	222 mm	Nombre de producto del pedido	DN145C LED20S/840 PSU II WH
Color	Bianco RAL9016	EAN/UPC - Producto	8710163339542
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	50 x NaN x NaN mm (2 x NaN x NaN in)	Código de pedido	33954299
		Cantidad por paquete	1
		Numerador SAP - Paquetes por caja exterior	10
		Código 12NC	911401B06680
		Peso neto (pieza) SAP	1,080 kg

### Anexo n° 3. Luminaria PHILIPS SM134V 1xLED37S/830

	estadísticamente no existe una diferencia relevante en el mantenimiento lumínico entre B50 y, por ejemplo, B10. Por lo tanto, el valor de vida útil medio (B50) también es representativo para el valor B10.		
Flujo luminoso constante	No		
Número de productos en MCB de 16 A tipo B	24		
Conforme con EU RoHS	Sí		
Código de gama de producto	SM134V [Coreline Surface]		
Índice de deslumbramiento unificado CEN	22		
<b>Operativos y eléctricos</b>			
Tensión de entrada	220-240 V		
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz		
Corriente de arranque	8 A		
Tiempo de irrupción	0,06 ms		
Factor de potencia (mín.)	0.9		
<b>Controles y regulación</b>			
Regulable	No		
<b>Mecánicos y de carcasa</b>			
Material de la carcasa	Acero		
Material del reflector	Policarbonato		
Material óptico	PC		
Material cubierta óptica/lente	Policarbonato		
Material de fijación	Acero		
Acabado cubierta óptica/lente	Con textura		
Longitud global	1170 mm		
Anchura global	197 mm		
Altura global	47 mm		
Color	WH		
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	47 x 197 x 1170 mm (1.9 x 7.8 x 46.1 in)		
		Índice de protección frente a choque mecánico	IK02 [IK02]
<b>Rendimiento inicial (conforme con IEC)</b>			
Flujo luminoso inicial		3700 lm	
Tolerancia de flujo lumínico		+/-8%	
Eficacia de la luminaria LED inicial		109 lm/W	
Corr. inic. de temperatura de color		3000 K	
Índice de reproducción cromática		≥80	
Cromacidad inicial		(0.43, 0.40) SDCM <3	
Potencia de entrada inicial		34 W	
Tolerancia de consumo de energía		+/-10%	
<b>Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)</b>			
Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h		5 %	
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h		L75	
<b>Condiciones de aplicación</b>			
Rango de temperatura ambiente		+10 °C a +40 °C	
Temperatura ambiente para rendimiento Tq		25 °C	
Nivel máximo de regulación		-	
Apta para encendidos y apagados aleatorios		Sí	
<b>Datos de producto</b>			
Código de producto completo		871869934853300	
Nombre de producto del pedido		SM134V LED37S/830 PSU W20L120 NOC	
EAN/UPC - Producto		8718699348533	
Código de pedido		34853300	
Cantidad por paquete		1	
Numerador SAP - Paquetes por caja exterior		1	
Código 12NC		910925864812	
Peso neto (pieza) SAP		3,400 kg	

## Anexo n° 4. Luminaria PHILIPS WT120C 1xLED60S/840






Índice de deslumbramiento unificado CEN	25
<b>Operativos y eléctricos</b>	
Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Corriente de arranque	8 A
Tiempo de irrupción	0,060 ms
Factor de potencia (min.)	0,9
<b>Controles y regulación</b>	
Regulable	No
<b>Mecánicos y de carcasa</b>	
Material de la carcasa	Polycarbonato
Material del reflector	Acero
Material óptico	-
Material cubierta óptica/lente	Polycarbonato
Material de fijación	Acero inoxidable
Acabado cubierta óptica/lente	Con textura
Longitud total	1530 mm
Anchura total	87 mm
Altura total	96 mm
Color	GR
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	96 x 87 x 1530 mm (3.8 x 3.4 x 60.2 in)
<b>Aprobación y aplicación</b>	
Código de protección de entrada	IP65 (Protección frente a la penetración de polvo, protección frente a chorros de agua a presión)
Índice de protección frente a choque mecánico	IK08 (IK08)
<b>Rendimiento inicial (conforme con IEC)</b>	
Flujo luminoso inicial	6000 lm

Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%
Eficacia de la luminaria LED inicial	125 lm/W
Índice inic. de temperatura de color	4000 K
Inic. Índice de reproducción del color	≥80
Cromacidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM <3
Potencia de entrada inicial	48 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
<b>Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)</b>	
Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h	L75
<b>Condiciones de aplicación</b>	
Rango de temperatura ambiente	-20 °C a +35 °C
Performance ambient temperature Tq	25 °C
Nivel máximo de regulación	-
Apta para encendidos y apagados aleatorios	Si
<b>Datos de producto</b>	
Código de producto completo	871829184049700
Nombre de producto del pedido	WT120C LED60S/840 PSU L1500
EAN/UPC - Producto	8718291840497
Código de pedido	84049700
Cantidad por paquete	1
Numerador - Paquetes por caja exterior	1
N.º de material (12NC)	910500453339
Peso neto (pieza)	1,820 kg



## Anexo n° 5. Luminaria DN140B 1xLED20S/830

Índice de deslumbramiento unificado CEN	25
<b>Operativos y eléctricos</b>	
Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Consumo de energía CLO inicial	- W
Consumo medio de energía CLO	- W
Consumo de energía CLO final	- W
Corriente de arranque	2,2 A
Tiempo de irrupción	0,045 ms
Factor de potencia (mín.)	0,95
<b>Controles y regulación</b>	
Regulable	No
<b>Mecánicos y de carcasa</b>	
Material de la carcasa	Polycarbonato
Material del reflector	Polycarbonato
Material óptico	PC
Material cubierta óptica/lente	Polycarbonato
Material de fijación	Acero
Acabado cubierta óptica/lente	Mate
Longitud global	0 mm
Anchura global	0 mm
Altura global	108 mm
Diámetro global	216 mm
Color	Bianco RAL 9003
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	108 x 0 x 0 mm (4.3 x 0 x 0 in)
<b>Aprobación y aplicación</b>	
Código de protección de entrada	IP20   Protección de los dedos
Índice de protección frente a choque mecánico	IK02   IK02
<b>Rendimiento inicial (conforme con IEC)</b>	
Flujo lumínico inicial	2200 lm

Tolerancia de flujo lumínico	+/-10%
Eficacia de la luminaria LED inicial	116 lm/W
Corr. inic. de temperatura de color	3000 K
Índice de reproducción cromática	≥80
Cromacidad inicial	(0.435,0.404) SDCM±5
Potencia de entrada inicial	19 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%
<b>Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)</b>	
Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h	L70
<b>Condiciones de aplicación</b>	
Rango de temperatura ambiente	-20 °C a +40 °C
Temperatura ambiente para rendimiento Tq	25 °C
Nivel máximo de regulación	-
Apta para encendidos y apagados aleatorios	Si
<b>Datos de producto</b>	
Código de producto completo	871016332584200
Nombre de producto del pedido	DN140B LED20S/830 PSU WR P16
EAN/UPC - Producto	8710163325842
Código de pedido	32584200
Cantidad por paquete	1
Numeraador SAP - Paquetes por caja exterior	6
Código T2NC	911401631405
Peso neto (pieza) SAP	0,490 kg
    	

## Anexo n° 6. Luminaria PT320T 1xLED17S/827

<b>Comentarios</b>	*-Según el informe guía de Lighting Europe "Evaluating performance of LED based luminaires" de enero de 2018, estadísticamente no existe una diferencia relevante en el mantenimiento lumínico entre B50 y, por ejemplo, B10. Por lo tanto, el valor de vida útil medio (B50) también es representativo para el valor B10.
<b>Flujo luminoso constante</b>	No
<b>Número de productos en MCB de 16 A tipo B</b>	34
<b>Conforme con EU RoHS</b>	Si
<b>Código de gama de producto</b>	PT320T   GSA Pendant Track Mounted
<b>Índice de deslumbramiento unificado CEN</b>	Not applicable
<b>Operativos y eléctricos</b>	
<b>Tensión de entrada</b>	220-240 V
<b>Frecuencia de entrada</b>	50 a 60 Hz
<b>Consumo medio de energía CLO</b>	14.4 W
<b>Corriente de arranque</b>	18.6 A
<b>Tiempo de irrupción</b>	0.240 ms
<b>Factor de potencia (mín.)</b>	0.9
<b>Controles y regulación</b>	
<b>Regulable</b>	No
<b>Mecánicos y de carcasa</b>	
<b>Material de la carcasa</b>	Aluminio
<b>Material del reflector</b>	Polycarbonato revestido de aluminio
<b>Material óptico</b>	PC
<b>Material cubierta óptica/lente</b>	Polimetileno metacrilato
<b>Material de fijación</b>	-
<b>Acabado cubierta óptica/lente</b>	Clara
<b>Altura global</b>	208 mm
<b>Diámetro global</b>	100 mm
<b>Color</b>	WH
<b>Dimensiones (altura x anchura x profundidad)</b>	208 x NaN x NaN mm (8.2 x NaN x NaN in)
<b>Aprobación y aplicación</b>	
<b>Código de protección de entrada</b>	IP20   Protección de los dedos
<b>Índice de protección frente a choque mecánico</b>	IK02   IK02
<b>Rendimiento inicial (conforme con IEC)</b>	
<b>Flujo lumínico inicial</b>	1650 lm
<b>Tolerancia de flujo lumínico</b>	+/-10%
<b>Eficacia de la luminaria LED inicial</b>	114,58333333333333 lm/W
<b>Corr. inic. de temperatura de color</b>	2700 K
<b>Índice de reproducción cromática</b>	≥80
<b>Cromacidad inicial</b>	(0.46, 0.41) SDCM<3
<b>Potencia de entrada inicial</b>	14.4 W
<b>Tolerancia de consumo de energía</b>	+/-10%
<b>Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)</b>	
<b>Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h</b>	5 %
<b>Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h</b>	L80
<b>Condiciones de aplicación</b>	
<b>Rango de temperatura ambiente</b>	+10 °C a +40 °C
<b>Temperatura ambiente para rendimiento Tq</b>	25 °C
<b>Apta para encendidos y apagados aleatorios</b>	Si
<b>Datos de producto</b>	
<b>Código de producto completo</b>	871869939145400
<b>Nombre de producto del pedido</b>	PT320T LED17S/827 PSU MB WH
<b>EAN/UPEC - Producto</b>	8718699391454
<b>Código de pedido</b>	39145400
<b>Cantidad por paquete</b>	1
<b>Numerador SAP - Paquetes por caja exterior</b>	1
<b>Código 12NC</b>	910500465122
<b>Peso neto (pieza) SAP</b>	0.980 kg



## Anexo n° 7. Luminaria BN124C 1xLED60S/830

Corriente de arranque	0,37 A
Tiempo de irrupción	0,06 ms
Factor de potencia (mín.)	0,9

### Controles y regulación

Regulable	No
-----------	----

### Mecánicos y de carcasa

Material de la carcasa	Metal
Material del reflector	-
Material óptico	-
Material cubierta óptica/lente	Polycarbonato
Material de fijación	Stainless steel
Acabado cubierta óptica/lente	Mate
Longitud total	1410 mm
Anchura total	64 mm
Altura total	82 mm
Color	WH
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	82 x 64 x 1410 mm (3.2 x 2.5 x 55.5 in)

### Aprobación y aplicación

Código de protección de entrada	IP20 [ Protección de los dedos]
Índice de protección frente a choque mecánico	IK02 [ IK02]

### Rendimiento inicial (conforme con IEC)

Flujo luminoso inicial	6000 lm
Tolerancia de flujo luminoso	+/-10%
Eficacia de la luminaria LED inicial	100 lm/W

Índice inic. de temperatura de color	3000 K
Inic. Índice de reproducción del color	>80
Cromacidad inicial	(0.44, 0.41) SDCM <5
Potencia de entrada inicial	60 W
Tolerancia de consumo de energía	+/-10%

### Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)

Índice de fallos del equipo de control con una vida útil mediana de 50.000 h	5 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil mediana* de 50.000 h	L70

### Condiciones de aplicación

Rango de temperatura ambiente	0 °C a +35 °C
Performance ambient temperature Tq	25 °C
Apta para encendidos y apagados aleatorios	Si

### Datos de producto

Código de producto completo	871869938002199
Nombre de producto del pedido	BN124C LED60S/830 PSU TW1 L1500
EAN/UPC - Producto	8718699380021
Código de pedido	38002199
Cantidad por paquete	1
Numerador - Paquetes por caja exterior	6
N.º de material (12NC)	910503910282
Peso neto (pieza)	1.970 kg

www.lodigital.ula.ve

## Anexo n° 8. Luminaria LL121X 1xLED100/740

Number of products on MCB of 16 A type	24	<b>Approval and Application</b>	
B		Ingress protection code	IP20 [Finger-protected]
EU RoHS compliant	Yes	Mech. impact protection code	IK02 [0.2 J standard]
Service tag	Yes	<b>Initial Performance (IEC Compliant)</b>	
Product family code	LL121X [CoreLine Trunking]	Initial luminous flux (system flux)	4500 lm
Unified glare rating CEN	Not applicable	Luminous flux tolerance	+/-7%
<b>Light Technical</b>		Initial LED luminaire efficacy	141 lm/W
Light Distribution	Direct lighting	Init. Corr. Color Temperature	4000 K
<b>Operating and Electrical</b>		Init. Color Rendering Index	≥80
Input Voltage	220 to 240 V	Initial chromaticity	(0.38, 0.38) SDCM <3
Input Frequency	50 to 60 Hz	Initial input power	32 W
Control signal voltage	0-16 V DC DALI	Power consumption tolerance	+/-11%
Circuit	-	<b>Over Time Performance (IEC Compliant)</b>	
Circuit option	5 conductors	Control gear failure rate at median useful life	5 %
Inrush current	19 A	life	50000 h
Inrush time	0.28 ms	Lumen maintenance at median useful life* L80	50000 h
Power Factor (Min)	0.95	<b>Application Conditions</b>	
<b>Controls and Dimming</b>		Ambient temperature range	-20 to +35 °C
Dimmable	No	Performance ambient temperature Tq	25 °C
<b>Mechanical and Housing</b>		Suitable for random switching	No
Housing Material	Steel	<b>Product Data</b>	
Reflector material	-	Full product code	871829188177300
Optic material	Acrylate	Order product name	LL121X LED 455/840 1x PSU WB 5 WH
Optical cover/lens material	Acrylate	EAN/UPC - Product	8718291881773
Fixation material	Steel	Order code	910925682920
Optical cover/lens finish	Clear	Numerator - Quantity Per Pack	1
Overall length	1730 mm	Numerator - Packs per outer box	1
Overall width	95 mm	Material Nr. (12NC)	910925682920
Overall height	52 mm	Net Weight (Piece)	3.650 kg
Height	52 mm		
Diameter	-		
Color	White		

## Anexo n° 9. Luminaria BDP100 1xLED100/740

Funcionamiento de emergencia	
Código de la línea de lámparas	LED120 ( LED module (2000 lm))
Color de la fuente de luz	740 blanco neutro
Fuente de luz reemplazable	SI
Cantidad de unidades de equipos	1 unidad
Controlador/unidad de potencia/ transformador	Fuente de alimentación reguladora
Controlador incluido	SI
Tipo de cubierta/lente óptico	Recipiente/cubierta de policarbonato transparente
Ampliación de haz de luz de la luminaria	39° x 96°
Interfaz de control	-
Conexión	Bloque de conexión con tornillos de 5 polos
Cable	Cable de 6,0 m sin enchufe
Clase de protección IEC	Seguridad clase II
Tipo óptico para exterior	Distribución residencial ancha
Salida lumínica constante	No
Cantidad de productos en MCB de 16 A Tipo B)	ID
Cumple con el reglamento RoHS de la UE	SI
Tipo de motor de fuente de luz	LED
Clase de mantenimiento	El luminario de clase A está equipado con piezas reparables (cuando corresponda): tablero de LED, actuador, unidades de control, dispositivo de protección contra sobretensiones, óptica, tapa delantera y partes mecánicas
Código de la línea de productos	BDP100 (TOWNGUIDE PERF FLAT CONE)
Rendimiento inicial (conforme con IEC)	
Relación de rendimiento luminoso ascendente	0
Ángulo de inclinación estándar post-top	0°
Ángulo de inclinación estándar con entrada lateral	-
Mecánicos y de carcasa	
Tensión de entrada	220-240 V
Frecuencia de entrada	50 a 60 Hz
Corriente de inrush	45 A
Tiempo de inrush	0.285 ms
Factor de potencia (mín.)	0.99
Material de fijación	
Material de fijación	Acero
Dispositivo de montaje	Punta del poste para un diámetro de 62 mm
Forma de cubierta/lente óptico	
Forma de cubierta/lente óptico	Ancho
Altura total	
Altura total	209 mm
Diámetro total	
Diámetro total	570 mm
Área proyectada efectiva	
Área proyectada efectiva	0.051 m²
Color	
Color	Gris
Dimensiones (alto x ancho x profundidad)	
Dimensiones (alto x ancho x profundidad)	209 x NaN x NaN mm (8.2 x NaN x NaN in)
Aprobación y aplicación	
Código de protección de ingreso	IP65 ( Protección contra el ingreso de polvo, a prueba de chorro de agua)
Código de protección de impacto mec.	IK10 ( 20 J resistente a vandalismo)
Protección contra sobretensión (común/ diferencial)	La protección contra sobretensión de la luminaria en el nivel de un modo diferencial de 6 kV y 6 kV de modo nominal
Información general	
Flujo luminoso inicial	8400 lm
Tolerancia del flujo luminoso	+/-7%
Eficacia de la luminaria LED inicial	106 lm/W
Temperatura de color correlacionada inic.	4000 K
Índice de reproducción de color inic.	70
Cromaticidad inicial	(0.38, 0.38) SDCM <5
Potencia de entrada inicial	79 W
Tolerancia del consumo de energía	+/-1%
Rendimiento en el tiempo (conforme con IEC)	
Índice de fallos del equipo de control con una vida útil media de 100 000 h	10 %
Mantenimiento lumínico con una vida útil media de 100 000 h	89
Condiciones de aplicación	
Rango de temperatura ambiente	-40 a 135 °C
Temperatura ambiente de rendimiento Tq	25 °C
Nivel de regulación máxima	50%
Datos de producto	
Código del producto completo	87195141288100
Nombre del producto del pedido	BDP100 LED120/740 (I) DRW PCC GR-900 DII)

## Anexo n° 10. Planta Eléctrica Cummins, modelo ACC-300

### AC&CC-300C

#### Engine Specification

Manufacturer / Model:	DCEC Cummins 6LTAAB.9-G2, 4-cycle
Air Intake System:	Turbo Charged, Water/Air Cooling
Fuel System:	P7100 type fuel pump
Cylinder Arrangement:	6 in line
Displacement:	8.9L
Bore and Stroke:	114*145 (mm)
Compression Ratio:	16.0:1
Rated RPM:	1800rpm
Max. Standby Power at Rated RPM:	258KW
Governor Type:	Electronic
Exhaust Gas Flow:	35m <sup>3</sup> /min
Exhaust Temperature:	470°C
Max Back Pressure:	10.1kPa
Max Intake Restriction:	6.2kPa
Burning Capacity:	13m <sup>3</sup> /min
Air Flow:	326m <sup>3</sup> /min
Total Oil Capacity:	24L
Oil Consumption:	≤4g/kwh
Total Coolant Capacity:	41L
Thermostat:	82-93°C
Max Water Temperature:	104°C

#### Alternator Specification

Manufacturer / Model:	AGG K1274K like STAMFORD
Number of Phase:	3
Connecting Type:	3 Phase and 4 Wires, "Y" type connecting
Number of Bearing:	1
Protection Grade:	IP23
Exciter Type:	Brushless, self-exciting
Insulation Class, Temperature Rise:	H/H
Telephone Influence Factor (TIF):	<50
THF:	<2%
Voltage Regulation, Steady State:	±1%
Alternator Capacity:	300KVA
Alternator Efficiencies:	92.8%

## Anexo n° 11. Planta Eléctrica Cummins, modelo ACC-125C

AC&CC-125C	
<b>Engine Specification</b>	
Manufacturer / Model:	DCEC Cummins 6BT5.9-G1, 4-cycle
Air Intake System:	Turbo Charged
Fuel System:	A/AD type fuel pump
Cylinder Arrangement:	6 in line
Displacement:	5.9L
Bore and Stroke:	102*120 (mm)
Compression Ratio:	17.5:1
Rated RPM:	1800rpm
Max. Standby Power at Rated RPM:	127KW
Governor Type:	RSV Mechanical
Exhaust Gas Flow:	18.5m <sup>3</sup> /min
Exhaust Temperature:	565°C
Max Back Pressure:	10kPa
Max Intake Restriction:	6.35kPa
Burning Capacity:	7.1m <sup>3</sup> /min
Air Flow:	174m <sup>3</sup> /min
Total Oil Capacity:	16.4L
Oil Consumption:	≤4g/kwh
Total Coolant Capacity:	27L
Thermostat:	82-95°C
Max Water Temperature:	104°C
<b>Alternator Specification</b>	
Manufacturer / Model:	AGG KI274C like STAMFORD
Number of Phase:	3
Connecting Type:	3 Phase and 4 Wires, "Y" type connecting
Number of Bearing:	1
Protection Grade:	IP23
Exciter Type:	Brushless, self-exciting
Insulation Class, Temperature Rise:	H/H
Telephone Influence Factor (TIF):	<50
THF:	<2%
Voltage Regulation, Steady State:	≤±1%
Alternator Capacity:	125KVA

**Anexo n° 12. Lugar de instalación de la planta eléctrica en la institución**

Anexo n° 13. Tablero de transferencia modelo TCT-7320-4S1000



**TABLERO DE CONTROL Y TRANSFERENCIA**  
**MODELO: TCT-7320-4S**  
**TIPO: SECCIONADOR OTM MOTORIZADO**  
**CAPACIDADES : DE 1000 A 1600 AMPERES**

Equipo Standard	
Panel de Control:	DSE, 7320 MKII
Unidad Básica de Transferencia:	Seccionador OTM motorizado
Cargador de Baterías:	DSE, 9130 5 amps.
Voltajes CA (disponibles):	220/127, 440/254 ó 480/277
Voltajes CD (disponibles):	12 ó 24 Volts

Modelos	Capacidad	Peso
TCT-7320-4S800	800 amperes	145 Kgs
TCT-7320-4S1000	1000 amperes	148 Kgs
TCT-7320-4S1250	1250 amperes	155 Kgs
TCT-7320-4S1600	1600 amperes	160 Kgs



www.bdigital.ula.ve

Anexo n° 14. Seccionador ABB OTM1000E-C

Motor operation, change-over switches 1000-3200 A



Types	OTM1000E_C OTM1250E_C		OTM1600E_C		OTM2000E_C OTM2500E_C OTM3200E_C	
I <sub>th</sub> /A	1000 A	1250 A	1600 A	2000 A	2500 A	3200 A
I <sub>n</sub> /AC-t22A, < 415V	1000 A	1250 A	1600 A	-	-	-
I <sub>n</sub> /AC-21B, < 415V	-	-	-	2000 A	2500 A	3200 A
I <sub>n</sub> /AC-31B, < 415V	1000 A	1250 A	1600 A	-	-	-

## Anexo n° 15. Tablero de transferencia modelo TCT-7320-3S630

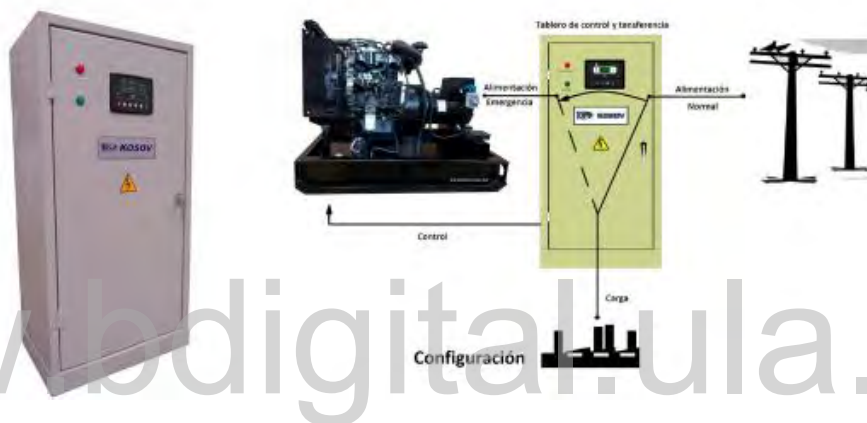


### TABLERO DE CONTROL Y TRANSFERENCIA MODELO: TCT-7320-3S TIPO: SECCIONADOR OTM MOTORIZADO CAPACIDADES : DE 200 A 630 AMPERES

#### Equipo Standard

Panel de Control:	DSE, 7320 MKII
Unidad Básica de Transferencia:	Seccionador OTM motorizado
Cargador de Baterías:	DSE, 9130 5 amps.
Voltajes CA (disponibles):	220/127, 440/254 ó 480/277
Voltajes CD (disponibles):	12 ó 24 Volts

Modelos	Capacidad	Peso
TCT-7320-3S250	250 amperes	90 Kgs
TCT-7320-3S315	315 amperes	94 Kgs
TCT-7320-3S400	400 amperes	94 Kgs
TCT-7320-3S630	630 amperes	98 Kgs



## Anexo n° 16. Seccionador ABB OTM630E-C

Motor operation, change-over switches 160-800 A



Types	OTM160E_C OTM200E_C OTM250E_C			OTM160E_WC OTM200E_WC OTM250E_WC			OTM315E_C OTM400E_C		OTM630E_C OTM800E_C	
I <sub>th</sub>	160 A	200 A	250 A	160 A	200 A	250 A	315 A	400 A	630 A	800 A
I <sub>e</sub> /AC-22A, < 415V	160 A	200 A	250 A	160 A	200 A	250 A	315 A	400 A	630 A	800 A
I <sub>e</sub> /AC-23A, < 415V	160 A	200 A	250 A	160 A	200 A	250 A	315 A	400 A	630 A	800 A
I <sub>e</sub> /AC-31B, < 415V	160 A	200 A	250 A	160 A	200 A	250 A	315 A	400 A	650 A	720 A