



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

---

---

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LÓPEZ MATEOS" ZACATENCO

**"DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE  
ALUMBRADO DE UNA CLÍNICA MÉDICA"**

# TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

PRESENTAN:

**ERICK JESUS DURAN VELAZQUEZ**

**GILBERTO TORRES ALVARADO**

ASESORES:

**DR. DAVID HERNÁNDEZ LEDESMA**

**DR. EVERARDO LÓPEZ SIERRA**



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2023

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**T E M A D E T E S I S**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN  
DEBERÁ (N) DESARROLLAR**

**INGENIERO ELECTRICISTA  
TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL  
C. ERICK JESUS DURAN VELAZQUEZ  
C. GILBERTO TORRES ALVARADO**

**“DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE UNA CLÍNICA  
MÉDICA”**

DESARROLLAR EL DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO EN UNA CLÍNICA MÉDICA UBICADA EN LOS REYES LA PAZ ESTADO DE MÉXICO PARA DETECTAR LAS OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN Y USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

- ❖ **CONCEPTOS BÁSICOS DEL DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA EN UN SISTEMA DE ALUMBRADO**
- ❖ **METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO**
- ❖ **ESTUDIO TÉCNICO**
- ❖ **ESTUDIO ECONÓMICO**

**CIUDAD DE MÉXICO, A 13 DE FEBRERO 2023**

**ASESORES**

**DR. DAVID HERNÁNDEZ LEDESMA**

**DR. EVERARDO LOPEZ SIERRA**

**M. EN C. TELESFORO TRUJILLO SOTILLO  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



## Autorización de uso de obra

**Instituto Politécnico Nacional**

**P r e s e n t e**

Bajo protesta de decir verdad los que suscriben **ERICK JESUS DURAN VELAZQUEZ Y GILBERTO TORRES ALVARADO**, manifestamos ser autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **“DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA DEL SISTEMA DE ALUMBRADO DE UNA CLÍNICA MÉDICA”**, en adelante **“La Tesis”** y de la cual se adjunta copia, Impresa y en un CD, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgamos al **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**, en adelante **El IPN**, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales o en cualquier otro medio; para apoyar futuros trabajos relacionados con el tema de **“La Tesis”** por un periodo de **cincuenta años** contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a **El IPN** de su terminación.

En virtud de lo anterior, **El IPN** deberá reconocer en todo momento nuestra calidad de autores de **“La Tesis”**.

Adicionalmente, y en nuestra calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales de **“La Tesis”**, manifestamos que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por los suscritos respecto de **“La Tesis”**, por lo que deslindamos de toda responsabilidad a **El IPN** en caso de que el contenido de **“La Tesis”** o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumimos las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México., a 15 de mayo de 2023.

**Atentamente**

  
ERICK JESUS DURAN VELAZQUEZ

  
GILBERTO TORRES ALVARADO

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **ERICK JESÚS DURÁN VELÁZQUEZ.**

A Dios.

Por poner en mi camino todas las personas maravillosas que me ayudaron a ser una mejor persona, porque nunca me faltó alimento ni techo y a pesar de las adversidades me mostraste el camino para seguir adelante.

A mi madre Karla Velázquez.

Por todo el amor y protección que me ha dado desde antes de nacer, gracias por sacarme adelante, tenerme paciencia y confiar en mí, te agradezco ser mi sustento emocional y económico a pesar de las dificultades. Gracias por enseñarme a ser una buena persona.

A mis abuelos Carlos Velázquez y Lucina Flores QPD.

Gracias por ser mis segundos padres, por criarme y educarme de niño y adolescente, donde sea que estén les agradezco todas las lecciones y alegrías que me dieron, sin ustedes no sería el hombre que soy.

A toda mi familia.

Gracias a toda mi familia, primos, tíos, pero en especial a mi tío Jorge Velázquez, has sido junto con mi abuelo mi figura paterna desde que tengo memoria, me has inspirado a seguir tus pasos de convertirme en un profesionista. Gracias a Jorge Alexis, Katia Geraldine y Gerardo de Jesús que son mis primos, pero son como hermanos de toda la vida para mí.

A Jacqueline Esmeralda Botello.

Por enseñarme a amar y haberme dado todo el apoyo y cariño del mundo en su momento, por haber sido pieza esencial en mi vida y desarrollo personal. Por todas las risas, momentos agradables, hacerme más fuerte y haberme hecho muy feliz. Gracias.

A María Angélica Delgado.

Por acompañarme en todos estos años en el IPN, por haberme dado amor y consuelo cuando más lo necesitaba. Por haber sido mi compañera de vida y ahora brindarme amistad incondicional siempre.

A mis Profesores.

A todos mis maestros por formarme a lo largo de la vida, desde el maestro Antonio en la primaria por contagiarme el amor al conocimiento , Jerónimo Miguel en la secundaria por enseñarme mis primeros conocimientos en electricidad, Miguel Ángel, Miranda y Ruperto en la vocacional por formarme como técnico en sistemas de control, hasta mis Profesores de ESIME que me han forjado como Ingeniero, gracias Profesor Manuel Zepeda, Maestra Mercedes, Ingeniero Reyes Valencia, Doctor David Ledesma, Doctor Hugo y sobre todo gracias Ingeniero Rubén Navarro Bustos que en paz descanse, sus enseñanzas en Máquinas eléctricas e instalaciones eléctricas es algo que jamás olvidaré y sobre todo gracias por ser un gran amigo y mentor, igualmente gracias Ingeniero Luciano Carrera que en paz descanse, le agradezco siempre haber creído en mí.

A mis amigos.

Gracias a los amigos que he tenido a lo largo de toda la vida, gracias a Luis Enrique por su amistad leal desde la vocacional, Brian Sergio y Nataly por ser de las personas en las que sé que puedo confiar, Jonathan Iván y Christopher Reyes que no solo son mis amigos, han sido mis maestros siempre que tenía dificultades en las materias y gracias Gilberto Torres por ser mi mejor amigo, compañero de tesis, gracias por apoyarme y escucharme siempre. Muchas gracias.

Al Instituto Politécnico Nacional.

Por ser mi segunda casa y familia desde 2014 en CECyT 1 y ahora en ESIME Zacatenco, gracias por todos los amigos, profesores, conocimientos, alegrías, tristezas y recuerdos felices de estos años. Gracias.

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **GILBERTO TORRES ALVARADO.**

A Dios

Por haberme dado la fortaleza de haber llegado hasta este punto de mi vida, por haberme dado a los mejores padres que pudo darme y haberme puesto en el mejor hogar que pudo haber encontrado.

A mis padres Concepción Alvarado y Gilberto Torres Dorantes.

Por haberme permitido ser a su vida y haberme dado la mejor educación que un padre le puede dar a su hijo, por haberme dado el apoyo necesario para llegar a donde estoy el día de hoy, por haberme dado la motivación, el apoyo y los consejos que siempre necesite para poder continuar, por escuchar mis problemas y preocuparse por ellos.

A mis hermanos, Jeniffer J. Torres y Emmanuel A. Torres.

Por haber sido mi compañía y confidentes desde el principio hasta el final, por compartir conmigo sus alegrías y logros, por estar para mi en los momentos difíciles y siempre ayudarme a ver el lado bueno.

A Jael T. Jiménez.

Por estar para mi desde el inicio y no permitirme rendirme, por ser constante en recordarme que yo podría, por las noches de desvelo acompañándonos mientras hacíamos nuestras tareas, por la motivación y por siempre tener la disposición de ayudarme a que los ratos difíciles sean más a menos.

A J. Andres Reyes y Ricardo A. Reyes.

Por permitirme ser parte de sus días de maneras muy simples pero muy significativas para mí, por escucharme en mis malos ratos y compartir los buenos momentos acompañados de muchas carcajadas.

A Alan J. Torres, Erick Duran, Daniel Uribe, Jessica J. Salazar y Jonathan I. Huerta.

Por ser los mejores amigos que un politécnico ha podido tener, desde el primer día hasta aquel último que pasamos en las canchas, por haber confiado en mi y por ser parte importante en que el día de hoy sea el ingeniero que hoy soy, por compartir tanto sus conocimientos como sus ratos libres.

A Rubén Navarro Bustos, Nicolas Rodríguez Pereyra y José Luciano Carrera.

Por que a pesar de que al día de hoy ya no nos acompañan, sus enseñanzas siempre lo harán, por enseñarme que, para ser un buen ingeniero, primero hay que

ser una buena persona, por demostrarme que no todo el conocimiento que se necesita en esta vida se encuentra en los libros y por demostrarme que un maestro si puede ser tu amigo.

## INDICES

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>I</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>II</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>III</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>IV</b>
Objetivo General .....	IV
Objetivos Específicos.....	IV
<b>ALCANCE</b> .....	<b>V</b>
<b>CAPÍTULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS DEL DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA EN UN SISTEMA DE ALUMBRADO</b> .....	<b>1</b>
1.1    Diagnóstico.....	3
1.1.2 Diagnóstico Nivel Uno .....	3
1.1.3 Diagnóstico Nivel Dos.....	4
1.1.4    Diagnóstico Nivel Tres.....	4
1.2.1    Eficiencia.....	5
1.2.2    Eficacia.....	5
1.2.3 Uso Eficiente de la Energía Eléctrica .....	6
1.3    Sistema de Alumbrado .....	6
1.3.1    Elementos de un Sistema de Alumbrado .....	7
1.4    Energía Eléctrica.....	11
1.4.1    Unidades Básicas de la Electricidad .....	12
1.5 Diagnostico Energético en el Sistema de Salud .....	13
1.6 Información Requerida para el Diagnostico Energético .....	13
1.7 Equipo de Medición .....	17
1.8 Tarifas Eléctricas.....	18
1.9 Clínica Médica .....	18
<b>CAPÍTULO 2                  METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO</b> .....	<b>19</b>
2.1 Trabajos Previos de Gabinete .....	21
2.2 Consumo de Energía de Sistemas de Iluminación.....	24
2.3 Análisis de la Información .....	25
2.3.1 Análisis de la Facturación de Energía Eléctrica .....	26
2.3.2. Estudio del Censo de Iluminación .....	26



2.4 Evaluación de los Niveles de Iluminación .....	27
2.5 Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado .....	29
2.7 Evaluación de Medidas de Ahorro de Energía y Eficiencia .....	30
2.8 Método de la Cavidad de Zona .....	30
2.9 Cálculo de Iluminación en Interiores.....	31
2.10 DIALux Evo.....	33
2.11 Circuitos Derivados Para Alumbrado .....	33
2.12 Evaluación Técnica y Económica .....	36
2.13 Informe Final del Diagnóstico del Uso Eficiente de la Energía.....	36
<b>CAPÍTULO 3 ESTUDIO TÉCNICO.....</b>	<b>37</b>
3.1 Levantamiento .....	39
3.1.1 Zonificación de áreas.....	40
3.2 Censo del Sistema de Iluminación.....	44
3.3 Análisis de la Recopilación de Datos .....	48
3.4 Evaluación del DPEA y Nivel de Iluminación de cada Zona .....	49
3.5 Evaluación del Nivel de Iluminación de Cada Zona.....	50
3.6 Evaluación del DPEA de Cada Zona .....	57
3.7 Propuesta 1 .....	59
3.7.1 Propuesta 1 Consultorio 1.....	60
3.7.2 Sistema de iluminación de clínica propuesta 1 .....	66
3.7.3 Sistema de iluminación de clínica propuesta 2 .....	87
3.7.4 Sistema de iluminación de clínica propuesta 3 .....	106
3.8 Cálculo de Circuitos Derivados de Alumbrado .....	125
3.8.1 Circuito Derivado Crítico C1 .....	127
3.8.2 Circuitos Derivados para Alumbrado de la Clínica .....	130
3.8.3 Alimentador de alumbrado .....	134
3.8.4 Cuadro de Cargas y Diagrama Unifilar Propuesta 1 .....	137
3.8.5 Cuadro de Cargas y Diagrama Unifilar Propuesta 2 .....	140
3.8.6 Cuadro de Cargas y Diagrama Unifilar Propuesta 3 .....	145
3.9 Simulación de la Propuestas en el Software DialUX EVO .....	148
3.10 Comparación del sistema original y las tres propuestas.....	174
<b>CAPÍTULO 4 ESTUDIO ECONÓMICO.....</b>	<b>175</b>
4.1 Costo de Luminarias de Cada Propuesta.....	176

4.2 Consumo Eléctrico de Cada Propuesta .....	184
4.3 Costo de Energía Eléctrica .....	191
4.4 Costo de Instalación y Reemplazo de Luminarias .....	192
4.5 Costo de Material y Equipo Eléctrico .....	205
4.6 Costo del Diagnostico.....	207
4.6 Costo Beneficio.....	208
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>210</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>211</b>
GLOSARIO DE TERMINOS .....	225
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>227</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.1 Ejemplos de Luminarias</i> .....	7
<i>Figura 1.2 Tipos de lámparas</i> .....	8
<i>Figura 1.3 Lámpara incandescente</i> .....	8
<i>Figura 1.4 Lámpara Fluorescente</i> .....	9
<i>Figura 1.5 Ejemplos de lámparas LED</i> .....	10
<i>Figura 1.6 Modelos de lámpara incandescente halógena</i> .....	10
<i>Figura 1.7 Forma gráfica de la Corriente Alterna y la corriente Directa</i> .....	11
<i>Figura 1.8 Ejemplo de plano arquitectónico</i> .....	14
<i>Figura 1.9 Ejemplo de plano eléctrico</i> .....	15
<i>Figura 1.10 Ejemplo de Diagrama Unifilar</i> .....	16
<i>Figura 2.1 Pasos a seguir para el Diagnóstico</i> .....	20
<i>Figura 2.1 Pasos a seguir para el Diagnóstico (Continuación)</i> .....	21
<i>Figura 2.2 Cavidades en una zona</i> .....	30
<i>Figura 2.2 Diagrama Unifilar para áreas de atención limitada</i> .....	35
<i>Figura 3.1 Gráfica de consumo histórico de la clínica de Agosto de 2019 a Agosto 2021</i> .....	40
<i>Figura 3.2 Plano arquitectónico planta baja</i> .....	42
<i>Figura 3.3 Plano arquitectónico de la primera planta</i> .....	43
<i>Figura 3.4 Formato de datos del tablero de alumbrado</i> .....	44
<i>Figura 3.5 Fotografía del interruptor de alumbrado actual de la clínica</i> .....	45
<i>Figura 3.6 Luminaria incandescente instalada</i> .....	45
<i>Figura 3.7 Luminaria fluorescente instalada</i> .....	46
<i>Figura 3.8 Curva fotométrica del luminario</i> .....	61
<i>Figura 3.9 Curva de degradación por suciedad del luminario</i> .....	63
<i>Figura 3.10 Distribución de luminarias para Consultorio 1 de la propuesta 1</i> .....	65
<i>Figura 3.11 Curva de degradación por suciedad del luminario categoría I</i> .....	75
<i>Figura 3.12 Curva de degradación por suciedad del luminario categoría II</i> .....	76
<i>Figura 3.13 Curva de degradación por suciedad del luminario categoría III</i> .....	76
<i>Figura 3.14 Curva de degradación por suciedad del luminario categoría IV</i> .....	77
<i>Figura 3.15 Curva de degradación por suciedad del luminario categoría V</i> .....	77
<i>Figura 3.16 Curva de degradación por suciedad del luminario categoría VI</i> .....	78
<i>Figura 3.17 Plano de distribución de luminarias en la planta baja propuesta 1</i> .....	85
<i>Figura 3.18 Plano de distribución de luminarias en el primer piso propuesta 1</i> .....	86
<i>Figura 3.19 Plano de distribución de luminarias planta baja propuesta 2</i> .....	104

<b>Figura 3.20 Plano de distribución de luminarias primer piso propuesta 2</b> .....	105
<b>Figura 3.21 Plano de distribución de luminarias planta baja propuesta 3</b> .....	123
<b>Figura 3.22 Plano de distribución de luminarias planta baja propuesta 3</b> .....	124
<b>Figura 3.23 Diagrama unifilar propuesta 1</b> .....	140
<b>Figura 3.24 Diagrama unifilar de propuesta 2</b> .....	144
<b>Figura 3.25 Diagrama unifilar de propuesta 3</b> .....	148
<b>Figura 3.26 Vista aérea de la planta baja de la clínica en el Software DiaLUX EVO propuesta 1</b> .....	149
<b>Figura 3.27 Vista aerea de la primera planta de la clinica con luminarias activas en el softaware DIALux Evo propuesta 1</b> .....	150
<b>Figura 3.28 Vista de consultorio 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	151
<b>Figura 3.29 Vista de consultorio 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	151
<b>Figura 3.30 Vista de la sala de espera con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	152
<b>Figura 3.31 Vista del área de signos vitales con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	152
<b>Figura 3.32 Vista del área de farmacia con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	153
<b>Figura 3.33 Vista del baño 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	153
<b>Figura 3.34 Vista del área de quirófano con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	154
<b>Figura 3.35 Vista de la habitación 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	154
<b>Figura 3.36 Vista de la habitación 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	155
<b>Figura 3.37 Vista del almacen con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	155
<b>Figura 3.38 Vista del cuarto de ropa con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	156
<b>Figura 3.39 Vista del baño con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	156
<b>Figura 3.40 Vista aerea de la primer planta de la clinica con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas</b> .....	157
<b>Figura 3.40 Vista aerea de la primera planta de la clinica con luminarias activas en el softaware DIALux Evo propuesta 2</b> .....	158

<b>Figura 3.41 Vista de consultorio 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	159
<b>Figura 3.42 Vista de consultorio 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.</b> .....	159
<b>Figura 3.43 Vista de la sala de espera con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	160
<b>Figura 3.44 Vista del área de signos vitales con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.</b> .....	160
<b>Figura 3.45 Vista del área de farmacia con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.</b> .....	161
<b>Figura 3.46 Vista del baño 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.</b> .....	161
<b>Figura 3.47 Vista del área de quirófano con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	162
<b>Figura 3.48 Vista de la habitación 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	162
<b>Figura 3.49 Vista de la habitación 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.</b> .....	163
<b>Figura 3.50 Vista del almacén con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	163
<b>Figura 3.51 Vista del cuarto de ropa con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	164
<b>Figura 3.52 Vista del baño con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	164
<b>Figura 3.53 Vista aérea de la primer planta de la clinica con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas</b> .....	165
<b>Figura 3.54 Vista aérea de la primera planta de la clinica con luminarias activas en el softaware DIALux Evo propuesta 3</b> .....	166
<b>Figura 3.55 Vista de consultorio 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.</b> .....	167
<b>Figura 3.56 Vista de consultorio 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.</b> .....	167
<b>Figura 3.57 Vista de la sala de espera con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas</b> .....	168
<b>Figura 3.58 Vista del área de signos vitales con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.</b> .....	168
<b>Figura 3.59 Vista del área de farmacia con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.</b> .....	169
<b>Figura 3.60 Vista del baño 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.</b> .....	169

<b>Figura 3.61 Vista del área de quirófano con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas .....</b>	<b>170</b>
<b>Figura 3.62 Vista de la habitación 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas .....</b>	<b>170</b>
<b>Figura 3.63 Vista de la habitación 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas .....</b>	<b>171</b>
<b>Figura 3.64 Vista del almacén con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas .....</b>	<b>171</b>
<b>Figura 3.65 Vista del cuarto de ropa con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas .....</b>	<b>172</b>
<b>Figura 3.66 Vista del baño con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas .....</b>	<b>172</b>
<b>Figura 3.67 Vista aérea de la primer planta de la clínica con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas .....</b>	<b>173</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Tarifa 1 tipos de consumos kilowatts hora.....	18
Tabla 2.1	<i>Relación de índices eléctricos de la facturación</i> .....	26
Tabla 2.2	<i>Formato de relación de índices eléctricos de alumbrado</i> .....	27
Tabla 2.3	<i>Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición</i> .....	28
Tabla 3.1	Datos históricos de facturación eléctrica de la clínica. ....	39
Tabla 3.2	Zonificación de la clínica .....	40
Tabla 3.2	Zonificación de la clínica .....	41
Tabla 3.3	Censo de equipos de alumbrado.....	46
Tabla 3.3	Censo de equipos de alumbrado.....	47
Tabla 3.3	<i>Continuación del Censo de equipos de alumbrado</i> .....	47
Tabla 3.3	<i>Continuación del Censo de equipos de alumbrado</i> .....	48
Tabla 3.4	Relación de índices eléctricos de facturación.....	49
Tabla 3.5	Datos eléctricos de alumbrado.....	49
Tabla 3.6	Cálculo de índice de área y número de zonas a evaluar.....	50
Tabla 3.6	<i>Cálculo de índice de área y número de zonas a evaluar (Continuación)</i> ..	51
Tablas 3.7	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en consultorio 1 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en pasillo .....	52
Tablas 3.8	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en signos vitales b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en consultorio 2 .....	52
Tabla 3.9	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en Farmacia b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en baño 1 .....	52
Tabla 3.10	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en baño 2 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 1 .....	53
Tabla 3.11	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 2 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 3 .....	53
Tabla 3.12	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 4 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en escaleras .....	53
Tabla 3.13	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en el Quirófano b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera de quirófano .....	54
Tabla 3.14	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera de habitaciones b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en pasillo 2.....	54
Tabla 3.15	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en baño 3 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sección 1 de almacén .....	54
Tabla 3.16	a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sección 2 de almacén b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en cuarto de ropa.....	55

Tabla 3.17 a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en habitación 1 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en habitación 2 .....	55
Tabla 3.18 <i>Análisis de los niveles de iluminación medidos</i> .....	56
Tabla 3.18 <i>Análisis de los niveles de iluminación medidos (continuación)</i> .....	57
Tabla 3.19 <i>Evaluación del DPEA por zona</i> .....	58
Tabla 3.19 <i>Evaluación del DPEA por zona (Continuación)</i> .....	59
Tabla 3.20 <i>Candelas a 0° de la luminaria</i> .....	61
Tabla 3.21 <i>Coeficientes de utilización</i> .....	62
Tabla 3.22 <i>Intensidad luminosa para cada zona propuesta 1 (continuación)</i> .....	67
Tabla 3.23 <i>Datos de luminarias seleccionadas zona propuesta 1</i> .....	68
Tabla 3.24 <i>Luminarias seleccionadas por zona propuesta 1</i> .....	69
Tabla 3.24 <i>Luminarias seleccionadas por zona propuesta 1</i> .....	70
Tabla 3.25 <i>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 1</i> 71	
Tabla 3.25 <i>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 1 (continuación)</i> .....	72
Tabla 3.26 <i>Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 1</i> .....	72
Tabla 3.26 <i>Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 1</i> .....	73
Tabla 3.27 <i>Coeficiente de utilización interpolado</i> .....	74
Tabla 3.27 <i>Coeficiente de utilización interpolado (Continuación)</i> .....	75
Tabla 3.28 <i>Factor de mantenimiento propuesta 1</i> .....	79
Tabla 3.29 <i>Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 1</i> .....	80
Tabla 3.29 <i>Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 1 (Continuación)</i> .....	81
Tabla 3.30 <i>Espaciamiento por zona propuesta 1</i> .....	82
Tabla 3.31 <i>Distribución de luminarias</i> .....	83
Tabla 3.31 <i>Distribución de luminarias (Continuación)</i> .....	84
Tabla 3.32 <i>Intensidad luminosa para cada zona propuesta 2</i> .....	88
Tabla 3.33 <i>Datos de luminarias seleccionadas propuesta 2</i> .....	89
Tabla 3.34 <i>Luminarias seleccionadas por zona propuesta 2</i> .....	90
Tabla 3.34 <i>Luminarias seleccionadas por zona propuesta 2</i> .....	91
Tabla 3.35 <i>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 2</i> 92	
Tabla 3.35 <i>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 2 (Continuación)</i> .....	93
Tabla 3.36 <i>Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 2</i> .....	93
Tabla 3.36 <i>Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 2 (Continuación)</i> 94	
Tabla 3.37 <i>Coeficiente de utilización interpolado</i> .....	95



Tabla 3.38 <i>Factor de mantenimiento propuesta 2</i> .....	97
Tabla 3.39 <i>Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 2</i> .....	98
Tabla 3.39 <i>Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 2 (Continuación)</i> .....	99
Tabla 3.40 <i>Espaciamiento por zona propuesta 2</i> .....	100
Tabla 3.40 <i>Espaciamiento por zona propuesta 2 (Continuación)</i> .....	101
Tabla 3.41 <i>Distribución de luminarias</i> .....	102
Tabla 3.41 <i>Distribución de luminarias (Continuación)</i> .....	103
Tabla 3.42 <i>Intensidad luminosa para cada zona propuesta 3</i> .....	106
Tabla 3.42 <i>Intensidad luminosa para cada zona propuesta 3 (Continuación)</i> .....	107
Tabla 3.43 <i>Datos de luminarias seleccionadas propuesta 3</i> .....	108
Tabla 3.44 <i>Luminarias seleccionadas por zona propuesta 3</i> .....	109
Tabla 3.44 <i>Luminarias seleccionadas por zona propuesta 3</i> .....	110
Tabla 3.45 <i>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 3</i> .....	111
Tabla 3.45 <i>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 3 (Continuación)</i> .....	112
Tabla 3.46 <i>Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 3</i> .....	112
Tabla 3.46 <i>Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 3</i> .....	113
Tabla 3.47 <i>Coeficiente de utilización interpolado</i> .....	114
Tabla 3.47 <i>Coeficiente de utilización interpolado (Continuación)</i> .....	115
Tabla 3.48 <i>Factor de mantenimiento propuesta 3</i> .....	116
Tabla 3.48 <i>Factor de mantenimiento propuesta 3 (Continuación)</i> .....	117
Tabla 3.49 <i>Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 3</i> .....	118
Tabla 3.50 <i>Espaciamiento por zona propuesta 3</i> .....	119
Tabla 3.50 <i>Espaciamiento por zona propuesta 3 (Continuación)</i> .....	120
Tabla 3.51 <i>Distribución de luminarias</i> .....	121
Tabla 3.51 <i>Distribución de luminarias (Continuación)</i> .....	122
Tabla 3.52 <i>Circuitos derivados por zona de la clínica</i> .....	126
Tabla 3.53 <i>Resultados del cálculo de corriente para cada circuito derivado</i> .....	130
Tabla 3.54 <i>Selección del conductor y protección para cada circuito derivado</i> .....	131
Tabla 3.55 <i>Selección del conductor de puesta a tierra y tamaño de tubería</i> .....	132
Tabla 3.56 <i>Cálculo de resistencia y reactancia de conductores</i> .....	133
Tabla 3.57 <i>Cálculo de caída de tensión</i> .....	133
Tabla 3.58 <i>Código de colores de cables</i> .....	134
Tabla 3.59 <i>Cuadro de cargas de propuesta 1</i> .....	137

Tabla 3.60 Cuadro de cargas de propuesta 1 .....	137
Tabla 3.61 Cuadro de cargas de propuesta 1 .....	138
Tabla 3.62 Cálculo de caída de tensión propuesta 1 .....	139
Tabla 3.63 Cuadro de cargas de propuesta 2 .....	141
Tabla 3.64 Cuadro de cargas de propuesta 2 .....	141
Tabla 3.65 Cuadro de cargas de propuesta 2 .....	142
Tabla 3.66 Cálculo de caída de tensión propuesta 2 .....	143
Tabla 3.67 Cuadro de cargas de propuesta 3 .....	145
Tabla 3.68 Cuadro de cargas de propuesta 3 .....	145
Tabla 3.69 Cuadro de cargas de propuesta 3 .....	146
Tabla 3.70 Cálculo de caída de tensión propuesta 3 .....	147
Tabla 3.71 Tabla comparativa de las tres propuestas y el sistema actual .....	174
Tabla 4.1 Precio de luminarias de la Propuesta 1 .....	177
Tabla 4.2 Precio de luminarias de la Propuesta 1 sin IVA .....	178
Tabla 4.3 Precio de luminarias de la Propuesta 2 .....	179
Tabla 4.4 Precio de luminarias de la Propuesta 2 sin IVA .....	180
Tabla 4.5 Precio de luminarias de la Propuesta 3 .....	181
Tabla 4.6 Precio de luminarias de la Propuesta 3 sin IVA .....	182
Figura 4.1 Precio en MXN de luminarias de cada Propuesta con IVA incluido .....	183
Tabla 4.4 Consumo y DPEA de la Propuesta 1 .....	185
Tabla 4.4 Consumo y DPEA de la Propuesta 1 continuación .....	186
Tabla 4.5 Consumo y DPEA de la Propuesta 2 .....	187
Tabla 4.5 Consumo y DPEA de la Propuesta 2 (Continuación) .....	188
Tabla 4.6 Consumo y DPEA de la Propuesta 3 .....	189
Tabla 4.6 Consumo y DPEA de la Propuesta 3 .....	190
Figura 4.1 Precio en MXN del kWh PDBT Nota: (CFE, 2022) .....	191
Tabla 4.7 Costo económico de Energía Eléctrica por propuesta de iluminación... ..	192
Tabla 4.8 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1 .....	193
Tabla 4.8 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1 .....	194
Tabla 4.9 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1 .....	195
Tabla 4.9 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1 .....	196
Tabla 4.10 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2 .....	197
Tabla 4.10 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2 .....	198
Tabla 4.11 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2 .....	199
Tabla 4.11 Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2 .....	200

<b>Tabla 4.12 <i>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</i>.....</b>	<b>201</b>
<b>Tabla 4.12 <i>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</i>.....</b>	<b>202</b>
<b>Tabla 4.13 <i>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</i>.....</b>	<b>203</b>
<b>Tabla 4.13 <i>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</i>.....</b>	<b>204</b>
<b>Tabla 4.14 <i>Precio de Material y Equipo Eléctrico Continuación</i>.....</b>	<b>205</b>
<b>Tabla 4.14 <i>Precio de Material y Equipo Eléctrico Continuación</i>.....</b>	<b>206</b>
<b>Tabla 4.15 <i>Costo del Diagnóstico</i>.....</b>	<b>207</b>
<b>Tabla 4.16 <i>Ganancias de la Clínica en un mes</i> .....</b>	<b>208</b>
<b>Tabla 4.17 <i>Recuperación de inversión de cada propuesta</i>.....</b>	<b>209</b>

## INTRODUCCIÓN

Una clínica privada ubicada en los Reyes La Paz Estado de México, ha presentado un incremento en su facturación bimestral de energía eléctrica.

Sumando el hecho de que no existe un buen nivel de visibilidad en la misma, por ende, para encontrar una solución a esta problemática, se realizó un diagnóstico de eficiencia del sistema de alumbrado, para de este modo encontrar los inconvenientes específicos de eficiencia energética y luminosa en dicho sistema.

El diagnóstico consistió en un levantamiento del inmueble que fue representado en un plano para así poder zonificar el área, se analizó la facturación eléctrica del lugar y posteriormente se estudió el sistema de alumbrado desde el tablero de alumbrado verificando si cumple con la NOM-001-SEDE-2012, medir los niveles de iluminación para comprobar si el sistema cumple con la NOM-025-STPS-2008 y con un censo de equipos de alumbrado, desarrollar un estudio de DPEA base a la NOM-007-ENER-2014.

Posteriormente se desarrollaron tres propuestas de mejora, cada propuesta consiste en un rediseño del sistema de alumbrado que cumpla con el DPEA estipulado en la NOM-007-ENER-2014, los circuitos como lo indica la NOM-001-SEDE-2012 y los niveles de iluminación establecidos NOM.025-STPS-2008 y la S.M.I.I.

Finalmente se realizó un estudio de costo beneficio para determinar cuál propuesta es más conveniente.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En una Clínica médica privada ubicada en los Reyes La Paz Estado de México ha reportado un incremento en su facturación eléctrica bimestral, además de bajos niveles de iluminación que dificulta el desarrollo de las tareas diarias de dicha clínica.

La instalación eléctrica del sistema de alumbrado se realizó hace más de una década por lo cual muestra deficiencias, por lo que no es un sistema que brinde seguridad a sus usuarios.

La clínica cuenta con zonas sin iluminar y áreas con luminarios deficientes y obsoletas.

Por lo que se busca detectar las zonas más importantes que tengan deficiencias en el sistema de alumbrado actual y diseñar una nueva propuesta que brinde seguridad, ahorro de energía, un nivel de iluminación que cumpla con la NOM-001-SEDE-2012, NOM-007-SENER-2014 y NOM-025-STPS-2008.

## **JUSTIFICACIÓN**

En este proyecto de ingeniería se desarrollará la propuesta de la mejora del sistema de iluminación de una clínica médica, ubicada en los Reyes La paz en el Estado de México.

Mediante un diagnóstico de eficiencia se obtendrá la información necesaria para seleccionar las luminarias y elementos que conforman los circuitos derivados, apegándonos a la NOM 025 STPS 2008, NOM 007 ENER 2014, NOM 001 SEDE 2012 y Sociedad Mexicana de Ingeniería en iluminación

Para así poder tener una mejora en el nivel de iluminación, mayor sensación de confort en los trabajadores y pacientes, reduciendo la incidencia de accidentes y bajar consumo de energía eléctrica, derivando con ello la baja de facturación.

# **OBJETIVOS**

## **Objetivo General**

Desarrollar el diagnóstico de eficiencia del sistema de alumbrado en una clínica médica ubicada en los Reyes La Paz Estado de México para detectar las oportunidades de mejora en los niveles de iluminación y uso eficiente de la energía eléctrica.

## **Objetivos Específicos**

- 1) Realizar un levantamiento arquitectónico y eléctrico de la clínica para conocer la situación actual del sistema de iluminación y recopilar datos del inmueble necesarios para el Diagnóstico y rediseño del sistema de alumbrado.
- 2) Llevar a cabo el análisis de la facturación eléctrica de la clínica con la finalidad de conocer el impacto del consumo de las luminarias actualmente instaladas.
- 3) Zonificar las distintas áreas de clínica y desarrollar un censo a los equipos de alumbrado con el fin de determinar nivel de densidad de potencia eléctrica en cada zona.
- 4) Analizar mediciones y resultados obtenidos mediante el diagnóstico para desarrollar tres propuestas de rediseño del sistema de alumbrado con base a la normativa correspondiente.
- 5) Comparar las tres propuestas para determinar cual representa mayores beneficios.

## **ALCANCE**

A lo largo de este proyecto que busca entregar tres propuestas de mejora al sistema de iluminación de una clínica médica, debido a que se ha quedado obsoleto con el paso del tiempo, considerando los siguientes aspectos:

Levantamiento de información sobre las luminarias instaladas en la clínica y sobre el consumo de energía eléctrica. Se desarrollará un análisis estructural y situacional para conocer las condiciones de las distintas áreas de la clínica. Utilizar el método de Lumen para poder conocer los niveles de iluminación adecuados para cada área. Se medirán los niveles de iluminación existentes en el lugar con ayuda del luxómetro. Se llevará a cabo un diagnóstico del uso eficiente de la energía. Se propondrán tres alternativas al sistema de iluminación actual basadas en, la NOM-025-STPS-2008 y la NOM -001-SEDE-2012. Mediante el programa DIALux Evo se simularán las propuestas. Se hará el estudio económico para determinar cuál de las tres propuestas es más conveniente.



# **CAPÍTULO 1.**

**CONCEPTOS BÁSICOS DEL DIAGNÓSTICO  
DE EFICIENCIA EN UN SISTEMA DE  
ALUMBRADO**

## **CAPITULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA EN UN SISTEMA DE ALUMBRADO**

A lo largo de este capítulo se desarrollaron los conceptos básicos como Energía Eléctrica, sistema de alumbrado, Diagnóstico, Eficiencia, los distintos tipos de Diagnóstico, Diagnóstico en el área médica, conceptos que son necesarios para entrar en materia.

Dentro del concepto de diagnóstico se explicaron los diferentes niveles de diagnóstico que en el caso de este proyecto es un Diagnóstico nivel tres. En el diagnóstico nivel tres se expusieron las tres fases que lo conforman. Una vez que se desarrolló el concepto de diagnóstico, se explicó el concepto de Eficiencia y eficacia, ya que a lo largo de este proyecto se habla de eficiencia luminosa y eficiencia energética.

Posteriormente se desarrolla el concepto de uso eficiente de la energía eléctrica ya que en este proyecto se realizó el estudio de uso eficiente de la energía eléctrica en un sistema de alumbrado.

El diagnóstico se realizó en un sistema de alumbrado, por lo que en este capítulo se explicó lo que es un sistema de alumbrado y se mostraron distintos tipos de lámparas y luminarias como lo son incandescentes, fluorescentes, LED y alógenas.

En este capítulo se encuentra la definición de elementos necesarios para el diagnóstico como el plano arquitectónico, diagrama unifilar, el recibo de la compañía suministradora de energía eléctrica, equipos de medición como el ampermetro, voltmetro y luxómetro.

Finalmente se desarrolló la definición de Clínica médica ya que el presente proyecto se realizó en una clínica médica del sector privado.

## **1.1 Diagnóstico**

Diagnóstico viene del griego “diagnostikós” que quiere decir a través del conocimiento. Un diagnóstico se refiere al análisis que se hace para decretar toda circunstancia a base de información recolectada. Básicamente es el veredicto que se da después de un estudio de la situación (Nieto, 2002).

El Diagnóstico Energético es una parte principal de la gestión de la energía eléctrica, en el cual se lleva a cabo un estudio histórico de la utilización de la energía eléctrica con relación a los equipos, procesos y sistemas del lugar, ya sea un edificio, una fábrica, una clínica, una casa, una escuela, entre otros (FIDE - Cnee, 2010).

El diagnóstico nos permite conocer el correcto balance de energía eléctrica de los equipos eléctricos, igualmente nos permite conocer los puntos donde no se aprovecha correctamente la energía eléctrica (FIDE - Cnee, 2010).

Estos diagnósticos tienen por objetivo el establecer metas de ahorro de electricidad, analizar las medidas de ahorro energético, conseguir un menor consumo de electricidad sin afectar las necesidades del lugar, diseñar sistemas para el ahorro energético (FIDE - Cnee, 2010).

La clasificación de los diagnósticos energéticos depende del enfoque y profundidad con la que se hace como se muestra a continuación por medio de niveles (FIDE-Cnee, 2010) .

### **1.1.2 Diagnóstico Nivel Uno**

El diagnóstico nivel uno o también conocido como diagnóstico básico es a través de una inspección visual de la instalación eléctrica y observando los equipos eléctricos que la conforman para al final dar una propuesta de medidas a tomar para un mejor uso de energía eléctrica, ya sea con la utilización de tecnologías

modernas, mantenimiento correctivo o cambio en los hábitos de consumo (FIDE-Cnee, 2010).

Debido a que el diagnóstico es visual, puede que no se alcancen las metas de ahorro de energía eléctrica. Este nivel de diagnóstico es el más económico, tiene como ventaja estimar si es posible el ahorro de energía (FIDE-Cnee, 2010).

### **1.1.3 Diagnóstico Nivel Dos**

El diagnóstico nivel dos también conocido como diagnóstico fundamental, nos da los datos de consumo de electricidad por cada proceso o zona del lugar a estudiar. Este estudio brinda información sobre ahorro energético y de gastos económicos, al final propone proyectos para ahorrar electricidad.

Para este diagnóstico es importante contar con los instrumentos para medir los parámetros eléctricos y lumínicos necesarios para el estudio (FIDE-Cnee, 2010).

### **1.1.4 Diagnóstico Nivel Tres**

El diagnóstico nivel tres también llamado micro diagnóstico, brinda datos exactos de cada parte importante de la instalación eléctrica que se está estudiando, y de las pérdidas de energía eléctrica en los equipos instalados, para ello es necesario contar con variedad de instrumentos de medición para obtener toda la información. Las propuestas de ahorro suelen ser de reingeniería (FIDE - Cnee, 2010).

El costo de este diagnóstico es el mayor ya que requiere de especialistas en el área y de un mayor número de instrumentos que en otros diagnósticos. Un diagnóstico energético se realiza en tres fases (FIDE-Cnee, 2010).

- a) **Fase 1. Levantamiento:** Se hace una recolección de datos sobre la instalación donde se realizará el diagnóstico (energós, 2020).
  
- b) **Fase 2. Contabilidad energética:** Se estudia los recibos de tarifa eléctrica en él se analizará los gastos de cada mes y el consumo en kWh. Antes de hacer los cálculos de ahorro de energía, es indispensable conocer las tarifas del país (energós, 2020).
  
- c) **Fase 3. Identificación y cálculo de medidas de eficiencia energética.** Se encuentran las áreas de oportunidad para mejorar el modo en que se consume la energía eléctrica y se realiza una propuesta (energós, 2020).

### 1.2.1 Eficiencia

Podemos definir la eficiencia como: la facultad para conseguir algún efecto y es la acción con la que se consigue este efecto, es el correcto uso de los recursos para conseguir un objetivo. En física es la energía que es invertida en relación con la que se obtiene. En cualquier actividad, la eficiencia es la obtención de los mejores resultados con el menor consumo (Fernandez, 2011).

Eficiencia luminosa se refiere a el flujo luminoso total que emite un luminario medido en lúmenes, entre la Potencia eléctrica consumida por dicho luminario medida en Watts (Tecener SA de CV , 2015).

### 1.2.2 Eficacia

La eficacia es el nivel de consecución de metas y objetivos. La eficacia hace referencia a nuestra capacidad para lograr lo que nos proponemos (Gestion , 2022)

### **1.2.3 Uso Eficiente de la Energía Eléctrica**

El término “eficiencia energética” empezó a emplearse en 1998 tras la primera conferencia internacional de eficiencia energética que se llevó a cabo en Austria, la cual realizó por el temor internacional del agotamiento de los combustibles fósiles (CONÁNP, 2021).

El uso eficiente de la energía eléctrica estudia el uso de tecnologías para hacer la misma tarea o más tareas, pero con menor cantidad de energía, esto para un ahorro económico y disminuir la contaminación (CONÁNP, 2021).

Debido a los altos niveles de contaminación, la eficiencia energética ya no es una opción, sino una necesidad por lo que en algunos casos es incluso obligatorio.

La eficiencia energética es la que tiene por objetivo tener el mayor rendimiento de la energía eléctrica que consume un lugar (CONÁNP, 2021)

### **1.3 Sistema de Alumbrado**

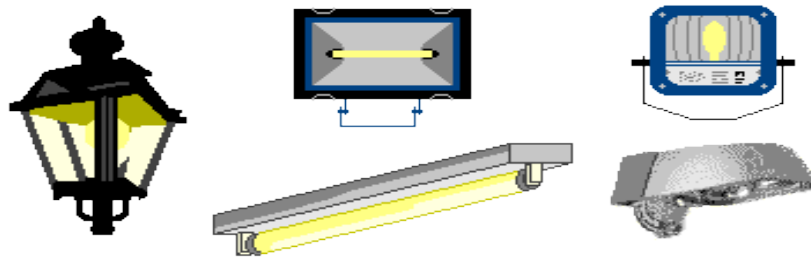
Se define un sistema de alumbrado, como el conjunto de elementos que son utilizados para proporcionar iluminación en un área determinada.

Los sistemas de alumbrado son necesarios para realizar cualquier actividad donde la iluminación natural no sea suficiente para llevar a cabo las actividades que ahí se realicen. Generalmente son conformados por distintos tipos de luminarias que proporcionan distintos tipos de luz y que son seleccionadas según las necesidades que tengamos.

### 1.3.1 Elementos de un Sistema de Alumbrado

Dentro de un sistema de alumbrado existen distintos elementos que como ya se mencionó con anterioridad, son esenciales para que este pueda ser considerado un sistema de alumbrado, dentro de ellos están:

- a) **Luminarias.** En la figura 1.1 se muestran algunos ejemplos de luminarias. Se le denomina luminaria a un aparato donde se alojan una o más lámparas, y su función principal es la de dirigir o reflejar la luz de las lámparas (Natugry, 2021).



*Figura 1.1 Ejemplos de Luminarias*

Nota: Ejemplo de Luminarias

<https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/luminar1.html>

- b) **Lámpara.** En la figura 1.2 se muestran algunos tipos de lámparas que es un convertidor de energía, cuya función principal es transformar la energía eléctrica en luz (Endesa, 2021). Actualmente existen diferentes tipos de lámparas,



**Figura 1.2 Tipos de lámparas**

Nota: (tuandco, 2021)

<https://www.tuandco.com/aprendeymejora/tipos-de-bombillas-y-consejos-para-elegir/>

**c) Lámparas incandescentes.** En la figura 1.3. se muestran distintos tipos de Lámparas Incandescentes, bombillas, lamparitas o bombitas de luz. Se le denomina así al dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica (Construmatica,2009)



**Figura 1.3 Lampara incandescente**

Nota: (123RF, 2021)

[https://es.123rf.com/photo\\_89092972\\_brillando-y-apag%C3%B3-las-bombillas-el%C3%A9ctricas-ilustraci%C3%B3n-vectorial.html](https://es.123rf.com/photo_89092972_brillando-y-apag%C3%B3-las-bombillas-el%C3%A9ctricas-ilustraci%C3%B3n-vectorial.html)



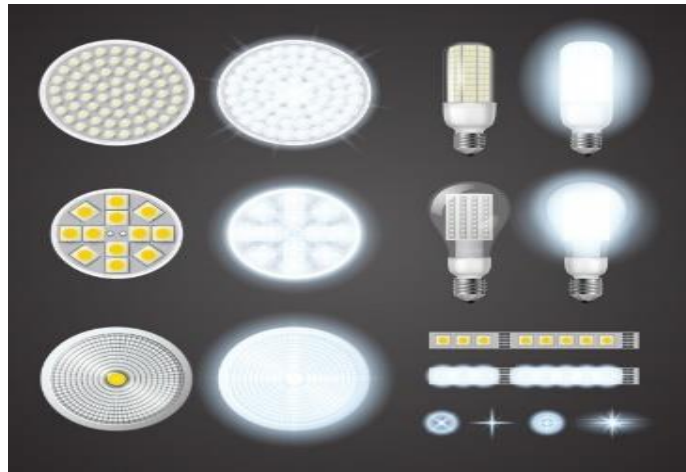
d) **Lámpara Fluorescentes** en la figura 1.4 se muestran distintos tipos de lámparas fluorescentes o también conocidas como: tubos fluorescentes que consisten en unos tubos de vidrio con dos electrodos en sus extremos, en cuyo interior hay pequeñas cantidades de argón y vapor de mercurio; la superficie interna está revestida de sustancias fluorescentes que transforman las radiaciones ultravioletas en rojas, por lo que la luz que emiten es blanca (EcuRed, 2021).



*Figura 1.4 Lámpara Fluorescente*

**Nota:( Modelos de lámparas fluorescentes) (Fuente: PHILIPS)**

e) **Lámparas LED** En la figura 1.5 se muestran distintos tipos de lámparas LED, las cuales se pueden definir como: una bombilla de estado sólido que utiliza diodos emisores de luz (LEDs) como fuente de luz. Y un diodo a su vez se define como un componente eléctrico con dos terminales que conducen la electricidad en una sola dirección. Con una corriente eléctrica, el diodo emite una luz brillante alrededor de la pequeña bombilla. Las lámparas LED ofrecen una larga vida útil y alta eficiencia energética. Actualmente, son las luces más eficientes del mercado (LBA INDUSTRIAL, 2021).



**Figura 1.5 Ejemplos de lámparas LED**

**Nota: (Lámparas LED)**

[https://www.google.com.mx/search?q=lamparas+led&sxsrf=AOaemvISTz9OHqjFuAVZW8jZdv0u5I\\_UIA:1636662230131&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjy1t\\_2kZH0AhXXmWoFHcrLAtOQ\\_AUoAXoECAIQAw&biw=1920&bih=937&dpr=1#imgrc=CoLfbpGuja\\_I7M](https://www.google.com.mx/search?q=lamparas+led&sxsrf=AOaemvISTz9OHqjFuAVZW8jZdv0u5I_UIA:1636662230131&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjy1t_2kZH0AhXXmWoFHcrLAtOQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1920&bih=937&dpr=1#imgrc=CoLfbpGuja_I7M)

**f) Lámparas Alógenas** En la figura 1.6 se muestra un ejemplo de lámparas halógenas que son un tipo de iluminación, similares a una bombilla convencional, pero a diferencia de estas, en vez de contar en su interior con solo un gas inerte, tienen una mezcla de este y un halógeno, lo que aumenta considerablemente la capacidad lumínica al permitir que el filamento de wolframio de su interior, también conocido como tungsteno, pueda llegar a una temperatura más alta sin fundirse (Helloauto, 2021)



**Figura 1.6 Modelos de lámpara incandescente halógena**

Reproducida de: (PHILIPS)

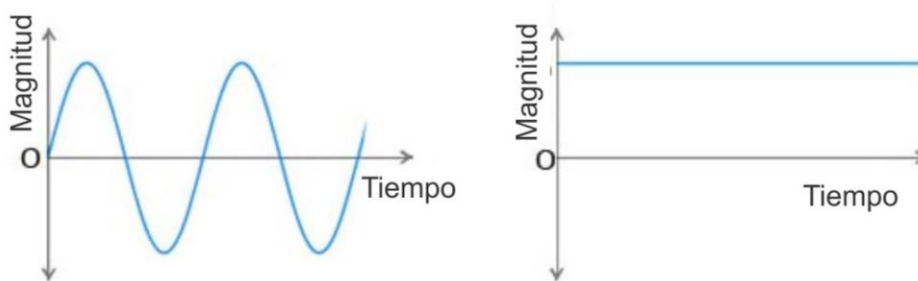
## 1.4 Energía Eléctrica

Según (Planas, 2014), en su artículo “¿Qué es la energía eléctrica?”, La energía eléctrica se puede definir como el movimiento de los electrones en un material, o bien como la energía que resulta cuando existe una diferencia de potencial entre dos puntos.

Y si colocamos un material conductor a alguno de estos puntos, a través del fluir una corriente eléctrica, hasta el punto donde exista una carga que consuma esa corriente.

- a) **Corriente eléctrica.** En palabras de Fernández (2021) “la corriente eléctrica es el flujo neto de carga eléctrica que circula de forma ordenada por un medio material conductor”.

En la figura 1.7 se puede observar la clasificación de los tipos de corriente de manera general en 2 grandes tipos, los cuales son la Corriente Alterna (CA) y la Corriente Directa (CD). Teniendo cada una sus uso y cualidades particulares.



**Figura 1.7** Forma gráfica de la Corriente Alterna y la corriente Directa.

**Nota:** (Forma graficas de las distintas corrientes)

<https://krlaxdz.blogspot.com/2019/03/corriente-alterna-y-directa.html>

- b) Corriente Alterna (CA).** Se puede definir a la corriente alterna como aquella que tiene un comportamiento oscilatorio en un plano, y una frecuencia establecida desde el momento de su generación (Fernández ,2021).
  
- c) Corriente Continua (CC).** La Corriente continua por su parte puede definirse como “Un flujo de electrones que se mueven en un mismo sentido” (Fernández ,2021), es decir que este a diferencia de la corriente alterna, no presenta un movimiento en un plano, más bien se representa como una línea generalmente recta.

#### 1.4.1 Unidades Básicas de la Electricidad

Según el sistema internacional las unidades más comunes que se encontraron en un circuito eléctrico, por más básico sea, son:

- a) Tensión/Voltaje.** Se puede definir como “la magnitud encargada de establecer la diferenciación de potencial eléctrico que existe entre dos puntos. Es por esto por lo que también se le conoce como tensión eléctrica, o diferencia de potencial eléctrica” (IBERDROLA, 2021). Y es identificada con la letra [“V”].
  
- b) Corriente.** La corriente, como ya fue mencionado anteriormente es el flujo de corriente eléctrica en un conductor, y su unidad son los “Amperes”, generalmente identificado con la letra [“A”].
  
- c) Resistencia eléctrica.** La resistencia eléctrica es la capacidad que tiene un elemento para oponerse al paso de la electricidad por el mismo, o de una manera más general se puede decir que: La resistencia es una medida de la oposición al flujo de corriente en un circuito eléctrico (Fluke, 2021).

**d) Potencia eléctrica.** En palabras de Andrés (2021) “La potencia eléctrica es un parámetro que indica la cantidad de energía eléctrica transferida de una fuente generadora a un elemento consumidor por unidad de tiempo”

## 1.5 Diagnostico Energético en el Sistema de Salud

En México tenemos el sistema de salud pública y el sistema de salud privado, en el sector público encontramos al Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS), De las Unidades de Atención Médica construidas entre 2004 a 2012 solo 107 son unidades públicas, el resto son privadas. De acuerdo con el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la clasificación de las instituciones de salud está clasificadas en niveles (SENER, 2012).

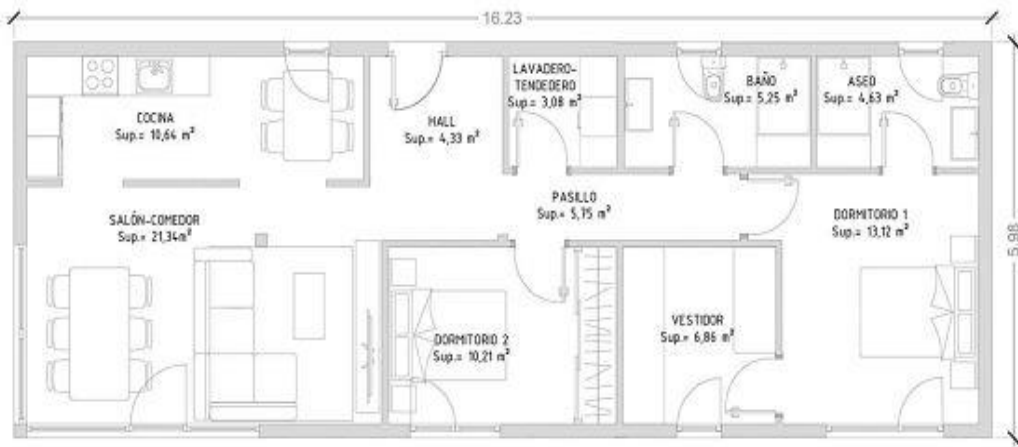
Una de las medidas de ahorro es el concientizar al personal y usuarios de la unidad médica sobre el cuidado de la energía al igual que dar formación al personal de mantenimiento sobre optimización de los consumos energéticos, operación de mantenimiento preventivo y correctivo para la correcta utilización de la electricidad.

## 1.6 Información Requerida para el Diagnostico Energético

Para realizar un Diagnóstico Energético es necesario contar con los planos arquitectónicos, planos eléctricos, diagramas unifilares y la factura de la compañía suministradora, a continuación, se plantea las características de los documentos antes mencionados (energos, 2020).

**a) Planos.** En la figura 1.8 se observa un ejemplo de un plano de una casa habitación. Un plano es la representación gráfica de la construcción o lugar donde se hace el diagnostico.

Según la magnitud del lugar, puede haber variedad de planos, no hay una cantidad establecida de planos que debe haber, ya que dependerá de la construcción, sin embargo, es preferible este detallado. En el plano están representadas las dimensiones lineales superficiales y volumétricas (Universidad Veracruzana , 2021).

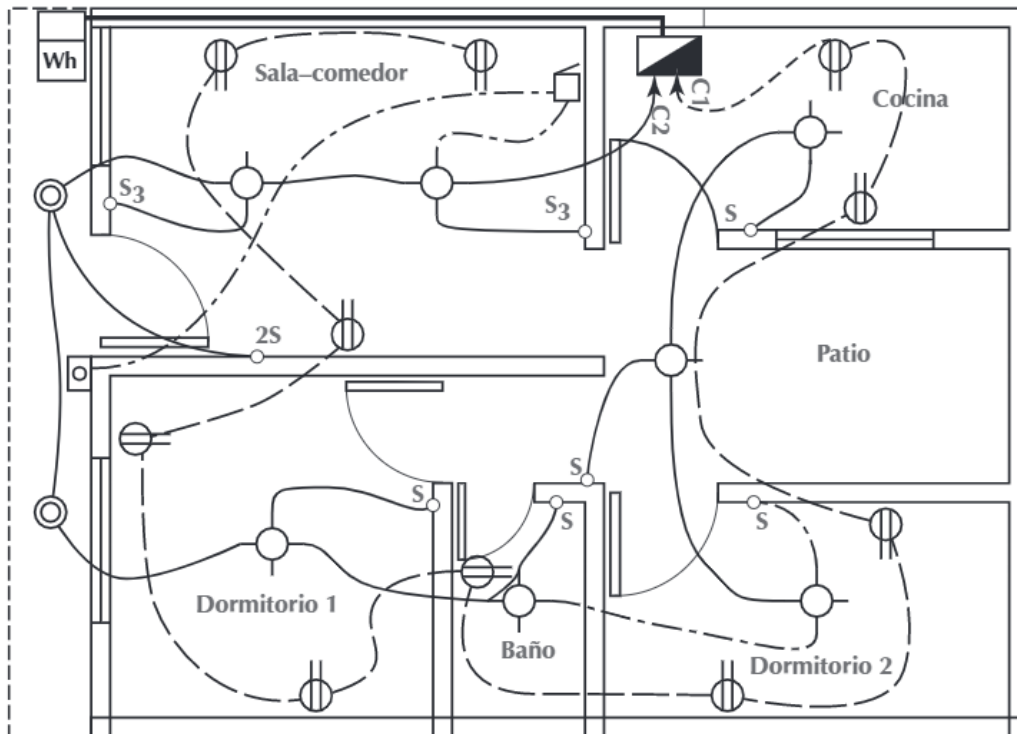


**Figura 1.8 Ejemplo de plano arquitectónico.**

**Nota:** (Arcus Global , 2022)(<https://www.arcus-global.com/wp/importancia-y-funcion-de-los-planos-arquitectonicos/> )

Para el diagnostico nos enfocaremos en los planos de las instalaciones y el plano eléctrico. La complejidad del plano de las instalaciones dependerá de la construcción. En el caso de casas unifamiliares, suelen tener la instalación eléctrica y de fontanería en el mismo plano (Universidad Veracruzana , 2021).

En la figura 1.9 se muestra un ejemplo de un plano eléctrico donde encontramos la representación de los diferentes circuitos eléctricos del establecimiento, así como la ubicación de luminarios, contactos, tableros, equipos, el calibre de los conductores, entre otros (Universidad Veracruzana , 2021).



**Figura 1.9** Ejemplo de plano eléctrico.

Nota: (electrotec, 2022)( <https://electrotec.pe/blog/LecturaPlanoVIVIENDA>)

**b) Diagrama Unifilar.** En la figura 1.10 se muestra un ejemplo de un diagrama unifilar, comenzando desde la acometida para el diagnóstico, requerimos el diagrama unifilar eléctrico del establecimiento. Un diagrama unifilar es la representación de los elementos que conforman al sistema eléctrico, se considera la conexión entre dichos elementos, con el fin de visualizar de manera más fácil la instalación eléctrica. Se representa en una línea continua y por símbolos estandarizados (Stevenson, 1996).

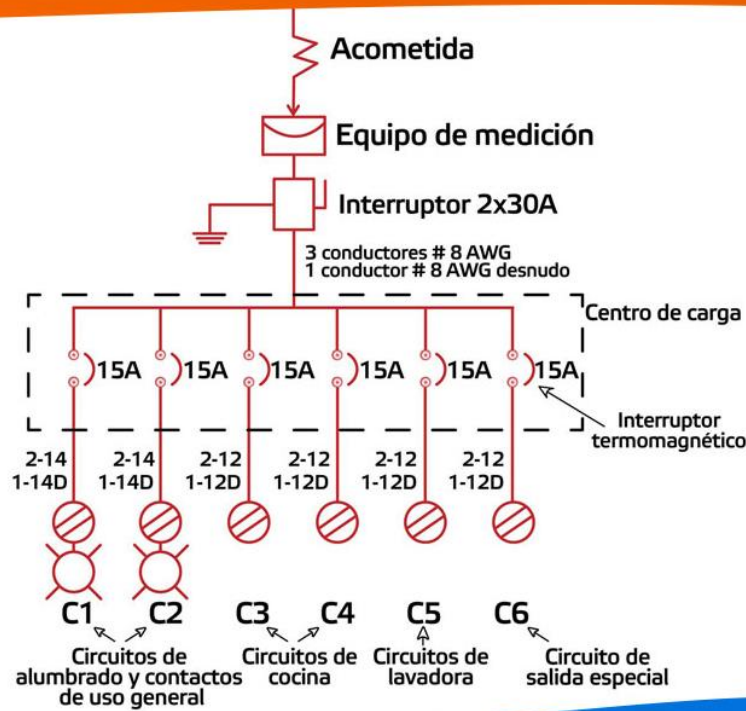


Figura 1.10 Ejemplo de Diagrama Unifilar.

NOTA: (Diagramasde, 2022)(<https://diagramade.org/unifilar/> )

- c) **Recibo Eléctrico de la Compañía Suministradora** Proporciona los datos de consumo de energía eléctrica, que se ha tenido en cierto periodo, por ejemplo, bimestralmente, el recibo contiene la tarifa y consumo en Kilowatts hora y datos del usuario (CFE, 2020). En el caso de México la compañía suministradora es la Comisión Federal de Electricidad como se muestra en el Anexo.
- d) **Horario de Actividades del Establecimiento.** Se requiere saber el horario de operación del establecimiento, los días hábiles y cuando se tiene la mayor cantidad de trabajo (energós, 2020). Posteriormente se visita el establecimiento de manera física para poder evaluarlo visualmente



conociendo como es la construcción, el mobiliario, cómo funciona el lugar, los equipos eléctricos instalados, la potencia de dichos equipos y el cómo son utilizados (energós, 2020).

## 1.7 Equipo de Medición

En el diagnóstico de uso eficiente de energía en un sistema de iluminación es indispensable contar con instrumentos de medición (energós, 2020) los cuales se muestran a continuación.

- a) **Amperímetro.** Requerimos conocer el valor de corriente eléctrica en el establecimiento medida en Amperes. La corriente es la intensidad de flujo de una carga electrónica a través de un elemento conductor como lo es un cable en el caso de una instalación. Es la velocidad de traslado del electrón en unidad de tiempo (Sadiku, 2006).
- b) **Voltmetro.** Es necesario conocer la tensión eléctrica del lugar para realizar el diagnóstico, la tensión eléctrica es la fuerza electromotriz que realiza el trabajo de mover a los electrones en un conductor (Sadiku, 2006). El voltmetro es el instrumento que mide la tensión en Volts, se conecta en paralelo con el equipo o circuito que se va a medir, tiene dos terminales y se conecta por dos cables (Enriquez,2018).
- c) **Luxómetro** Se requiere medir el nivel de iluminación para realizar un buen diagnóstico, esto ya que el sistema de alumbrado representa gran parte de la carga de la instalación. El nivel de iluminación es el flujo luminoso incidente en 1 m<sup>2</sup> de superficie alumbrada a un metro de distancia (Tecener SA de CV , 2015). Su unidad de medida es los luxes.

## 1.8 Tarifas Eléctricas

Para desarrollar el diagnóstico es importante conocer la tarifa eléctrica que maneja el inmueble, a continuación, se muestran el ejemplo de tarifa aplicada en la clínica donde se realizara el estudio (energós, 2020).

- a) **Tarifa 1.** La tarifa de aplica a servicios que utilizan la energía para uso exclusivo doméstico, para cargas que no son de alto consumo eléctrico. Solo aplica para baja tensión (CFE, 2021). En la Tabla 1.2 podemos observar el costo de cada tipo de consumo en la Tarifa1.

*Tabla 1.1*

*Tarifa 1 tipos de consumos kilowatts hora*

Consumo	Costo	Kilowatts hora
Consumo básico	0.877	Por cada uno de los primeros 75 KWh
Consumo intermedio	1.067	Por cada uno de los siguientes 65 KWh
Consumo excedente	3.115	Por cada KWh adicional.

Nota: [Tarifas CFE. (2021)].

[https://app.cfe.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/tarifas\\_casa.asp?Tarifa=DACTAR1&Anio=202](https://app.cfe.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1&Anio=202)

## 1.9 Clínica Médica

Se le conoce como clínica médica a las instalaciones que se dedican a la atención y el tratamiento de pacientes ambulatorios. Algunas clínicas están atendidas por varios médicos especialistas que trabajan juntos y comparten las mismas instalaciones (Kennedy, 2018)

# **CAPÍTULO 2**

**METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO  
DE EFICIENCIA Y DISEÑO DEL SISTEMA  
DE ALUMBRADO**

## CAPITULO 2. METOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE EFICIENCIA Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO

Las metodologías para el diagnóstico del uso eficiente de la energía eléctrica no es como una receta donde viene cada paso a seguir, aun así las principales actividades a realizar para un diagnóstico suelen ser; Trabajos previos de gabinete, recopilar datos de la instalación eléctrica, evaluación del estado actual energético de la instalación eléctrica, decretar el potencial de ahorro, analizar la factibilidad de las propuestas de ahorro energético, estudio económico, elección de la propuesta de ahorro a ejecutar, aplicar propuestas de ahorro de energía eléctrica (FIDE-Cnee, 2010). En el presente capítulo se documentó la información teórica de los pasos a seguir para realizar el Diagnóstico de Eficiencia del Sistema de alumbrado de una Clínica Médica y el rediseño del sistema de alumbrado.

En la Figura 2.1 se observa un diagrama del procedimiento que se seguirá en el presente Proyecto de Ingeniería.

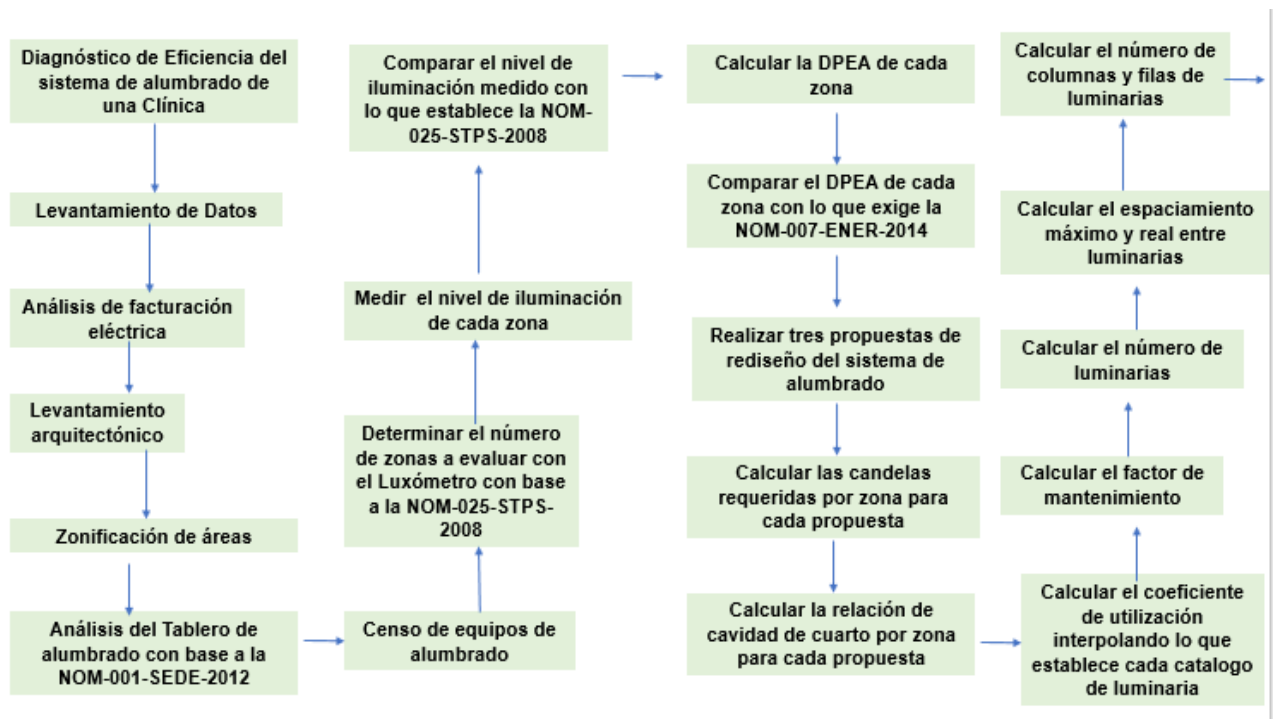


Figura 2.1 Pasos a seguir para el Diagnóstico

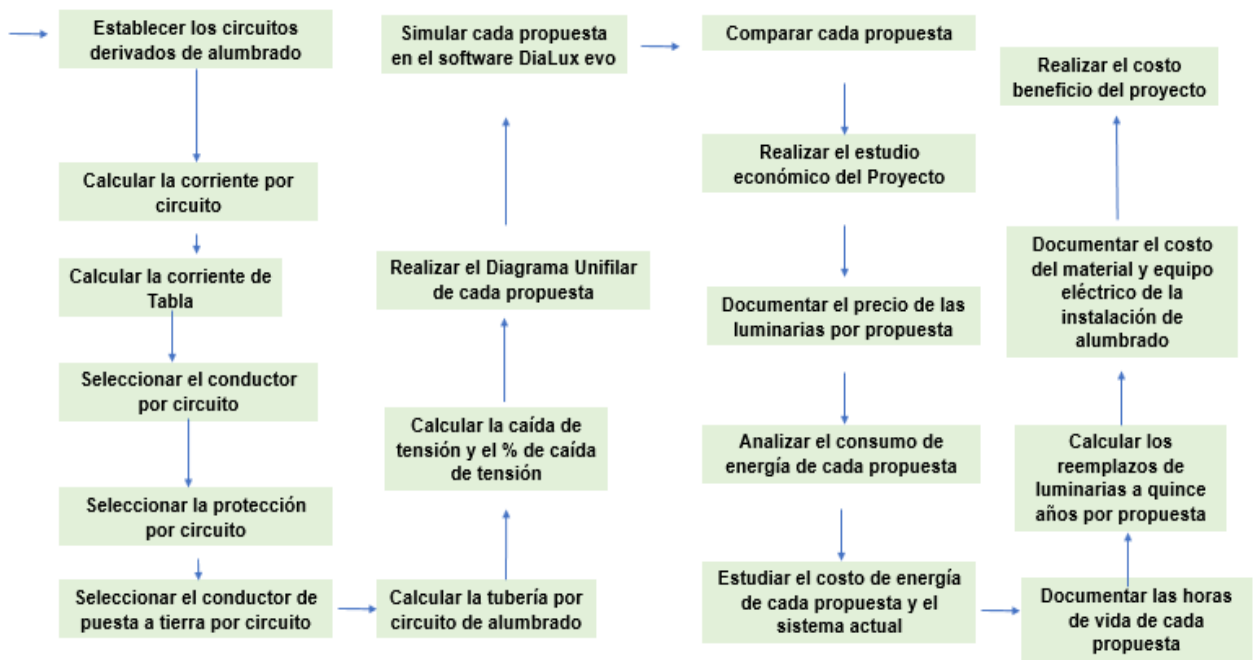


Figura 2.1 Pasos a seguir para el Diagnóstico (Continuación)

## 2.1 Trabajos Previos de Gabinete

En esta etapa se realiza la estrategia del trabajo, con base a la clase de instalación eléctrica a analizar, se recopilan los datos energéticos. También se analiza el entorno del lugar donde se hace el diagnóstico de uso eficiente de energía eléctrica. Se investiga el costo de la tarifa del establecimiento (FIDE-Cnee, 2010).

### 2.1.1 Levantamiento de Datos

En el diagnóstico de uso eficiente de energía eléctrica, el levantamiento de datos es el paso más importante ya que las siguientes etapas dependen de dichos datos (CONAE, 2001). Los recursos con los que debe contar el personal son:

- a) Responsabilidad en la operación.
- b) Información de la construcción donde se realiza el diagnóstico como lo es recibo de CFE, plano arquitectónico y sistema eléctrico.
- c) Disponer del tiempo requerido para realizar el levantamiento.
- d) Acceso autorizado a todas las zonas del inmueble.
- e) Conocimiento en equipo de iluminación.
- f) Asistencia en el levantamiento y envío de datos (CONAE, 2001).

En el levantamiento se llenan cuatro formatos fundamentales.

**Datos del inmueble** En este formato se obtienen la información arquitectónica del lugar, se identifica cada área de trabajo como baños, sala de espera, sala de juntas, oficinas, pasillo, entre otros. La numeración se realiza conforme a claves de identificación de inmueble como se observa en la Tabla 2.1, si hay más de una zona con la misma actividad dentro del lugar, a todas ellas les corresponde el mismo número de clave (CONAE, 2001). Con esta actividad podemos localizar el equipo de iluminación y obtener la DPEA (Densidad de Potencia Eléctrica del Alumbrado). Se solicitan los siguientes datos:

- a) Edificio.
- b) Nivel.
- c) Zona.
- d) Descripción.
- e) Superficie.

**Equipos de iluminación** Este es el censo de equipos de alumbrado, es un punto importante en el levantamiento de datos y en el diagnóstico del uso eficiente de la energía, hay que tener precaución en llenar el formato de recolección de datos de luminarias ya que de este depende las propuestas

de ahorro de energía eléctrica. Se deben de considerar los siguientes aspectos (CONAE, 2001):

- a) Localización de equipos de alumbrado.
- b) Descripción del equipo.
- c) Potencia unitaria (W).
- d) Cantidad.
- e) Tiempo de uso de lunes a viernes.
- f) Tiempo de uso en sábado.
- g) Tiempo de uso en domingo (CONAE, 2001).
- h) Datos de la lámpara.

**Datos del inmueble.** Se llena el formato se observa en el Anexo, en el tenemos cinco secciones:

- a) Edificio.
- b) Construcción.
- c) Horario de trabajo y personal.
- d) Electricidad.

**Datos de facturación de energía eléctrica.** La tarifa dependerá del consumo. Los datos que se requiere son periodo, mes parámetros eléctricos y costos (CONAE, 2001).

Se usan los formatos como borradores durante el levantamiento, una vez que se termina se pasa la información de manera digital (CONAE, 2001).

Existe un quinto formato donde se realizan observaciones, análisis sobre fallas en la instalación como falta de apagadores o de sensores y una propuesta de ahorro de energía eléctrica (CONAE, 2001).

## 2.2 Consumo de Energía de Sistemas de Iluminación

Se refiere a la energía eléctrica que es consumida por el sistema de alumbrado, la unidad de medida son los Kilo Watt hora (KWh). Se calcula multiplicando la potencia eléctrica por las horas de consumo. Los factores para considerar se muestran en la siguiente lista (Tecener SA de CV , 2015).

- a) **Carga total conectada para alumbrado.** Es el total de la potencia en watts, es la suma de la potencia de todas las lámparas y luminarias (incluyendo el consumo de los balastos), que están instalados en el lugar (Tecener SA de CV , 2015).
- b) **Factor de potencia.** Es un factor que determina la potencia real consumida por la lámpara o luminario frente a la potencia que es absorbida. Es una unidad adimensional (Tecener SA de CV , 2015).
- c) **Flujo luminoso.** El flujo luminoso es la cantidad de luz que emite el luminario o lámpara, su unidad de medida es los lúmenes (lm), en el sistema inglés se encuentra en candelas que se refiere a la iluminación generada por una vela de tamaño, materiales específicos (Tecener SA de CV , 2015).
- d) **Eficiencia o rendimiento luminosos.** Se refiere a la eficiencia de la lámpara o luminario en donde tenemos el flujo luminoso que se emite entre los watts de potencia. Lo expresamos en lumen entre watts. (Tecener SA de CV , 2015).
- e) **Nivel de iluminación** Es el flujo luminoso que se incide entre un metro cuadrado de superficie a un metro de distancia, se expresa en lumen entre metro cuadrado o bien como lux, si se expresa en el sistema



inglés se refiere a candela-pie, una candela-pie es igual a 10.7 luxes (Tecener SA de CV , 2015).

- f) Factor de utilización** Mide la cantidad de iluminación que llega realmente a el área que se desea alumbrar, se considera el conjunto de luminaria y lampara (Tecener SA de CV , 2015).
  
- g) Vida Útil.** La vida útil nos indica el tiempo de funcionamiento transcurrido, se mantiene en un 80% las características funcionales de origen (Tecener SA de CV , 2015).
  
- h) Factor de mantenimiento.** El flujo luminoso que emite un luminario disminuye con el paso del tiempo por lo que es importante tener noción del mantenimiento. En el factor de mantenimiento se tiene en cuenta la depreciación del flujo luminoso del sistema, se considera la frecuencia de fallas del luminario, la disminución del rendimiento de las lámparas o suciedad (Tecener SA de CV , 2015).

### 2.3 Análisis de la Información

El análisis de información es la manera en que son verificados los datos obtenidos durante el levantamiento (CONAE, 2001).

Para saber si la información proporcionada por el usuario es de fiar se hace un cruce de datos que fueron capturados en los formatos, comparando la información de un formato con otro formato de modo que deben ser similares o iguales (CONAE, 2001).

Por ejemplo, la superficie indicada en el formato de datos básicos del inmueble debe ser similar al área total indicada en el formato de zonificación.

La demanda eléctrica indicada en el recibo de CFE debe ser superior a la demanda del censo de equipos de iluminación de un 10% a un 30% si no se cuenta un aire acondicionado (CONAE, 2001).

### 2.3.1 Análisis de la Facturación de Energía Eléctrica

Se ordena la información de la siguiente manera.

- a) Datos eléctricos
- b) Relación de índices energéticos de facturación
- c) Gráfica de consumo eléctrico y costo unitario contra tiempo

En la Tabla 2.1 se observa la Relación de índices eléctricos de facturación

**Tabla 2.1**

***Relación de índices eléctricos de la facturación***

<b>Relación de índices eléctricos de la facturación</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
Densidad de potencia eléctrica por área		
Densidad de potencia eléctrica por persona		
Densidad eléctrica por área		
Densidad eléctrica por persona		

**Nota: (CONAE, 2001)**

### 2.3.2. Estudio del Censo de Iluminación

En el análisis del censo de iluminación se calcula el total de la potencia instalada en sistemas de alumbrado y compararlo con lo que indica la NOM-

007.ENER-2014, de DPEA y así conocer la eficiencia energética en el inmueble y conocer los potenciales de ahorro de energía en alumbrado (CONAE, 2001). En la Tabla 2.2 se observa el formato de índices eléctricos de alumbrado.

**Tabla 2.2**  
**Formato de relación de índices eléctricos de alumbrado**

<b>Relación de índices eléctricos de alumbrado.</b>		
Descripción	Valores	Unidades
Densidad de potencia eléctrica por área		W/m <sup>2</sup>
Densidad de potencia eléctrica por persona		W/persona
Densidad de potencia energía por área		kWh/m <sup>2</sup> -año
Densidad de potencia energía por persona		kWh/persona-año
Densidad de carga instalada por área		W/m <sup>2</sup>
DPEA (NOM-007-ENER-1995)		W/m <sup>2</sup>

**Nota:** (CONAE, 2001)

## 2.4 Evaluación de los Niveles de Iluminación

Se realizan mediciones con el luxómetro, antes de ellas se deben prender las luminarias con antelación perimiendo que el flujo luminoso se estabilice, si se tratan de lámparas de descarga se debe esperar 20 minutos después de encenderlas. Cuando son instalaciones nuevas, se debe esperar 100 minutos al tratarse de lámparas de descarga (NOM-025-STPS-2008).

Los puntos de medición dependen de las características y necesidades de cada puesto de trabajo. Las áreas de trabajo son divididas en zonas de igual área, para conocer el número mínimo de zonas a evaluar y el número de zonas a considerar

por la limitación (NOM-025-STPS-2008), se tiene que calcular el índice de área con la siguiente ecuación 1.

$$IC = \frac{xy}{h(x+y)} \dots\dots (1)$$

- IC= Índice de área. X= Largo del área.
- Y= Ancho del área. h= Altura de la luminaria respecto al área de trabajo.

En la Tabla 2.3 se observa el número de zonas a evaluar con base al índice de área calculado como lo indica la NOM-025-STPS-2008.

**Tabla 2.3**  
**Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición**

<b>Relación entre el índice de área y el número de zonas de medición.</b>		
<b>Índice de área</b>	<b>Número mínimo de zonas a evaluar.</b>	<b>Número de zonas a considerar por la limitación.</b>
<b>IC&lt;1</b>	4	6
<b>1 ≤ IC &lt; 2</b>	9	12
<b>2 ≤ IC &lt; 3</b>	16	20
<b>3 ≤ IC</b>	25	30

**Nota:(NOM-025-STPS-2008)**

## 2.5 Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado

La DPEA es el índice de carga instalada para iluminación entre el área a iluminar, es expresado en Watts por metro cuadrado (NOM-007-ENER-2014). El cálculo de la Densidad de Potencia Eléctrica se muestra a continuación en la Ecuación 2.

$$DPEA = \frac{CARGA\ TOTAL\ INSTALADA\ PARA\ ILUMINACIÓN.}{ÁREA\ TOTAL\ ILUMINADA.} \dots\dots (2)$$

En la Tabla 2.4 se encuentran los niveles mínimos de DPEA que se encuentran en la NOM-007-ENER-2014.

**Tabla 2.4**  
**DPEA en los diferentes tipos de espacio**

<b>Tipo de espacio específico.</b>	<b>DPEA (W/m<sup>2</sup>)</b>
Enfermería (hospital)	9.47
Escaleras	7.43
Farmacia (hospital)	12.27
Habitaciones de hospital	6.67
Laboratorio médico, industrial, investigación	19.48
Lavandería (hospital)	6.46
Pasillos hospital	9.58
Almacén médico (hospital)	13.67
Consultorios.	17.87
Urgencias (hospitales)	24.33
Salas de usos múltiples	13.24
Salas de capacitación	13.25
Sanitarios	10.55
Terapia física (hospital)	9.80

**Nota: (NOM-007-ENER-2014)**

## 2.7 Evaluación de Medidas de Ahorro de Energía y Eficiencia

Posterior al levantamiento y al estudio y análisis de los datos obtenidos, la siguiente es encontrar medidas de ahorro de energía eléctrica y eficiencia del sistema, en donde tenemos la evaluación técnica y evaluación económica (CONAE, 2001).

## 2.8 Método de la Cuidad de Zona

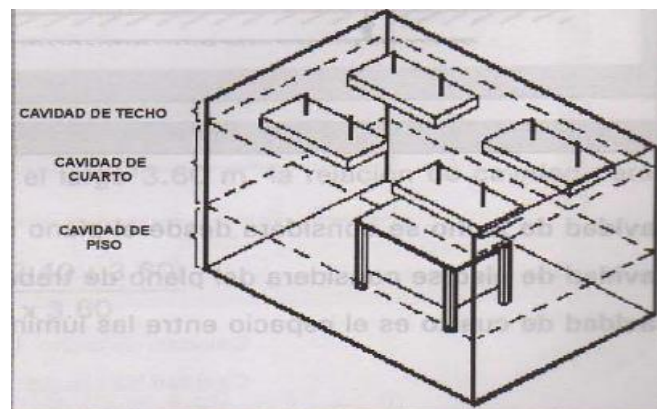
El método de cavidad zonal es uno de los métodos de cálculo de iluminación más nuevo, fue hecho en los Estados Unidos de América, por lo que generalmente se trabaja en el sistema de unidades inglés. En este método se considera que cada área tiene tres cavidades; cavidad de piso, cavidad de techo y cavidad de cuarto (Enriquez, 2006) .

La cavidad de techo es la distancia del plano de la lámpara al techo.

La cavidad de piso es la distancia del piso a la lámpara.

La cavidad de cuarto es la distancia del plano de trabajo a la lámpara (Enriquez, 2006).

En la Figura 2.2 se observa un ejemplo de cavidades en una habitación.



**Figura 2.2** Cavidades en una zona

**Nota:** (Enriquez, 2006)

Los parámetros y pasos para el cálculo por este método se muestran a continuación.

**Coefficiente de utilización** El coeficiente de utilización son los lúmenes en el plano de trabajo entre los lúmenes de la lámpara. El coeficiente de utilización es proporcionado por los fabricantes de la lámpara.

**Factor de mantenimiento** El factor de mantenimiento considera como reduce la luz emitida por la lámpara por la suciedad y envejecimiento de esta. El factor de mantenimiento toma en cuenta la categoría del luminario y el periodo en el que se le da mantenimiento (Enriquez, 2006).

## 2.9 Cálculo de Iluminación en Interiores

Lo primero que se necesita son los datos del área a analizar los cuales son los planos, dimensiones, tipo de techo, identificar las áreas a alumbrar y que actividades se desarrollan, el nivel de iluminación que exige la NOM-025-STPS-2008 o en su defecto el que recomienda la S.M.I.I. Los acabados del local, la altura de la zona de trabajo. (Hernández, 2014)

Con el método de punto por punto se selecciona la curva de la luminaria. Con la siguiente ecuación 3 se calculan las candelas requeridas.

$$\text{Intensidad Luminosa (Candelas)} = \text{Nivel de iluminación (Luxes)} \times \text{Cavidad de cuarto}^2 \dots (3)$$

Se selecciona un luminario con una curva de distribución con las candelas calculadas a cero grados. (Hernández, 2014)

La relación de cavidad de cuarto (F.C.R) se calcula con la siguiente ecuación 4.

$$F.C.R = \frac{(5)(\text{Cavidad de cuarto})(\text{Largo} + \text{Ancho})}{\text{Área}} \dots \dots \dots (4)$$

Para conocer el coeficiente de utilización se busca en el catálogo de las luminarias. En caso de no encontrarse con el F.C.R calculado, se debe interpolar. (Hernández, 2014).

Se requiere calcular el Factor de Mantenimiento se multiplica la depreciación de los lúmenes de la lampara el cuál lo da el fabricante por la depreciación por suciedad acumulada en los luminarios el cual da el fabricante o en su defecto con la categoría de la luminaria, el periodo de mantenimiento que se da y el ambiente de la zona ya sea muy sucio, sucio, limpio o muy limpio. (Hernández, 2014).

El número de luminarias se calcula con método de lumen como se muestra en la ecuación 5.

*Número de Luminarias*

$$= \frac{(Nivel\ de\ Iluminación)(Área)}{(Lumenes\ de\ luminario)(Coeficiente\ de\ Utilización)(Factor\ de\ Mantenimeinto)} \dots (5)$$

Para distribuir las luminarias se requiere calcular el Espaciamiento máximo (Hernández, 2014).

El factor de espaciamiento lo da el fabricante. El espaciamiento máximo se calcula con la ecuación 6.

$$Espaciamiento\ Máximo = Cavidad\ de\ Cuarto\ x\ Factor\ de\ espaciamiento \dots (6)$$

Después se calcula el Espaciamiento Real ( $S_{Real}$ ). El Espaciamiento real debe ser igual o menor al Espaciamiento Máximo. (Hernández, 2014). Es espaciamiento real ( $S_{Real}$ ) se calcula con la ecuación 7.

$$S_{Real} = \sqrt{\frac{Área}{Número\ de\ Luminarios}} \dots (7)$$



Las luminarias se acomodan en columnas y filas con las siguientes formulas. (Hernández, 2014). En la ecuación 8 se observa el calculo de número de columnas y en la ecuación 9 se muestra el cálculo del número de filas.

$$Columnas = \frac{Ancho\ del\ local}{Espaciamiento\ Real} \dots\dots (8)$$

$$Filas = \frac{Largo\ del\ local}{Espaciamiento\ Real} \dots\dots (9).$$

## 2.10 DIALux Evo

DiaLux es una herramienta de diseño de sistemas de iluminación, con una interfaz se gestiona el proyecto para obtener un resultado fiel a lo real. En DiaLux se puede diseñar y simular la iluminación de interiores desde un cuarto hasta todo un edificio. También es posible diseñar la iluminación de exteriores y zonas deportivas. En DiaLux se pueden simular las luminarias que se encuentran en el mercado (DiaLux, 2022).

## 2.11 Circuitos Derivados Para Alumbrado

Las normas técnicas de instalaciones eléctricas solo admiten utilizar circuitos derivados de 20 y 15 Amperes para alimentar unidades de iluminación fijas (Enriquez, 2006).

El cálculo de conductor y protección de un circuito de alumbrado cuando se conoce la tensión de alimentación y la carga de alumbrado (Enriquez, 2006), la corriente se puede calcular con dicha información utilizando la ecuación 9.

$$\text{Corriente (A)} = \frac{\text{Potencia en VA}}{\text{Tensión en V}} \dots\dots\dots (9)$$

Cuando se trata de un sistema formado por inductancia y resistencia, se encuentra fuera de fase la onda de corriente eléctrica, se atrasa por un ángulo entre 0° y 90°, La Potencia se calcula con la ecuación 10. (Enríquez, 2018).

$$P = V I \text{ Cos } \theta \dots\dots (10)$$

P= Potencia (Watts) V = Tensión (Volts) I = Corriente (Amperes)

Cos  $\Theta$  = Factor de Potencia

El artículo 240-4 de la NOM-001-SEDE-2012 indica que los conductores eléctricos se protegen de sobre corriente con base a la ampacidad del conductor la cual se puede conocer en la Tabla 310-15-b (16) de la NOM-001-SEDE-2012.

La carga mínima para considerar para alumbrado se calcula con base en la Tabla 220-12 de la NOM-001-SEDE-2012 donde indica los VA/m<sup>2</sup> de cada tipo de inmueble (NOM-001-SEDE-2012).

Los conductores de equipo eléctrico y de circuitos derivados deben ser protegidos contra sobre corrientes, cuando se trata de carga continua se considera el 125% de la carga continua. Los conductores se deben seleccionar para evitar un valor mayor al 3% de caída de tensión. (NOM-001-SEDE-2012).

Los conductores de puesta a tierra no pueden ser de un tamaño menor al indicado en la Tabla 250-122 de la NOM.001-SEDE-2012.

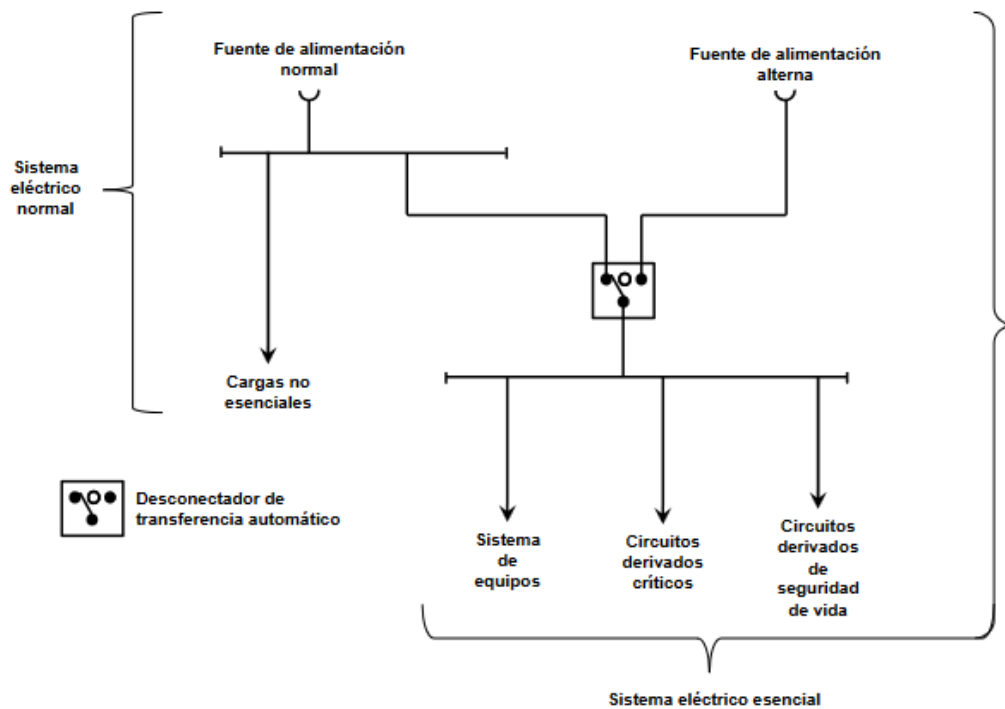
El artículo 517-1 establece los criterios para las instalaciones eléctricas de centros de salud de humanos, como los son hospitales, clínicas, centros de salud, etc. (NOM-001-SEDE-2012).

Los circuitos derivados de centros de salud de seres humanos deben ser divididos en Cargas no esenciales, Circuitos derivados críticos y Circuitos Derivados de

seguridad de la vida. Los circuitos derivados críticos son los que alimentan las zonas de trabajo de atención al paciente como farmacia, quirófanos, habitaciones, consultorios. Los circuitos derivados de seguridad de vida alimentan las zonas de evacuación como lo son pasillos, escaleras y todas las rutas que conduzcan a una salida. Los circuitos de seguridad de vida y circuitos derivados críticos se conectan a un desconectador de transferencia automático el cual hace la transferencia de la fuente de alimentación normal y la fuente alterna en caso de que la primera falle. (NOM-001-SEDE-2012).

Los circuitos de seguridad de vida y circuitos derivados críticos deben ser independientes de cualquier otro alambrado. No pueden compartir canalizaciones ni gabinetes con otros circuitos. (NOM-001-SEDE-2012).

En la Figura 2.2 se muestra el diagrama unifilar para centros de servicio de salud indicado por la NOM-001-SEDE-2012.



**Figura 2.2** Diagrama Unifilar para áreas de atención limitada

**Nota:** (NOM-001-SEDE-2012)

## **2.12 Evaluación Técnica y Económica**

La evaluación técnica está relacionada con los datos de equipo de iluminación disponibles en el mercado y la base de datos de tarifas eléctricas actuales (CONAE, 2001).

En el formato de evaluación técnica se determina la reducción de consumo en kWh/mes y la demanda en kW. En la evaluación técnica se obtiene el ahorro energético, ahorro económico e inversión requerida.

Después de realizar la evaluación técnica se procede con la evaluación económica ya que se requiere datos obtenidos de la antes mencionada (CONAE, 2001).

En la evaluación económica se muestran los beneficios ambientales, esto se determina con el ahorro de energía eléctrica que se consigue y en base a los requerimientos energéticos de una central de generación (CONAE, 2001).

## **2.13 Informe Final del Diagnóstico del Uso Eficiente de la Energía**

Se realiza un resumen ejecutivo y un reporte técnico. El resumen ejecutivo va dirigido a los altos directivos de modo que obtengan de forma sencilla y concreta la información del diagnóstico y propuesta de ahorro de energía en el sistema de alumbrado, este contiene una introducción sobre la situación energética de la construcción como lo es el censo de equipos de iluminación y facturación eléctrica (CONAE, 2001). Posteriormente se escriben los potenciales de ahorro de energía, monto económico de inversión y tiempo en que se recuperará. Y finalmente se escribe una conclusión donde se muestra el consolidado de las medidas de ahorro propuestas y los beneficios ambientales (CONAE, 2001).

En el reporte técnico se incluye el censo de equipos de iluminación y el estudio de facturación de energía eléctrica (CONAE, 2001).

# **CAPÍTULO 3**

## **ESTUDIO TÉCNICO**

### **CAPÍTULO 3. ESTUDIO TÉCNICO**

A lo largo del presente capítulo se desarrollará el estudio técnico, dando inicio con una visita a la clínica y llevando a cabo una inspección visual a las distintas áreas de esta.

Debido a que la clínica no cuenta con un plano estructural, se tomarán medidas de sus distintas áreas, y así se desarrollará un plano arquitectónico del lugar con ayuda del software AutoCAD. Una vez que se tenga el plano arquitectónico, se realizará una zonificación de las distintas áreas según la tarea que se desarrolla en cada una.

Se analizará la facturación eléctrica de la clínica médica con el objetivo de conocer el consumo histórico y como este se ha tenido un incremento con el paso del tiempo.

Se realizará un censo a los equipos de alumbrado, se empezará por el tablero de alumbrado, se medirá la corriente del circuito de alumbrado y se evaluará si el tablero cumple con la NOM-001-SEDE-2012. Se llevará un registro de los datos de cada luminaria instalada en la clínica.

Posteriormente con ayuda de un luxómetro digital se medirán los niveles de iluminación con base a la NOM-025-STPS-2008 y se comparará la iluminación medida con la que exige dicha NOM.

Finalmente se calculará la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado y se comparará lo calculado con lo que exige la NOM-007-ENER-2014. Al llevar a cabo cada uno de los diagnósticos, se desarrollarán tres propuestas de sistema de alumbrado que resulten más eficientes. Dichas propuestas se calcularán con método de lumen y con base a la NOM-025-STPS-2008 y la S.M.I.I. Después se simulará la propuesta ideal mediante el software DiaLUX EVO.

### 3.1 Levantamiento

Como primer paso en la obtención de datos básicos del proyecto se necesita conocer la ubicación geográfica del lugar, las distintas áreas donde desarrollara el proyecto y el uso de estas, conocer los horarios de atención, entre otros datos.

Conocer los gastos en facturación eléctrica es parte fundamental en un diagnóstico, estos datos se pueden obtener en la parte trasera del recibo de facturación mediante la tabla de consumo bimestral. En la Tabla 3.1 se encuentra la facturación histórica de la clínica.

**Tabla 3.1**

**Datos históricos de facturación eléctrica de la clínica.**

<b>DATOS DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA</b>				
<b>Periodo</b>		<b>Mes</b>	<b>Consumo de Energía (kWh)</b>	<b>Facturación Eléctrica (\$)</b>
<b>Inicio</b>	<b>Fin</b>			
<b>11/06/21</b>	12/08/21	Junio-Agosto	744	\$2,133.00
<b>13/04/21</b>	11/06/21	Abril-Junio	759	\$2,180.00
<b>10/02/21</b>	13/04/21	Febrero-Abril	755	\$2,154.00
<b>11/12/20</b>	10/02/21	Diciembre-Febrero	567	\$1,425.00
<b>13/10/20</b>	11/12/20	Octubre-Diciembre	636	\$1,680.00
<b>12/08/20</b>	13/10/20	Agosto-October	669	\$1,796.00
<b>12/06/20</b>	12/08/20	Junio-Agosto	585	\$1,473.00
<b>13/04/20</b>	12/06/20	Abril-Junio	572	\$1,417.00
<b>11/02/20</b>	13/04/20	Febrero-Abril	327	\$498.00
<b>12/12/19</b>	11/02/20	Diciembre-Febrero	210	\$233.00
<b>11/10/19</b>	12/12/19	October-Diciembre	385	\$707.00
<b>13/08/19</b>	11/10/19	Agosto - October	331	\$504.00

En la figura 3.1 se observa una gráfica del consumo de la clínica durante el periodo agosto- octubre del 2019, mostrando la energía en kWh consumida a lo largo de los meses. Hay un incremento de 224.773%.



**Figura 3.1 Gráfica de consumo histórico de la clínica de Agosto de 2019 a Agosto 2021**

### 3.1.1 Zonificación de áreas

Con el objetivo de localizar y seccionar todas las áreas de interés para el proyecto, mediante el plano obtenido en el levantamiento arquitectónico se llevó a cabo una zonificación con todas las áreas del lugar. En la Tabla 3.2 se muestra la zonificación de la clínica

**Tabla 3.2**  
**Zonificación de la clínica**

Zonificación de áreas				
Edificio	Nivel	Zona	Descripción	Superficie (m <sup>2</sup> )
A	1	01	Consultorio 1	16
A	1	02	Consultorio 2	18.46
A	1	03	Pasillo	4.92
A	1	04	Signos vitales	5.33
A	1	05	Baño 1	1.55
A	1	06	Baño 2	2.24
A	1	07	Farmacia	6.91



**Tabla 3.2**  
**Zonificación de la clínica**

<b>Zonificación de áreas</b>				
<b>Edificio</b>	<b>Nivel</b>	<b>Zona</b>	<b>Descripción</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>
<b>A</b>	1	08	Sala de espera	19.69
<b>A</b>	2	09	Quirófano	20.92
<b>A</b>	2	10	Pasillo 2	3.75
<b>A</b>	2	11	Habitación 1	13.01
<b>A</b>	2	12	Habitación 2	14.92
<b>A</b>	2	13	Almacén	7.52
<b>A</b>	2	14	Baño 3	3.6
<b>A</b>	2	15	Cuarto de ropa	2.4
<b>A</b>	2	16	Sala de espera quirófano	1.75
<b>A</b>	2	17	Sala de espera habitaciones	3.66
<b>A</b>	1-2	18	Escaleras	4.05

En la figura 3.2 y 3.3 se puede observar el plano arquitectónico de la clínica realizado con base la información que se obtuvo durante el levantamiento.

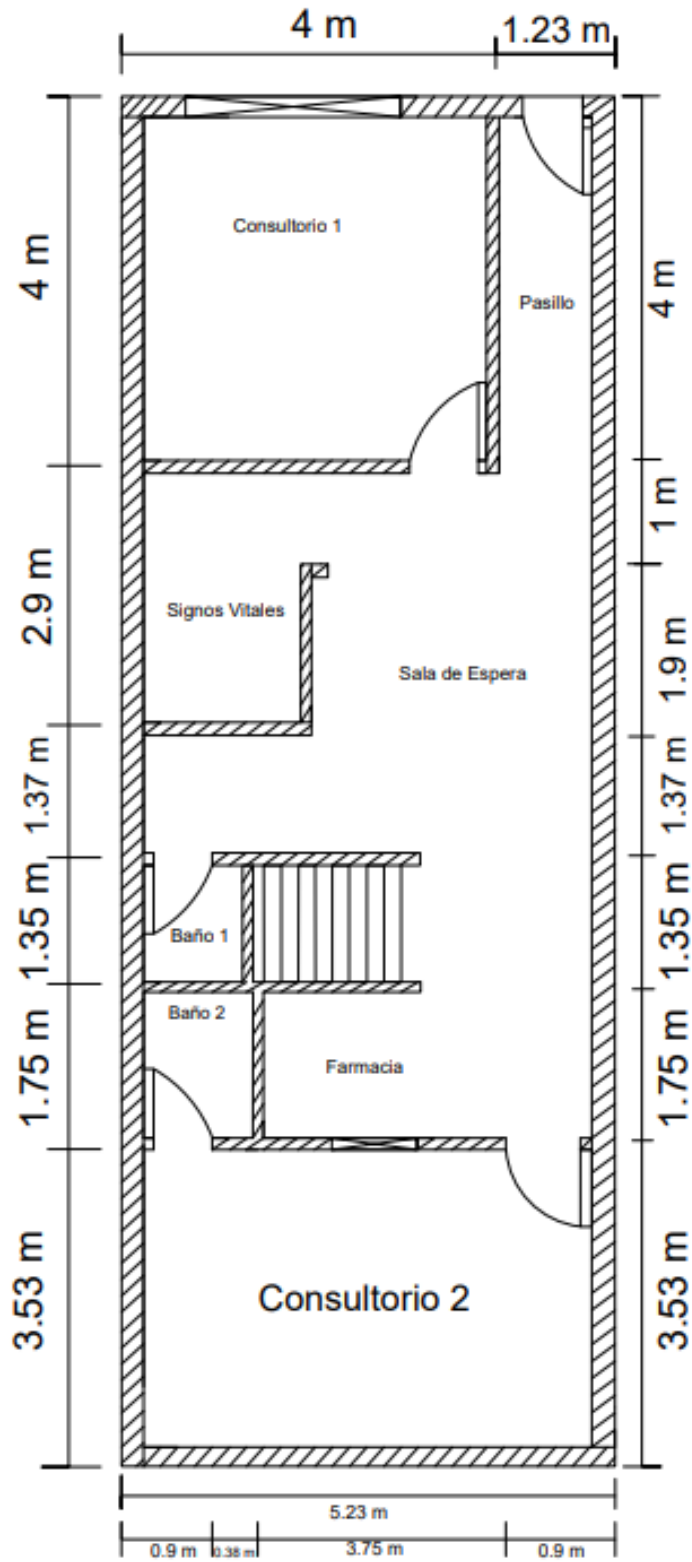


Figura 3.2 Plano arquitectónico planta baja

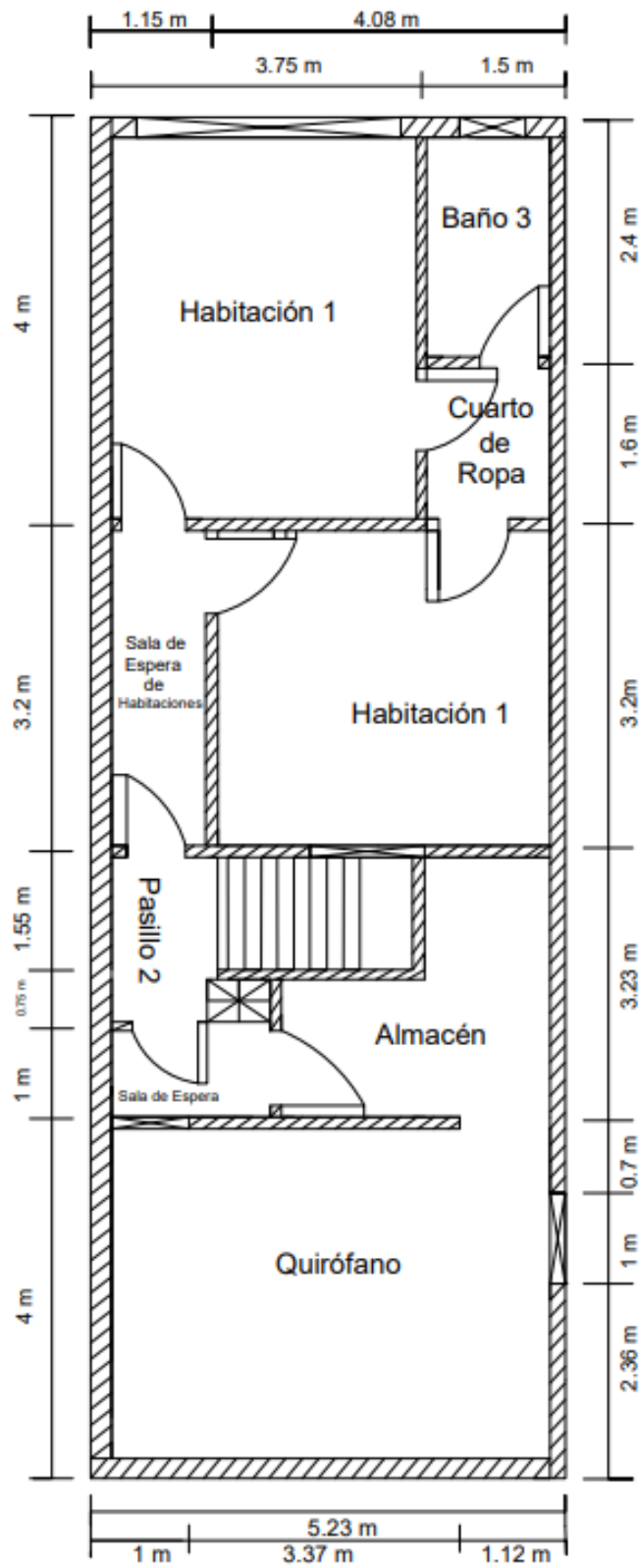


Figura 3.3 Plano arquitectónico de la primera planta

### 3.2 Censo del Sistema de Iluminación

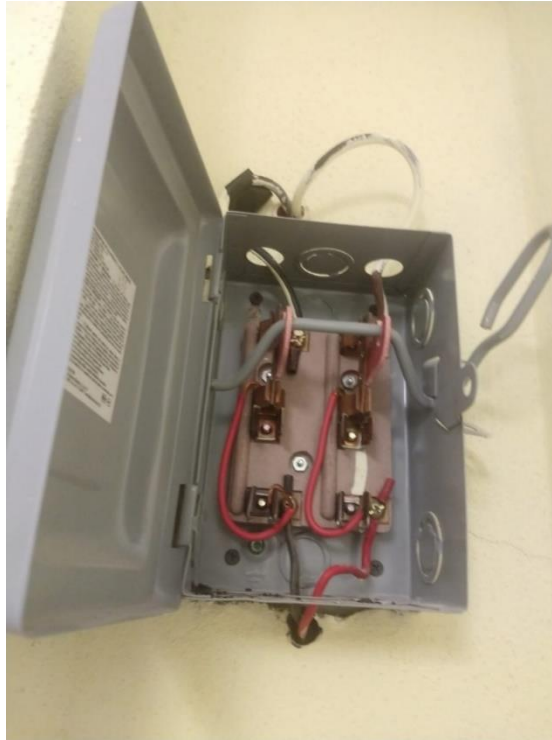
Se identifican los elementos del sistema de iluminación, el equipo principal es el tablero de alumbrado, en caso de esta clínica solo cuenta con uno, se lleva a cabo la medición de corriente con el instrumento de medición correspondiente.

En la Figura 3.4 se registraron los datos obtenidos del tablero de alumbrado de la clínica.

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN DE ALUMBRADO		
DATOS DE PLACA IDENTIFICACIÓN: IGESA , INTERRUPTOR DE CUCHILLAS 2 POLOS 30 AMPERES		
INTERRUPTOR PRINCIPAL: (NO) TENSIÓN PRINCIPAL 120/240 (VOLTS) INTENSIDAD: 11.99 (AMP)		
<b>IDENTIFICACIÓN DE CIRCUITOS</b>	<b>INTENSIDAD (AMP)</b>	
C1	11.99	
OBSERVACIONES		
SE CUENTA UN SOLO CIRCUITOS DE ALUMBRADO PARA TODO EL ESTABLECIMIENTO. NO CUENTA CON PROTECCIONES, NO CUENTA CON CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA.		
FECHA:07/10/2021	ELABORO ERICK DURÁN GILBERTO TORRES	VO. BO.

**Figura 3.4 Formato de datos del tablero de alumbrado**

En la Figura 3.5 se observa una fotografía del interruptor de alumbrado actual de la clínica. El cual tiene los siguientes incumplimientos: El conductor utilizado no está normalizado, incumpliendo el artículo 110-2 de la NOM-001-SEDE-2012. No se cuenta, con conductor de puesta a tierra, incumpliendo el artículo 200-3 de la NOM-001-SEDE-2012. El conductor puesto a tierra no está identificado como lo marca el artículo 210-5 de la NOM-001-SEDE-2012. No hay circuitos derivados, violando el artículo 210-11 de la NOM-001-SEDE-2012. No existe protección contra sobre corriente incumpliendo así el artículo 210-20 de la NOM-001-SEDE-2012



**Figura 3.5** Fotografía del interruptor de alumbrado actual de la clínica

Posteriormente se recopilan los datos de cada uno de los luminarios en la clínica tales como potencia en watts, el tipo de lámpara, su ubicación y el tiempo de uso, dicha información recopilada se encuentra en la tabla 3.3.

En la figura 3.6 y 3.7 se encuentran las luminarias más recurrentes en la clínica.



**Figura 3.6** Luminaria incandescente instalada



**Figura 3.7 Luminaria fluorescente instalada**

**Tabla 3.3**  
**Censo de equipos de alumbrado**

<b>CENSO DE EQUIPOS DE ALUMBRADO</b>									
Edificio	Nivel	Zona	Descripción del equipo	Potencia	Cantidad de equipos	Potencia total de equipos	Tiempo de uso promedio [horas/día]		
							Lun-Vie	Sab	Dom
A	1	03 07	Incandescente Bulbo tipo A E26	60 W	2	120 W	10	10	8
A	1	05 06 07	Incandescente Bulbo tipo A E27	100 W	8	800 W	10	10	8
	2	14 11 13 17							
A	2	10	LED E26	12 W	1	12 W	10	10	8
A	1	08 01	Luminario tipo fluorescente	75 W	4	300 W	10	10	8
	2	12 09							

**Tabla 3.3**  
**Censo de equipos de alumbrado**

En la continuación de la Tabla 3.3 se muestra la continuación del Censo de

<b>CENSO DE EQUIPOS DE ALUMBRADO</b>									
Edificio	Nivel	Zona	Descripción del equipo	Potencia	Cantidad de equipos	Potencia total de equipos	Tiempo de uso promedio [horas/día]		
							Lun-Vie	Sab	Dom
A	1	04	LED base aluminio doble tira	30 W	1	30 W	10	10	8
A	1	02	Lampara LED circular E27	24 W	3	72 W	10	10	8
A		Todas las zonas				1334 W			

Equipos de alumbrado, las luminarias incandescentes cuentan con baja eficiencia luminosa y solo mil horas de vida, las luminarias fluorescentes son de una eficiencia de 70 lúmenes/ Watt y diez mil horas de vida, se recomienda usar luminarios de una mayor eficiencia y más horas de vida. El mantenimiento a las luminarias en la clínica es actualmente nulo, por lo que se recomienda un mantenimiento cada seis meses ya que la suciedad disminuye la eficiencia de los luminarios.

**Tabla 3.3**  
**Continuación del Censo de equipos de alumbrado**

<b>CENSO DE EQUIPOS DE ALUMBRADO</b>							
Edificio	Nivel	Zona	Descripción del equipo	Eficiencia (Lúmenes/Watt)	Cantidad de equipos	Horas de vida	Frecuencia de mantenimiento dado
A	1	03 07	Incandescente Bulbo tipo A E26	20	2	1000	Nulo
A	2	10	LED	160	1	50000	Nulo

**Tabla 3.3**

*Continuación del Censo de equipos de alumbrado*

<b>CENSO DE EQUIPOS DE ALUMBRADO</b>							
Edificio	Nivel	Zona	Descripción del equipo	Eficiencia (Lúmenes/Watt)	Cantidad de equipos	Horas de vida	Frecuencia de mantenimiento dado
A	1	05	Incandescente	12	8	1000	Nulo
		06	Bulbo tipo A				
		07	E27				
	2	14	E26				
		11					
	13						
	17						
A	1	08	Luminario tipo	70	4	10000	Nulo
		01	fluorescente				
	2	12					
		09					
A	1	04	LED base aluminio doble tira	150	1	40000	Nulo
A	1	02	Lampara LED circular E27	140	3	30000	Nulo

### **3.3 Análisis de la Recopilación de Datos**

En la Tabla 3.4 con la información del recibo de la compañía suministradora de la clínica, se calcula la Densidad de energía eléctrica por área dividiendo el consumo en Kilo Watts-hora anual entre el área en metros cuadrados del inmueble. La densidad de energía eléctrica por persona se obtiene dividiendo los Kilo Watts-hora anual entre las personas promedio que están en el inmueble.



**Tabla 3.4**

**Relación de índices eléctricos de facturación**

<b>RELACIÓN DE ÍNDICES ELÉCTRICOS DE FACTURACIÓN</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
<b>Densidad de energía eléctrica por área</b>	43.39	kWh/m <sup>2</sup> -año
<b>Densidad de energía eléctrica por persona</b>	436	kWh/persona-año

En la Tabla 3.5 se hace uso de la información del censo de equipos de alumbrado para conocer la carga total instalada y el consumo eléctrico de cada luminario del sistema.

**Tabla 3.5**

**Datos eléctricos de alumbrado**

<b>Datos eléctricos de alumbrado</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Cantidad de equipos instalados</b>	<b>18</b>	<b>piezas</b>	<b>Total, Existentes</b>
<b>Carga instalada</b>	1.334	kW	Calculada
<b>Potencia demandada</b>	1.3	kW	Estimada
<b>Consumo mensual</b>	725.696	kWh/mes	Estimada

### **3.4 Evaluación del DPEA y Nivel de Iluminación de cada Zona**

Se realizará un estudio de los niveles de iluminación basándose en la NOM-025-STPS-2008, se hace uso de un luxómetro, al final se evalúa si cumple con la norma. El estudio de DPEA se elabora con base en la NOM-007-ENER-2014, el estudio se hace con los datos obtenidos en el levantamiento arquitectónico y el censo de equipos de alumbrado. Al final se evalúa si cumple con la norma.

### 3.5 Evaluación del Nivel de Iluminación de Cada Zona

El nivel de iluminación mínimos se obtendrá principalmente de la Tabla 1 de la NOM-025-STPS-2008 (ver en anexos), los niveles mínimos de iluminación no encontrados en dicha norma son consultados en los datos de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación.

Para evaluar si la zona de estudio cuenta con estos luxes se utiliza un luxómetro digital para realizar las mediciones con base a la Tabla A1 de la NOM-025-STPS-2008.

$$IC = \frac{(X)(Y)}{H(x + y)}$$

Este cálculo es desarrollado en cada zona de la clínica con base a los datos obtenidos durante el levantamiento.

En la Tabla 3.6 se muestran los resultados. La sala de espera, almacén y escaleras se dividieron en secciones para su estudio.

**Tabla 3.6**  
**Cálculo de índice de área y número de zonas a evaluar**

<b>Número de zonas a evaluar base a NOM-025-STPS-2008</b>					
<b>Descripción</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>IC</b>	<b>Número mínimo de zonas a evaluar</b>
<b>Consultorio 1</b>	4	4	1.46	1.369	9
<b>Consultorio 2</b>	3.53	5.23	1.46	1.443	9
<b>Pasillo</b>	4	1.23	1.46	0.644	4
<b>Signos vitales</b>	2.9	1.84	1.46	0.771	4
<b>Baño 1</b>	1.35	1.15	1.24	0.500	4
<b>Baño 2</b>	1.75	1.28	1.26	0.586	4
<b>Farmacia</b>	1.75	3.95	1.46	0.830	4

**Tabla 3.6**

**Cálculo de índice de área y número de zonas a evaluar (Continuación)**

<b>Número de zonas a evaluar base a NOM-025-STPS-2008</b>					
<b>Descripción</b>	<b>X (m)</b>	<b>Y (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>IC</b>	<b>Número mínimo de zonas a evaluar</b>
<b>Sala de espera sección 1</b>	3.39	1	1.46	0.528	4
<b>Sala de espera sección 2</b>	3.39	1.9	1.46	0.833	4
<b>Sala de espera sección 3</b>	5.23	1.37	1.46	0.743	4
<b>Sala de espera sección 4</b>	2	1.35	1.46	0.552	4
<b>Quirófano</b>	4	5.23	1.46	1.552	9
<b>Pasillo 2</b>	1.5	2.5	1.46	0.642	4
<b>Habitación 1</b>	4.08	3.19	1.8	0.994	4
<b>Habitación 2</b>	3.73	4	1.8	1.072	9
<b>Almacén sección 1</b>	3.23	1.75	1.46	0.777	4
<b>Almacén sección 2</b>	1.5	1.25	1.46	0.466	4
<b>Baño 3</b>	1.5	2.4	1.26	0.732	4
<b>Cuarto de ropa</b>	1.5	1.6	1.46	0.530	4
<b>Sala de espera quirófano</b>	1	1.75	1.46	0.435	4
<b>Sala de espera habitaciones</b>	1.15	3.19	1.46	0.578	4

Una vez obtenido el número mínimo de zonas a evaluar, se procede a medir el nivel de iluminación con el uso de un luxómetro en cada una de áreas de la clínica según el número de zonas calculadas. Las mediciones fueron realizadas en un horario de entre 6:00 AM y 7:00 AM.

En las Tablas 3.7 a 3.17 se observan los resultados de las mediciones y el promedio de luxes por zona.

**Tablas 3.7**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en consultorio 1**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en pasillo**

<b>Medición de luxes</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	110	165	100
<b>2</b>	70	135	145
<b>3</b>	60	48	80
<b>Promedio</b>	101.44 <i>luxes</i>		

**a)**

<b>Medición de luxes</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	19	26
<b>2</b>	38	38
<b>Promedio</b>	30.25 <i>luxes</i>	

**b)**

**Tablas 3.8**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en signos vitales**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en consultorio 2**

<b>Medición de luxes</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	124	128
<b>2</b>	126	110
<b>Promedio</b>	122 <i>luxes</i>	

**a)**

<b>Medición de luxes</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	90	47	64
<b>2</b>	146	65	142
<b>3</b>	80	54	69
<b>Promedio</b>	84.11 <i>luxes</i>		

**b)**

**Tabla 3.9**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en Farmacia**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en baño 1**

<b>Medición de luxes</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	44	46
<b>2</b>	64	83
<b>Promedio</b>	59.25 <i>luxes</i>	

**a)**

<b>Medición de luxes</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	100	80
<b>2</b>	178	178
<b>Promedio</b>	134 <i>luxes</i>	

**b)**

**Tabla 3.10**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en baño 2**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 1**

Medición de luxes		
	1	2
1	148	154
2	133	128
<b>Promedio</b>	140.75 <i>luxes</i>	

**a)**

Medición de luxes		
	1	2
1	38	45
2	60	158
3	35	57
<b>Promedio</b>	71 <i>luxes</i>	

**b)**

**Tabla 3.11**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 2**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 3**

Medición de luxes			
	1	2	3
1	52	73	62
2	140	255	150
3	138	261	215
<b>Promedio</b>	149.556 <i>luxes</i>		

**a)**

Medición de luxes		
	1	2
1	32	55
2	71	125
3	12	23
<b>Promedio</b>	53 <i>luxes</i>	

**b)**

**Tabla 3.12**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera sección 4**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en escaleras**

Medición de luxes		
	1	2
1	16	22
2	32	19
<b>Promedio</b>	22.25 <i>luxes</i>	

**a)**

Medición de luxes	
	1
1	36
2	21
3	46
<b>Promedio</b>	34.33 <i>luxes</i>

**b)**

Tabla 3.13

- a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en el Quirófano  
 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera de quirófano

Medición de luxes			
	1	2	3
1	33	59	54
2	57	159	83
3	35	40	39
<b>Promedio</b>	62.11 <i>luxes</i>		

Medición de luxes		
	1	2
1	05	01
2	01	01
<b>Promedio</b>	2 <i>luxes</i>	

a)

b)

Tabla 3.14

- a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sala de espera de habitaciones  
 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en pasillo 2

Medición de luxes			
	1	2	3
1	60	84	57
2	93	144	112
3	36	51	48
<b>Promedio</b>	76.11 <i>luxes</i>		

Medición de luxes		
	1	2
1	43	38
2	41	45
<b>Promedio</b>	41.75 <i>luxes</i>	

a)

b)

Tabla 3.15

- a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en baño 3  
 b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sección 1 de almacén

Medición de luxes		
	1	2
1	138	124
2	160	114
<b>Promedio</b>	134 <i>luxes</i>	

Medición de luxes		
	1	2
1	33	45
2	57	58
<b>Promedio</b>	48.25 <i>luxes</i>	

a)

b)

**Tabla 3.16**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en sección 2 de almacén**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en cuarto de ropa**

<b>Medición de luxes</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	33	45
<b>2</b>	57	58
<b>Promedio</b>	53 <i>luxes</i>	

**a)**

<b>Medición de luxes</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	2	1
<b>2</b>	1	1
<b>Promedio</b>	1.25 <i>luxes</i>	

**b)**

**Tabla 3.17**

**a) Resultado de las mediciones con el luxómetro en habitación 1**

**b) Resultado de las mediciones con el luxómetro en habitación 2**

<b>Medición de luxes</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	58	80	75
<b>2</b>	27	75	77
<b>3</b>	14	37	43
<b>Promedio</b>	54 <i>luxes</i>		

**a)**

<b>Medición de luxes</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	86	106	83
<b>2</b>	226	216	93
<b>3</b>	117	119	61
<b>Promedio</b>	123 <i>luxes</i>		

**b)**

Se utilizará el promedio de los niveles de iluminación medidos para compararlos con lo requerido por la Tabla 1 de la NOM-025-STPS-2008 (ver anexos), en caso de que dicha norma no indique el nivel mínimo de iluminación de alguna zona, se compara con la Sociedad Mexicana de Ingeniería en Iluminación (S.M.I.I.).

En la Tabla 3.18 se encuentra en análisis antes mencionado.

Tabla 3.18

*Análisis de los niveles de iluminación medidos*

Evaluación de los niveles de iluminación medidos base a la NOM-025-STPS-2008 y S.M.I.I.				
Descripción	Promedio de niveles de iluminación medidos (luxes)	Organización O norma consultada	Nivel mínimo de iluminación (luxes)	Cumplimiento con el nivel mínimo de iluminación
Consultorio 1	101.44	S.M.I.I.	300	No cumple
Consultorio 2	84.11	S.M.I.I.	300	No cumple
Pasillo	30.25	NOM-025-STPS-2008	50	No cumple
Signos vitales	122	S.M.I.I.	300	No cumple
Baño 1	134	S.M.I.I.	60	Cumple
Baño 2	140.75	S.M.I.I.	60	Cumple
Farmacia	59.25	S.M.I.I.	600	No cumple
Pasillo 2	41.75	NOM-025-STPS-2008	50	No cumple
Habitación 1	54	S.M.I.I.	30	Cumple
Habitación 2	123	S.M.I.I.	30	Cumple
Almacén sección 1	48.25	NOM-025-STPS-2008	100	No cumple
Almacén sección 2	53	NOM-025-STPS-2008	100	No cumple
Baño 3	134	S.M.I.I.	60	Cumple
Quirófano	62.11	S.M.I.I.	600	No cumple
Cuarto de ropa	1.25	S.M.I.I.	200	No cumple
Sala de espera quirófano	2	NOM-025-STPS-2008	100	Cumple
Sala de espera habitaciones	76.11	NOM-025-STPS-2008	100	Cumple
Sala de espera sección 1	71	NOM-025-STPS-2008	100	No cumple
Sala de espera sección 2	149.55	NOM-025-STPS-2008	100	Cumple
Sala de espera sección 3	53	NOM-025-STPS-2008	100	No cumple



**Tabla 3.18**

**Análisis de los niveles de iluminación medidos (continuación)**

<b>Evaluación de los niveles de iluminación medidos base a la NOM-025-STPS-2008 y S.M.I.I.</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Promedio de niveles de iluminación medidos (luxes)</b>	<b>Organización O norma consultada</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (luxes)</b>	<b>Cumplimiento con el nivel mínimo de iluminación</b>
<b>Sala de espera sección 4</b>	22.25	NOM-025-STPS-2008	100	No cumple
<b>Escaleras</b>	34.33	NOM-025-STPS-2008	50	No cumple

Con el estudio anterior se diagnostica que la mayoría de las zonas no cumplen con los establecido por la NOM-025-STPS-2008 o el S.M.I.I. Por lo que diagnostica un mal nivel de iluminación en la clínica y con ello un mal aprovechamiento de la energía, por lo que se debe hacer un rediseño del sistema de iluminación que cumpla con los luxes requeridos.

### **3.6 Evaluación del DPEA de Cada Zona**

Con uso de los datos recopilados en el censo de equipos de alumbrado (Tabla 3.3) se realizará la evaluación de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado por cada zona en base al artículo 8 de la NOM-007-ENER-2014. Para calcular el DPEA (Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado) hacemos uso de la fórmula establecida en el artículo 8.1 (ver anexo) de la NOM-007-ENER-2014.

$$DPEA = \frac{\text{Carga Total conectada para alumbrado}}{\text{Área Total iluminada}}$$

El artículo 8.2.2 de la NOM-007-ENER-2014 nos manifiesta que se debe reportar de manera separada el nivel de DPEA de cada uno de los usos del edificio,

el DPEA máximo es consultado de la Tabla 1 y anexos de la NOM-007-ENER-2014 (ver anexos).

En la Tabla 3.19 se encuentra la comparación del DPEA de cada zona comparado con el que indica la NOM-007-ENER-2014.

**Tabla 3.19**  
**Evaluación del DPEA por zona**

<b>Evaluación de DPEA por área de la clínica base a NOM-007-ENER-2014</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Área iluminada (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Total de alumbrado (W)</b>	<b>DPEA (W / m<sup>2</sup>)</b>	<b>DPEA máximo por norma (W / m<sup>2</sup>)</b>	<b>Cumplimiento con la norma</b>
<b>Consultorio 1</b>	16	75	4.687	17.87	Cumple
<b>Consultorio 2</b>	18.46	72	3.899	17.87	Cumple
<b>Pasillo</b>	4.92	60	12.195	9.58	No cumple
<b>Signos vitales</b>	5.33	30	5.622	24.33	Cumple
<b>Baño 1</b>	1.55	100	64.412	10.55	No cumple
<b>Baño 2</b>	2.24	100	44.642	10.55	No cumple
<b>Farmacia</b>	6.91	160	23.146	12.27	No cumple
<b>Pasillo 2</b>	3.75	12	3.2	9.58	Cumple
<b>Habitación 1</b>	13.015	100	7.683	12.38	Cumple
<b>Habitación 2</b>	14.92	100	6.702	12.38	Cumple
<b>Almacén</b>	7.527	200	26.569	13.67	No cumple
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.75	0	0	13.24	No cumple
<b>Baño 3</b>	3.6	100	27.778	10.55	No cumple
<b>Sala de espera habitaciones</b>	3.66	100	27.259	13.24	No cumple
<b>Escaleras</b>	4.05	0	0	13.24	No cumple
<b>Sala de espera</b>	19.69	75	3.807	13.24	Cumple

Tabla 3.19

*Evaluación del DPEA por zona (Continuación)*

Evaluación de DPEA por área de la clínica base a NOM-007-ENER-2014					
Descripción	Área iluminada (m <sup>2</sup> )	Carga Total de alumbrado (W)	DPEA (W / m <sup>2</sup> )	DPEA máximo por norma (W / m <sup>2</sup> )	Cumplimiento con la norma
Quirófano	20.92	75	3.585	14	Cumple
Cuarto de ropa	2.4	0	0	6.46	No cumple

Con la evaluación del DPEA puede diagnosticar un exceso en los niveles de densidad de potencia eléctrica para alumbrado ya que cada zona supera los niveles máximos establecidos por norma. Se propone un rediseño del sistema de alumbrado usando lámparas de alta eficiencia como lo son las LED o en su defecto, fluorescentes.

### 3.7 Propuesta 1

Tras la evaluación del sistema de alumbrado, el diagnóstico indica que hay un mal nivel de iluminación, un mal nivel de DPEA, alta facturación eléctrica y faltas a las normas nacionales, por todo lo anterior no hay un sistema de alumbrado eficiente, por ello se hacen tres propuestas de mejora, cada propuesta consiste en un rediseño del sistema de iluminación. Se desarrolla paso a paso los cálculos para el consultorio 1 de la propuesta, los datos y resultados de las demás zonas son concentrados en las tablas siguientes.

### 3.7.1 Propuesta 1 Consultorio 1

Se tienen los siguientes datos del consultorio 1.

Dimensiones = 4 metros x 4 metros.

Área = 16 *metros*<sup>2</sup>.

Altura total = 2.46 metros.

Altura del área de trabajo = 1 metro.

Altura del área de trabajo a la luminaria (cavidad de cuarto) = 1.46 metros.

Área muy Limpia.

Nivel de iluminación recomendada por la S.M.I.I. (Cuarto de reconocimiento y tratamiento) = 300 luxes.

Reflectancia del piso de 20%.

Reflectancia de pared de 70%.

Reflectancia de techo de 80%.

Horas de operación por año = (12 horas) (320 días) = 3840 horas por año.

#### **Candelas requeridas**

Se utiliza el método de punto por punto para calcular las candelas requeridas.

Cavidad de cuarto = 1.46 m

Nivel de iluminación mínimo requerido = 300 luxes

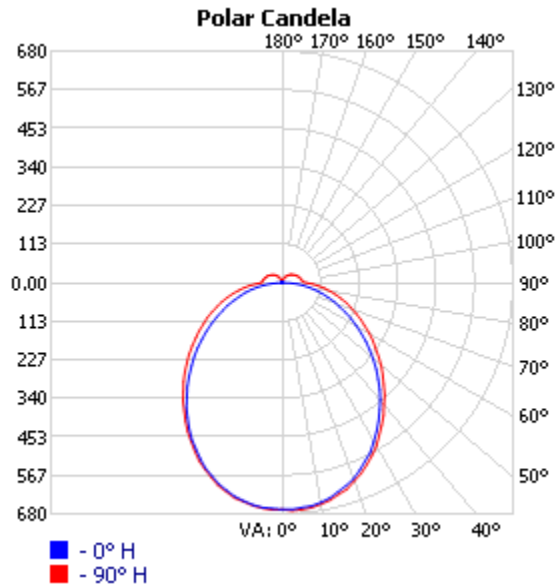
$I = (300) (1.46 \text{ m})^2 = 639.48$  candelas

Se elige un luminario con una curva de distribución que tenga un valor igual o similar a 639.48 candelas a cero grados.

#### **Luminaria para consultorio 1**

Se selecciona el luminario, tipo LED, flujo luminoso de 2039.2 lúmenes y 16.91 Watts de potencia.

En la figura 3.8 se muestra la curva de curva que esta luminaria presenta. Donde se encuentran las candelas a diferentes grados que la luminaria suministra. Rojo a 90° y azul a 0°-



**Figura 3.8 Curva fotométrica del luminario**

Nota: Adaptado de Polar Candela, por AcuityBrands, 2021, (<https://www.visual-3d.com/tools/PhotometricViewer/Default.aspx?ID=180392>)

En la Tabla 3.20 se observa las candelas del luminario a 0 grados con un valor de 666 candelas. Con esto cumple con las candelas requeridas.

**Tabla 3.20**  
**Candelas a 0° de la luminaria**

Mesa Candela - Tipo C																	
	0	22.5	45	67.5	90	112.5	135	157.5	180	202.5	225	247.5	270	292.5	315	337.5	360
0	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666	666
5	663	665	666	668	670	665	666	664	663	663	663	663	665	662	665	662	663
10	656	658	658	660	661	659	658	654	651	652	651	653	653	654	653	654	656
15	636	639	644	644	644	643	637	638	632	632	633	635	636	636	636	637	636
20	614	615	620	620	620	620	615	609	604	604	606	609	609	614	612	609	614
25	578	582	589	589	590	589	585	577	571	573	572	576	578	578	579	580	578
30	539	545	551	555	554	549	545	537	532	530	534	538	537	541	541	539	539

Nota: Modificado de Polar Candela, por AcuityBrands, 2021, (<https://www.visual-3d.com/tools/PhotometricViewer/Default.aspx?ID=180392>).

A continuación se calcula la Relación de cavidad de cuarto teniendo los siguientes datos:

Constante para pisos planos= 5

Cavidad de cuarto = 1.46 metros

Largo de Consultorio 1= 4 metros

Ancho de Consultorio 1= 4 metros

Area de Consultorio 1 = 16 m<sup>2</sup>

$$\text{Relación de Cavidad de cuarto} = \frac{(5)(1.46)(4 + 4)}{16} = 3.65$$

En la Tabla 3.21 se aprecian los coeficientes de utilización de la luminaria, para conocer el coeficiente de utilización para una relación de cavidad de cuarto de 3.65 para los porcentajes de reflectancia previamente establecidos, se interpolan los valores.

**Tabla 3.21**  
**Coeficientes de utilización**

Coeficientes de utilización: método de cavidad zonal																			
												Reflectancia efectiva de la cavidad del piso: 20%							
RCC %:	80				70				50			30		10		0			
% LE:	70	50	30	0	70	50	30	0	50	30	20	50	30	20	50	30	20	0	
RCR: 0	1.17	1.17	1.17	1.17	1.14	1.14	1.14	.93	1.07	1.07	1.07	1.01	1.01	1.01	.95	.95		.95	.93
1	1.06	1.01	.96	.92	1.02	.98	.94	.76	.92	.89	.86	.87	.84	.82	.82	.80		.78	.75
2	.96	.87	.80	.74	.93	.85	.78	.64	.80	.75	.70	.76	.71	.67	.72	.68	sesenta y cinco	.62	.62
3	.88	.77	.68	.62	.84	.75	.67	.54	.70	.64	.59	.67	.61	.57	.63	.59		.55	.52
4	.80	.68	.59	.52	.77	.66	.58	.46	.63	.55	.50	.59	.53	.48	.56	.51		.47	.45
5	.74	.61	.52	.45	.71	.59	.51	.40	.56	.49	.43	.53	.47	.42	.51	.45		.41	.39
6	.68	.55	.46	.39	.66	.53	.45	.36	.51	.43	.38	.48	.42	.37	.46	.40		.36	.34
7	.63	.50	.41	.35	.61	.48	.40	.32	.46	.39	.33	.44	.38	.33	.42	.36		.32	.30
8	.59	.45	.37	.31	.57	.44	.36	.28	.42	.35	.30	.40	.34	.29	.39	.33		.29	.27
9	.55	.41	.33	.28	.53	.41	.33	.26	.39	.32	.27	.37	.31	.26	.36	.30		.26	.24
10	.51	.38	.30	.25	.50	.38	.30	.23	.36	.29	.24	.35	.28	.24	.33	.28		.24	.22

Nota: Modificado de Polar Candela, por AcuityBrands, 2021, (<https://www.visual-3d.com/tools/PhotometricViewer/Default.aspx?ID=180392>).

Se interpolan los valores de cavidad de cuarto entre 3 y 4. De 3 a 4 existe una separación de 1, de 3 a 3.65 se tiene una separación de 0.65 y de 3.65 a 4 una separación de 0.35.

$$\frac{0.88 - 0.80}{1} = 0.08$$

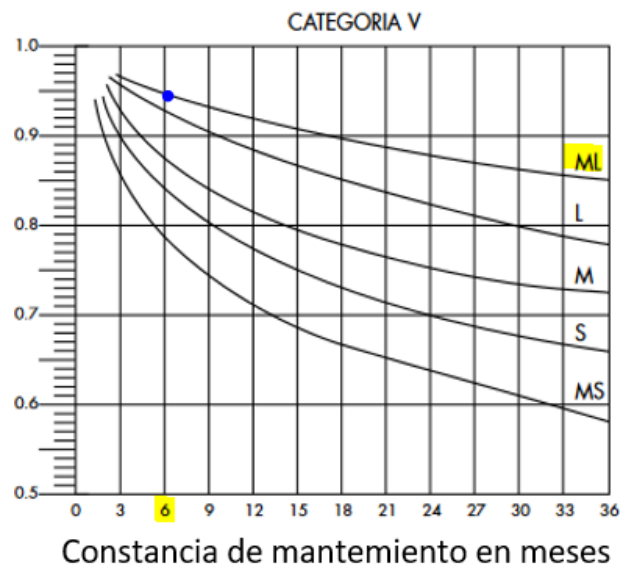
$$\text{Coeficiente de utilización} = 0.88 - (0.08 * 0.65) = 0.828$$

$$\text{Coeficiente de utilización} = 0.8 + (0.08 * 0.35) = 0.828$$

Se calcula el Factor de Mantenimiento multiplicando el valor de depreciación de los lúmenes de la lámpara (LLD) y La suciedad acumulada en los luminarios (LDD).

El valor de depreciación de los lúmenes de la lámpara (LLD) se encuentra en el catalogo de la luminaria con un valor de 0.9.

Con la Figura 3.9 se obtiene la suciedad acumulada en los luminarios (LDD), el luminario tiene un embolvente traslucido sin averturas por lo que es categoria V, el área es muy limpia y se propone un mantenimiento cada 6 meses.



**Figura 3.9 Curva de degradación por suciedad del luminario**

Nota: Adaptado de *CURVAS DE DEGRADACIÓN POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO* (IES 9NA. EDICIÓN) (p.139), por HOLOPHANE, 2011.

Y = LDD

X= Meses

ML = Muy limpio

L= Limpio

S= Sucio

MS= Muy sucio

$$LLD=0.9 \quad LDD= 0.955$$

$$\text{Factor de mantenimiento} = (0.9)(0.955) = 0.8595$$

Se calcula el número de luminarios

$$\text{Número de luminarios} = \frac{(300\text{luxes})(16\text{m}^2)}{(2039.2 \text{lumenes})(0.8595)(0.828)}$$

**Número de luminarios = 3.30 ≈ 3**

Se requiere conocer cuál es el espaciamiento máximo entre luminarios , este dato se encuentra el catalogo del luminario.

**Factor de espaciamiento= 1.21**

Contando con el factor de espaciamiento se calcula el espaciamiento máximo y el espaciamiento real entre luminarios.

$$\text{Espaciamiento máximo} = (1.21)(1.46\text{m}) = 1.7666 \text{ m}$$

$$\text{Espaciamiento real} = \sqrt{\frac{16\text{m}^2}{3 \text{Luminarios}}} = 2.309 \text{ m}$$

Como el espaciamiento real es mayor al espaciamiento máximo, se considera un número de luminarios igual a 6 .



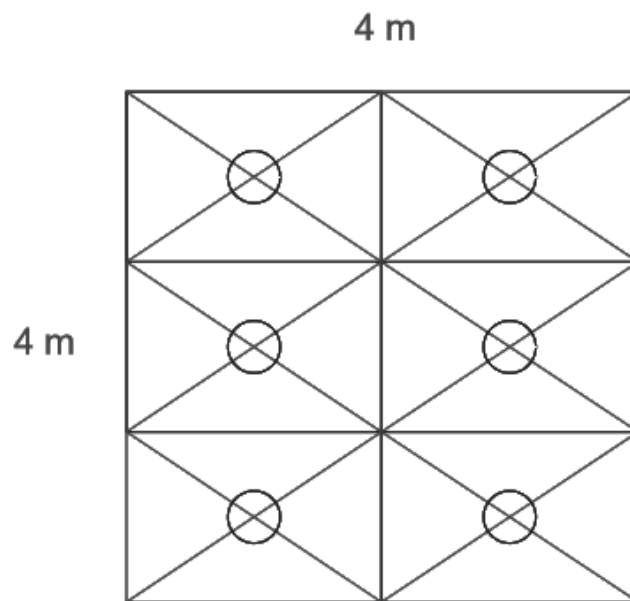
$$Espaciamiento\ real = \sqrt{\frac{16m^2}{6\ Luminarios}} = 1.632\ m$$

Calculamos la distribución de las luminarias dividiendo el ancho y largo de la zona entre el espaciamento real entre luminarios.

$$Columnas = \frac{4m}{1.632m} = 2.449 \approx 2$$

$$Filas = \frac{4m}{1.632m} = 2.449 \approx 3$$

En la figura 3.10 se observa la distribución de las luminarias en el Consultorio 1 de la propuesta 1.



**Figura 3.10 Distribución de luminarias para Consultorio 1 de la propuesta 1**

El procedimiento anterior es representado por medio de tablas para los siguientes casos.

### 3.7.2 Sistema de iluminación de clínica propuesta 1

Se calculan las candelas requeridas en cada zona (ver Tabla 3.22) multiplicando la cavidad de cuarto (distancia del área de trabajo a la luminaria) al cuadrado, por los luxes requeridos por la NOM-025-STPS-2008, en caso de que en dicha norma no se encuentre el tipo de zona de estudio, el nivel de iluminación es tomado por lo recomendado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (S.M.I.I.).

$$\text{Intensidad luminosa} = \text{Cavidad de cuarto}^2 \times \text{Nivel de iluminación normalizado}$$

Se selecciona un luminario con una curva de distribución que tenga un valor igual o similar candelas calculadas a cero grados.

En la Tabla 3.22 se documentan las luminarias seleccionadas para cada zona.

Tabla 3.22  
*Intensidad luminosa para cada zona propuesta 1*

<b>Intensidad luminosa para cada zona de propuesta 1</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cavidad de cuarto (m)</b>	<b>Organización O norma consultada</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (luxes)</b>	<b>Intensidad luminosa (Candelas)</b>
Habitación 1	1.86	S.M.I.I.	30	103.788
Habitación 2	1.86	S.M.I.I.	30	103.788
Almacén sección 1	1.36	NOM-025-STPS-2008	100	184.96
Consultorio 1	1.46	S.M.I.I.	300	639.48
Almacén sección 1	1.36	NOM-025-STPS-2008	100	184.96
Almacén sección 2	1.36	NOM-025-STPS-2008	100	184.96
Baño 3	1.26	S.M.I.I.	60	95.256
Quirófano	1.43	S.M.I.I.	600	1226.94
Cuarto de ropa	1.36	S.M.I.I.	200	369.92
Consultorio 2	1.46	S.M.I.I.	300	639.48
Sala de espera quirófano	1.27	NOM-025-STPS-2008	100	161.29
Pasillo 2	1.46	NOM-025-STPS-2008	50	106.58

Tabla 3.22

*Intensidad luminosa para cada zona propuesta 1 (continuación)*

<b>Intensidad luminosa para cada zona de propuesta 1</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cavidad de cuarto (m)</b>	<b>Organización O norma consultada</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (luxes)</b>	<b>Intensidad luminosa (Candelas)</b>
<b>Sala de espera habitaciones</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	100	213.16
<b>Sala de espera sección 1</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	100	213.16
<b>Sala de espera sección 2</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	100	213.16
<b>Sala de espera sección 3</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	100	213.16
<b>Sala de espera sección 4</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	100	213.16
<b>Signos vitales</b>	1.46	S.M.I.I.	300	639.48
<b>Baño 1</b>	1.24	S.M.I.I.	60	92.256
<b>Baño 2</b>	1.26	S.M.I.I.	60	95.256
<b>Farmacia</b>	1.43	S.M.I.I.	600	1226.94
<b>Escaleras</b>	1.94	NOM-025-STPS-2008	100	376.36

En la Tabla 3.23 se observa los datos de cada luminaria.

**Tabla 3.23**

**Datos de luminarias seleccionadas zona propuesta 1**

<b>Datos de luminarias seleccionadas propuesta 1</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Tipo de lámpara</b>
Consultorio 1	LED
Consultorio 2	LED
Pasillo	LED
Signos vitales	LED
Baño 1	LED
Baño 2	LED
Farmacia	LED
Sala de espera sección 1	LED
Sala de espera sección 2	LED
Sala de espera sección 3	LED
Sala de espera sección 4	LED
Escaleras	LED
Quirófano	LED
Pasillo 2	LED
Habitación 1	LED
Habitación 2	LED
Almacén sección 1	LED
Almacén sección 2	LED
Baño 3	LED
Cuarto de ropa	LED
Sala de espera quirófano	LED
Sala de espera habitaciones	LED

En la Tabla 3.24 se observan las luminarias seleccionadas y si su colocación es normal o colgada.

**Tabla 3.24**

***Luminarias seleccionadas por zona propuesta 1***

<b>Luminarias seleccionadas propuesta 1</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Colocación</b>
<b>Consultorio 1</b>	LED	NORMAL
<b>Consultorio 2</b>		
<b>Pasillo</b>	LED	NORMAL
<b>Signos vitales</b>	LED	NORMAL
<b>Baño 1</b>	LED	NORMAL
<b>Baño 2</b>		NORMAL
<b>Farmacia</b>	LED	NORMAL
<b>Sala de espera sección 1</b>	LED	NORMAL
<b>Sala de espera sección 2</b>		NORMAL
<b>Sala de espera sección 3</b>		NORMAL
<b>Sala de espera sección 4</b>		NORMAL
<b>Escaleras</b>	LED	COLGANTE
<b>Quirófano</b>	LED	NORMAL

**Tabla 3.24**

*Luminarias seleccionadas por zona propuesta 1*

<b>Luminarias seleccionadas propuesta 1</b>		
<b>Zona</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Colocación</b>
<b>Pasillo 2</b>	LED	NORMAL
<b>Habitación 1</b>		
<b>Habitación 2</b>	LED	NORMAL
<b>Almacén sección 1</b>	LED	COLGANTE
<b>Almacén sección 2</b>		
<b>Baño 3</b>	LED	NORMAL
<b>Cuarto de ropa</b>	LED	COLGANTE
<b>Sala de espera quirófano</b>	LED	COLGANTE
<b>Sala de espera habitaciones</b>	LED	NORMAL

En la Tabla 3.25 se observan los datos eléctricos de las luminarias seleccionadas para cada zona. La curva fotométrica de cada luminaria seleccionada se observa en los anexos.

**Tabla 3.25**

***Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 1***

<b>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 1</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Potencia en Watts</b>	<b>Candelas a cero grados</b>	<b>Lúmenes</b>	<b>Tensión (Volts)</b>
<b>Consultorio 1</b>	LED	16.91	666	2039	120-277
<b>Consultorio 2</b>	LED	16.91	666	2039	120-277
<b>Pasillo</b>	LED	13.2	109	471.9	120-277
<b>Signos vitales</b>	LED	16.91	666	2039	120-277
<b>Baño 1</b>	LED	13.2	109	471.9	120-277
<b>Baño 2</b>	LED	13.2	109	471.9	120-277
<b>Farmacia</b>	LED	25.56	1230	3237.2	120-277
<b>Sala de espera sección 1</b>	LED	9.33	219	655.7	120-277
<b>Sala de espera sección 2</b>	LED	9.33	219	655.7	120-277
<b>Sala de espera sección 3</b>	LED	9.33	219	655.7	120-277
<b>Sala de espera sección 4</b>	LED	9.33	219	655.7	120-277
<b>Escaleras</b>	LED	31.83	357	2500	120-277
<b>Quirófano</b>	LED	25.56	1230	3237.2	120-277
<b>Pasillo 2</b>	LED	13.2	109	471.9	120-277
<b>Habitación 1</b>	LED	13.2	109	471.9	120-277
<b>Habitación 2</b>	LED	13.2	109	471.9	120-277
<b>Almacén sección 1</b>	LED	9.33	219	655.7	120-277
<b>Almacén sección 2</b>	LED	9.33	219	655.7	120-277
<b>Baño 3</b>	LED	13.2	109	471.9	120-277

Tabla 3.25

Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 1 (continuación)

Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 1					
Descripción	Luminaria seleccionada	Potencia en Watts	Candelas a cero grados	Lúmenes	Tensión (Volts)
Cuarto de ropa	LED	31.83	357	2500	120-277
Sala de espera quirófano	LED	9.33	219	655.7	120-277
Sala de espera habitaciones	LED	9.33	219	655.7	120-277

Se calculará la relación de cavidad de cuarto (R.C.C) para cada zona con la siguiente formula.

$$R.C.C = \frac{(Constante techos planos)(Cavidad de cuarto)(Largo + Ancho)}{\text{Área}}$$

En la Tabla 3.26 se registran los resultados.

Tabla 3.26

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 1

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 1						
Descripción	Constante para pisos	Cavidad de cuarto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Relación de Cavidad de cuarto calculada
Consultorio 1	5	1.46	4	4	16	3.65
Consultorio 2	5	1.46	3.53	5.23	18.461	3.463
Pasillo	5	1.46	4	1.23	4.92	7.759
Signos vitales	5	1.46	2.9	1.84	5.336	6.484
Baño 1	5	1.24	1.35	1.15	1.5525	9.983
Baño 2	5	1.26	1.75	1.28	2.24	8.521
Farmacia	5	1.43	1.75	3.95	6.9125	5.895



Tabla 3.26

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 1.

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 1						
Descripción	Constante para pisos	Cavidad de cuarto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Relación de Cavidad de cuarto calculada
Sala de espera sección 2	5	1.46	3.39	1.9	6.441	5.995
Sala de espera sección 3	5	1.46	5.23	1.37	7.165	6.724
Sala de espera sección 4	5	1.46	2	1.35	2.7	9.057
Escaleras sección 1	2.5	1.94	1.5	1.35	2.025	6.825
Escaleras sección 2	2.5	1.94	1.5	1.35	2.025	6.825
Quirófano	5	1.43	4	5.23	20.92	3.154
Pasillo 2	5	1.46	1.5	2.5	3.75	7.786
Habitación 1	5	1.86	4.08	3.19	13.015	5.194
Habitación 2	5	1.86	3.73	4	14.92	4.818
Almacén sección 1	5	1.36	3.23	1.75	5.652	5.990
Almacén sección 2	5	1.36	1.5	1.25	1.875	9.9733
Baño 3	5	1.26	1.5	2.4	3.6	6.825
Cuarto de ropa	5	1.36	1.5	1.6	2.4	8.783
Sala de espera quirófano	5	1.27	1	1.75	1.75	9.978
Sala de espera habitaciones	5	1.46	1.15	3.19	3.668	8.636

Debido a que en los catálogos no se encuentra la relación de cavidad de cuarto exacta que fue calculada, se interpolan los valores para conocer el coeficiente de utilización de cada zona. Para cada caso se consideraron los siguientes % de reflectancia. En la Tabla 3.27 se encuentran los coeficientes de utilización interpolados.

% Reflectancia de piso = 20%

% Reflectancia de pared= 70%

% Reflectancia de techo = 80%

**Tabla 3.27**

**Coefficiente de utilización interpolado**

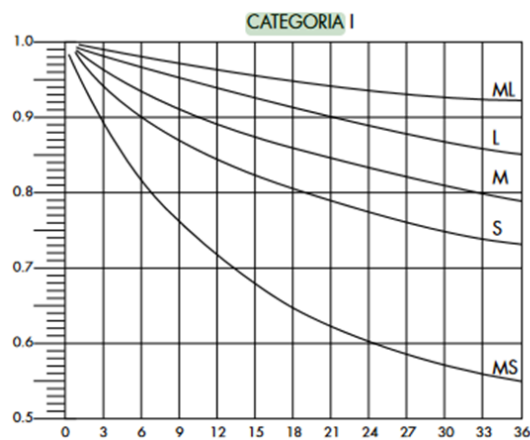
<b>Coefficiente de utilización interpolado</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 1</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 1</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización Interpolado</b>
Consultorio 1	3.65	3	4	0.88	0.8	0.828
Consultorio 2	3.463	3	4	0.88	0.8	0.842
Pasillo	7.759	7	8	0.6	0.55	0.562
Signos vitales	6.484	6	7	0.68	0.63	0.655
Baño 1	9.983	9	10	0.52	0.48	0.480
Baño 2	8.521	7	8	0.6	0.46	0.386
Farmacia	5.895	5	6	0.76	0.71	0.715
Sala de espera sección 1	9.453	9	10	0.55	0.52	0.536
Sala de espera sección 2	5.995	5	6	0.75	0.69	0.690
Sala de espera sección 3	6.724	6	7	0.69	0.64	0.653
Sala de espera sección 4	9.057	9	10	0.55	0.52	0.548
Escaleras sección 1	6.825	6	7	0.37	0.34	0.345
Escaleras Sección 2	6.825	6	7	0.37	0.34	0.345
Quirófano	3.154	3	4	0.89	0.82	0.879
Pasillo 2	7.786	7	8	0.6	0.55	0.560
Habitación 1	5.194	5	6	0.7	0.64	0.688
Habitación 2	4.818	4	5	0.76	0.7	0.710
Almacén sección 1	5.990	5	6	0.75	0.69	0.690
Almacén sección 2	9.973	9	10	0.55	0.52	0.520

**Tabla 3.27**  
**Coefficiente de utilización interpolado (Continuación)**

Descripción	Relación de cavidad de cuarto	Relación de cavidad de cuarto		Coeficiente de utilización catalogo 1	Coeficiente de utilización catalogo 2	Coeficiente de utilización Interpolado
		1	2			
Baño 3	6.825	6	7	0.64	0.6	0.607
Cuarto de ropa	8.783	8	9	0.32	0.3	0.304
Sala de espera quirófano	9.978	9	10	0.55	0.52	0.520
Sala de espera habitaciones	8.6362	8	9	0.59	0.55	0.564

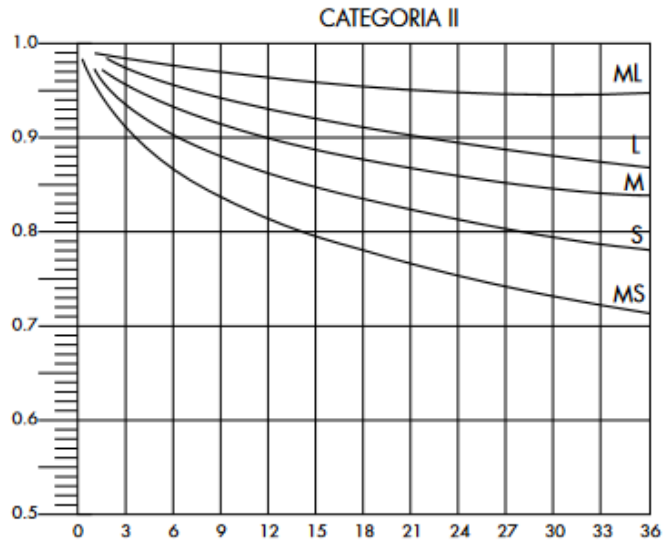
Se calcula el Factor de Mantenimiento multiplicando el valor de depreciación de los lúmenes de cada lámpara (LLD) y La suciedad acumulada en los luminarios (LDD). El valor de depreciación de los lúmenes de la lámpara (LLD) se encuentra en el catalogo de cada luminario. La suciedad acumulada en los luminarios (LDD).

En las figuras 3.14 a 1.19 se obtiene con la curva de depreciación de luminario de cada categoría.



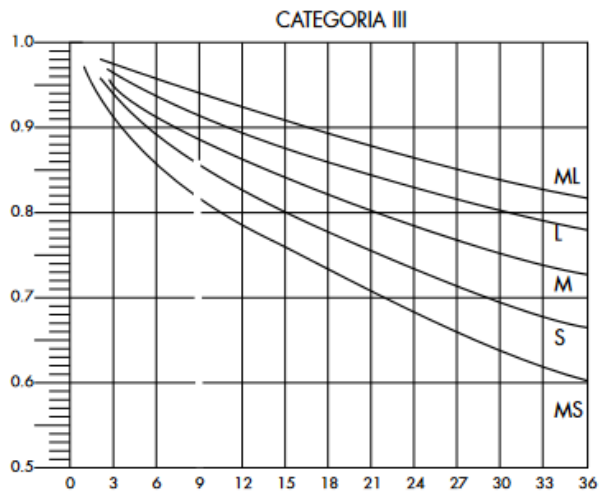
**Figura 3.11 Curva de degradación por suciedad del luminario categoría I**

Nota: Modificado de *CURVAS DE DEGRADACIÓN POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO* (IES 9NA. EDICIÓN) (p.139), por HOLOPHANE, 2011.



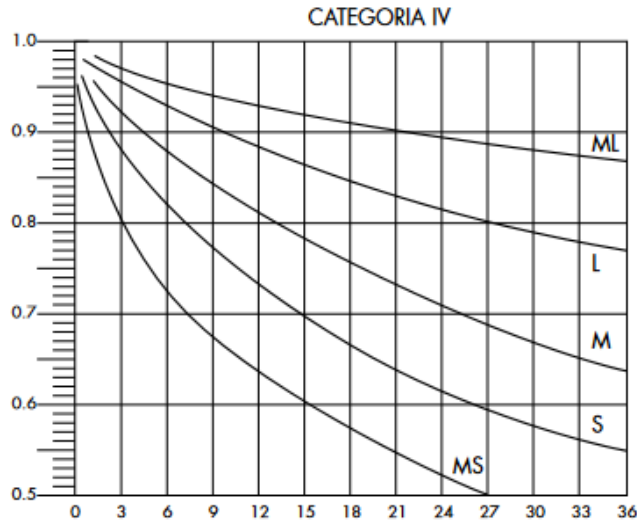
**Figura 3.12** Curva de degradación por suciedad del luminario categoría II

Nota: Adaptado de *CURVAS DE DEGRADACIÓN POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO* (IES 9NA. EDICIÓN) (p.139), por HOLOPHANE, 2011



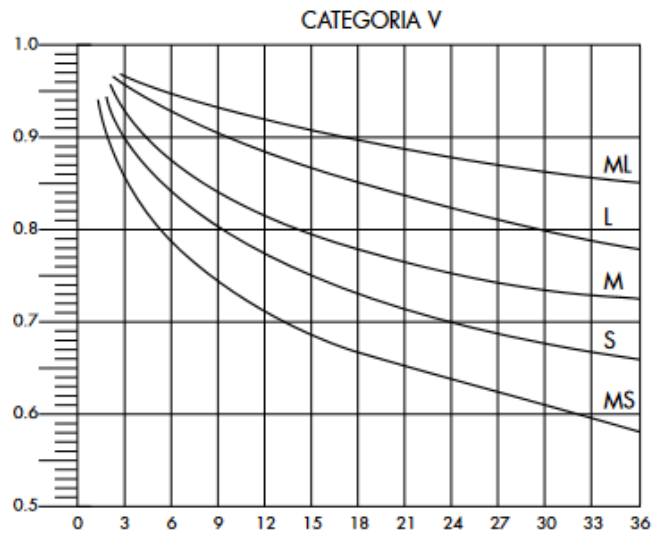
**Figura 3.13** Curva de degradación por suciedad del luminario categoría III

Nota: Adaptado de *CURVAS DE DEGRADACIÓN POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO* (IES 9NA. EDICIÓN) (p.139), por HOLOPHANE, 2011



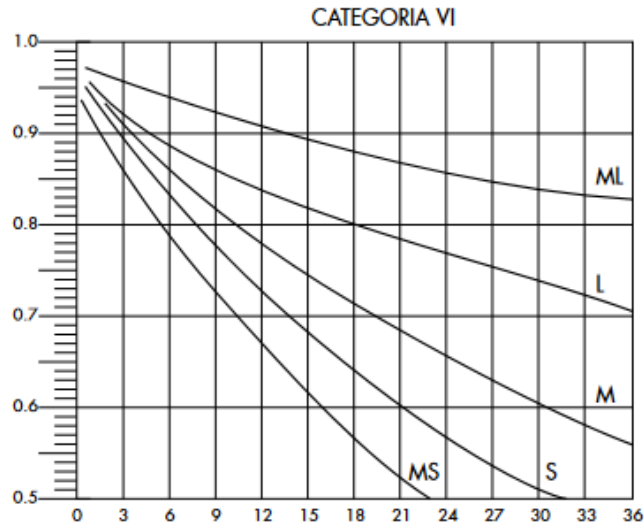
**Figura 3.14** Curva de degradación por suciedad del luminario categoría IV

Nota: Adaptado de *CURVAS DE DEGRADACIÓN POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO* (IES 9NA. EDICIÓN) (p.139), por HOLOPHANE, 2011



**Figura 3.15** Curva de degradación por suciedad del luminario categoría V

Nota: Adaptado de *CURVAS DE DEGRADACIÓN POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO* (IES 9NA. EDICIÓN) (p.139), por HOLOPHANE, 2011



**Figura 3.16** Curva de degradación por suciedad del luminario categoría VI

Nota: Adaptado de *CURVAS DE DEGRADACIÓN POR SUCIEDAD EN EL LUMINARIO* (IES 9NA. EDICIÓN) (p.139), por HOLOPHANE, 2011

Y = LDD

X= Meses

ML = Muy limpio

L= Limpio

S= Sucio

MS= Muy sucio

Para toda la clínica se considera un mantenimiento cada 6 meses.

Todas las áreas de la clínica son muy limpias. El Factor de mantenimiento se calcula multiplicando el LDD por el LLD.

En la Tabla 3.28 se encuentran los resultados.

Tabla 3.28

Factor de mantenimiento propuesta 1

<b>Factor de mantenimiento por zona para propuesta 1</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Categoría de luminaria</b>	<b>LLD</b>	<b>LDD</b>	<b>Factor de mantenimiento (LDD X LDD)</b>
<b>Consultorio 1</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Consultorio 2</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Pasillo</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Signos vitales</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Baño 1</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Baño 2</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Farmacia</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Sala de espera sección 1</b>	III	0.7	0.96	0.672
<b>Sala de espera sección 2</b>	III	0.7	0.96	0.672
<b>Sala de espera sección 3</b>	III	0.7	0.96	0.672
<b>Sala de espera sección 4</b>	III	0.7	0.96	0.672
<b>Escaleras sección 1</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Escaleras sección 2</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Pasillo 2</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Habitación 1</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Habitación 2</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Almacén sección 1</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Quirófano</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Almacén sección 2</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Baño 3</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Cuarto de ropa</b>	VI	0.7	0.94	0.658
<b>Sala de espera quirófano</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera habitaciones</b>	III	0.7	0.96	0.672

Se calcula el número de luminarias para cada caso por método de lumen

$$N.L = \frac{(N.I)(A)}{(F.L)(C.U)(F.M)}$$

En la Tabla 3.29 se registra el número de luminarias calculada para cada zona.

**Tabla 3.29**

***Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 1***

<b>Número de luminarias (N.L) calculadas por zona para propuesta 1</b>						
<b>Descripción</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>N.I (luxes)</b>	<b>F.L (lumen)</b>	<b>C.U</b>	<b>F.M</b>	<b>N.L calculadas</b>
<b>Consultorio 1</b>	16	300	2039	0.828	0.8595	3.307
<b>Consultorio 2</b>	18.46	300	2039	0.842	0.8595	3.7493
<b>Pasillo</b>	4.92	50	471.9	0.562	0.6685	1.3875
<b>Signos vitales</b>	5.33	300	2039	0.655	0.8595	1.392
<b>Baño 1</b>	1.55	60	471.9	0.480	0.6685	0.6143
<b>Baño 2</b>	2.24	60	471.9	0.386	0.6685	1.101
<b>Farmacia</b>	6.91	600	3237.2	0.715	0.8595	2.084
<b>Sala de espera sección 1</b>	3.39	100	655.7	0.536	0.672	1.434
<b>Sala de espera sección 2</b>	6.44	100	655.7	0.690	0.672	2.117
<b>Sala de espera sección 3</b>	7.16	100	655.7	0.653	0.672	2.4872
<b>Sala de espera sección 4</b>	2.7	100	655.7	0.548	0.672	1.1176
<b>Escaleras sección 1</b>	2.025	100	2500	0.345	0.686	0.34
<b>Escaleras sección 2</b>	2.025	100	2500	0.345	0.686	0.34
<b>Quirófano</b>	20.92	600	3237.2	0.879	0.8595	5.131
<b>Pasillo 2</b>	3.75	50	471.9	0.560	0.6685	1.060



Tabla 3.29

*Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 1 (Continuación)*

<b>Número de luminarias (N.L) calculadas por zona para propuesta 1</b>						
<b>Descripción</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>N.I (luxes)</b>	<b>F.L (lumen)</b>	<b>C.U</b>	<b>F.M</b>	<b>N.L calculadas</b>
<b>Habitación 1</b>	13.0	30	471.9	0.688	0.668	1.798
	152				5	
<b>Habitación 2</b>	14.9	30	471.9	0.710	0.668	1.995
	2				5	
<b>Almacén sección 1</b>	5.65	100	655.7	0.690	0.686	1.819
	25					
<b>Almacén sección 2</b>	1.87	100	655.7	0.520	0.686	0.80
<b>Baño 3</b>	3.6	60	471.9	0.607	0.668	1.128
<b>Cuarto de ropa</b>	2.4	200	2500	0.304	0.658	0.958
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.75	100	655.7	0.520	0.686	0.747
<b>Sala de espera habitaciones</b>	3.66	100	655.7	0.564	0.672	1.474

Se requiere conocer cuál es el factor de espaciamiento, este dato se encuentra el catalogo del luminario.

Contando con el factor de espaciamiento se calcula el espaciamiento máximo y el espaciamiento real.

$$Espaciamiento\ máximo = (Factor\ de\ espaciamiento)(Cavidad\ de\ cuarto)$$

El espaciamiento real es calculado con la siguiente formula.

$$Espaciamiento\ real = \sqrt{\frac{Área}{Número\ de\ luminarias}}$$

En caso de que el espaciamiento real sea mayor al espaciamiento máximo, se cambia el número de luminarias por un número superior.

En la Tabla 3.30 se encuentra lo calculado.

Tabla 3.30

*Espaciamiento por zona propuesta 1*

Espaciamiento por zona para propuesta 1				
Descripción	Número de luminarios considerados	Factor de espaciamiento de catalogo	Espaciamiento máximo	Espaciamiento real
Consultorio 1	6	1.21	1.766	1.632
Consultorio 2	6	1.21	1.766	1.754
Pasillo	2	1.25	1.825	1.568
Signos vitales	2	1.21	1.766	1.633
Baño 1	1	1.25	1.55	1.245
Baño 2	1	1.25	1.575	1.496
Farmacia	3	1.2	1.716	1.517
Sala de espera sección 1	2	1.26	1.839	1.301
Sala de espera sección 2	2	1.26	1.839	1.794
Sala de espera sección 3	3	1.26	1.839	1.545
Sala de espera sección 4	1	1.26	1.839	1.643
Escaleras sección 1	1	1.33	2.5802	1.423
Escaleras sección 2	1	1.33	2.5802	1.423
Quirófano	8	1.2	1.716	1.617
Pasillo 2	2	1.25	1.825	1.369
Habitación 1	3	1.25	2.325	2.082
Habitación 2	3	1.25	2.325	2.230
Almacén sección 1	2	1.26	1.713	1.6811
Almacén sección 2	1	1.26	1.713	1.369
Baño 3	2	1.25	1.575	1.341
Cuarto de ropa	1	1.33	1.808	1.549
Sala de espera quirófano	1	1.26	1.6002	1.322
Sala de espera habitaciones	2	1.26	1.839	1.354

Calculamos la distribución de las luminarias dividiendo el ancho y largo de la zona entre el espaciamiento real

$$Columnas = \frac{Largo}{Espaciamiento\ real}$$

$$Filas = \frac{Ancho}{Espaciamiento\ real}$$

En la Tabla 3.31 se registran los resultados.

**Tabla 3.31**

***Distribución de luminarias***

<b>Distribución de luminarias</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Espaciamiento real (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Columnas</b>	<b>Filas</b>
<b>Consultorio 1</b>	1.632	4	4	2.449	2.449
<b>Consultorio 2</b>	1.754	3.53	5.23	2.012	2.981
<b>Pasillo</b>	1.568	4	1.23	2.55	0.784
<b>Signos vitales</b>	1.633	2.9	1.84	1.775	1.126
<b>Signos vitales</b>	1.633	2.9	1.84	1.775	1.126
<b>Baño 1</b>	1.245	1.35	1.15	1.083	0.922
<b>Baño 2</b>	1.496	1.75	1.28	1.169	0.855
<b>Baño 3</b>	1.341	1.5	2.4	1.118	1.788
<b>Almacén sección 1</b>	1.681	3.23	1.75	1.9213	1.0409
<b>Almacén sección 2</b>	1.369	1.5	1.25	1.095	0.9128
<b>Sala de espera habitaciones</b>	1.354	1.15	3.19	0.849	2.355
<b>Sala de espera sección 1</b>	1.301	3.39	1	2.603	0.768
<b>Sala de espera sección 2</b>	1.794	3.39	1.9	1.889	1.058

Tabla 3.31

*Distribución de luminarias (Continuación)*

<b>Distribución de luminarias</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Espaciamiento real (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Columnas</b>	<b>Filas</b>
<b>Sala de espera sección 3</b>	1.545	5.23	1.37	3.384	0.886
<b>Sala de espera sección 4</b>	1.643	2	1.35	1.217	0.8215
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.322	1	1.75	0.755	1.322
<b>Cuarto de ropa</b>	1.549	1.5	1.6	0.968	1.032
<b>Farmacia</b>	1.517	1.75	3.95	1.152	2.602
<b>Escaleras sección 1</b>	1.423	1.5	1.35	1.054	0.094
<b>Escaleras sección 2</b>	1.423	1.5	1.35	1.054	0.094
<b>Quirófano</b>	1.617	4	5.23	2.473	3.2341
<b>Pasillo 2</b>	1.369	1.5	2.5	1.0954	1.8257
<b>Habitación 1</b>	2.082	4.08	3.19	1.958	1.5315
<b>Habitación 2</b>	2.230	3.73	4	1.6725	1.7936

Se considera un número aproximado al calculado para columnas y filas. La distribución de luminarias para cada zona.

En la Figura 3.17 se muestra la distribución de luminaria de la propuesta 1 en la planta baja de la clínica.

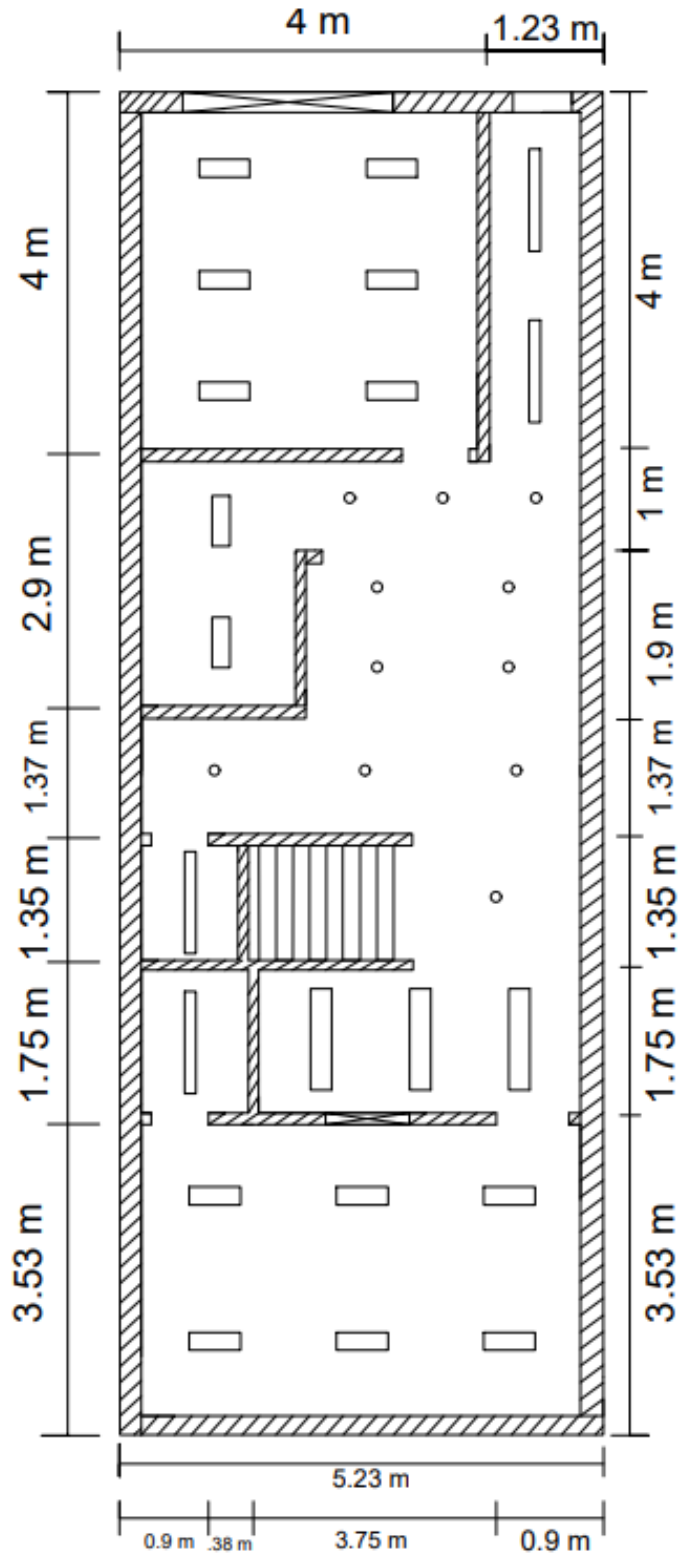


Figura 3.17 Plano de distribución de luminarias en la planta baja propuesta 1

En la figura 3.18 se muestra la distribución de luminaria de la propuesta 1 en la primera planta de la clínica.

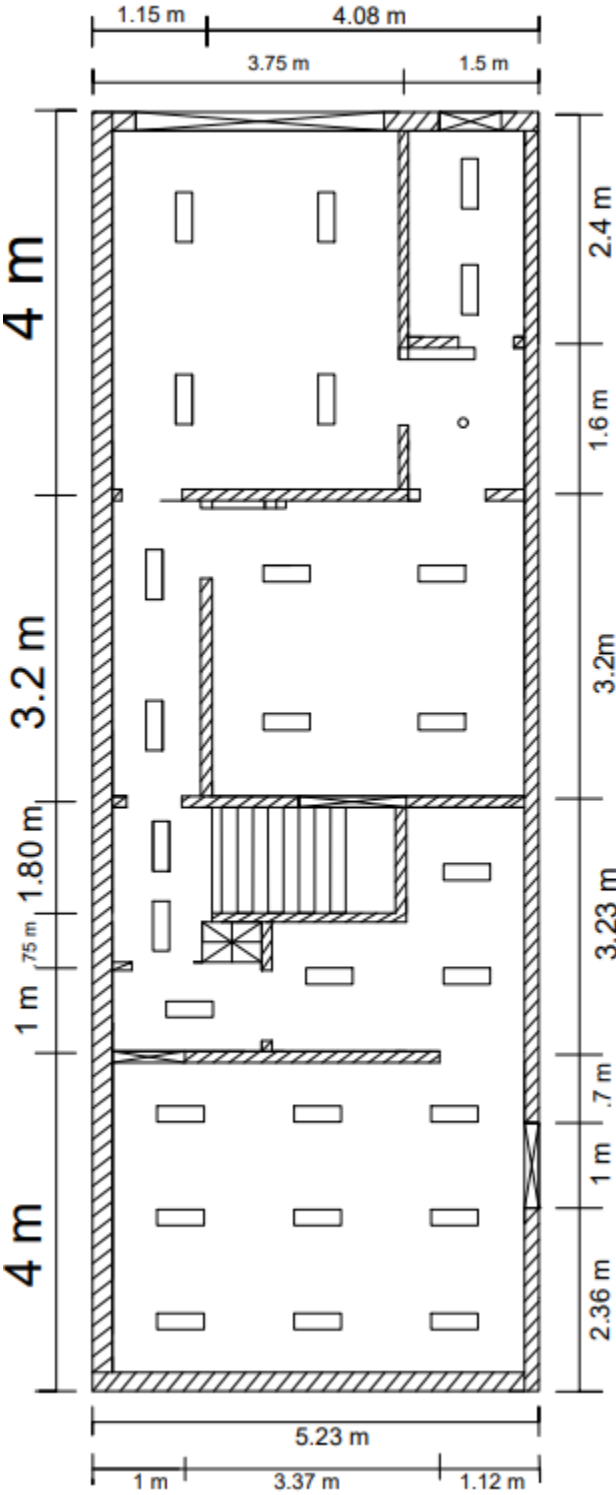


Figura 3.18 Plano de distribución de luminarias en el primer piso propuesta 1

Los procedimientos anteriormente realizados, se llevarán a cabo de nuevo para el desarrollo de las siguientes dos propuestas.

### **3.7.3 Sistema de iluminación de clínica propuesta 2**

En la Tabla 3.32 se calculan las candelas requeridas en cada zona en multiplicando la cavidad de cuarto (distancia del área de trabajo a la luminaria) al cuadrado, por los luxes requeridos por la NOM-025-STPS-2008, en caso de que en dicha norma no se encuentre el tipo de zona de estudio, el nivel de iluminación es tomado por lo recomendado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (S.M.I.I.).

$$\text{Intensidad lumniosa} = \text{Cavidad de cuarto}^2 \times \text{Nivel de iluminacion normalizado}$$

Se selecciona un luminario con una curva de distribución que tenga un valor igual o similar candelas calculadas a cero grados.

Tabla 3.32

*Intensidad luminosa para cada zona propuesta 2*

<b>Intensidad luminosa para cada zona de propuesta 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cavidad de cuarto (m)</b>	<b>Organización O norma consultada</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (luxes)</b>	<b>Intensidad luminosa (Candelas)</b>
<b>Consultorio 1</b>	1.45	S.M.I.I.	300	630.75
<b>Consultorio 2</b>	1.45	S.M.I.I.	300	630.75
<b>Pasillo</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	50	106.58
<b>Signos vitales</b>	1.45	S.M.I.I.	300	630.75
<b>Baño 1</b>	1.24	S.M.I.I.	60	92.256
<b>Baño 2</b>	1.26	S.M.I.I.	60	95.256
<b>Farmacia</b>	1.41	S.M.I.I.	600	1192.86
<b>Sala de espera sección 1</b>	1.35	NOM-025-STPS-2008	100	182.25
<b>Sala de espera sección 2</b>	1.35	NOM-025-STPS-2008	100	182.25
<b>Sala de espera sección 3</b>	1.35	NOM-025-STPS-2008	100	182.25
<b>Sala de espera sección 4</b>	1.35	NOM-025-STPS-2008	100	182.25
<b>Escaleras</b>	1.94	NOM-025-STPS-2008	100	376.36
<b>Quirófano</b>	1.41	S.M.I.I.	600	1192.86
<b>Pasillo 2</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	50	106.58
<b>Habitación 1</b>	1.86	S.M.I.I.	30	103.788
<b>Habitación 2</b>	1.86	S.M.I.I.	30	103.788
<b>Almacén sección 1</b>	1.35	NOM-025-STPS-2008	100	182.25
<b>Almacén sección 2</b>	1.35	NOM-025-STPS-2008	100	182.25
<b>Baño 3</b>	1.46	S.M.I.I.	60	127.896
<b>Cuarto de ropa</b>	1.43	S.M.I.I.	200	408.98
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.27	NOM-025-STPS-2008	100	161.29
<b>Sala de espera habitaciones</b>	1.25	NOM-025-STPS-2008	100	156.25



En la Tabla 3.33 se encuentran documentadas las luminarias seleccionadas para cada zona.

Tabla 3.33

**Datos de luminarias seleccionadas propuesta 2**

<b>Datos de luminarias seleccionadas propuesta 2</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Tipo de lámpara</b>
Consultorio 1	Fluorescente
Consultorio 2	Fluorescente
Pasillo	LED
Signos vitales	Fluorescente
Baño 1	LED
Baño 2	LED
Farmacia	LED
Sala de espera sección 1	LED
Sala de espera sección 2	LED
Sala de espera sección 3	LED
Sala de espera sección 4	LED
Sala de espera sección 4	LED
Escaleras	LED
Quirófano	LED
Pasillo 2	LED
Habitación 1	LED
Habitación 2	LED
Almacén sección 1	LED
Almacén sección 2	LED
Baño 3	LED
Cuarto de ropa	LED
Sala de espera quirófano	LED
Sala de espera habitaciones	LED

En la Tabla 3.34 se observan las luminarias seleccionadas y si su colocación es normal o colgante.

**Tabla 3.34**

***Luminarias seleccionadas por zona propuesta 2***

<b>Luminarias seleccionadas propuesta 2</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Colocación</b>
<b>Consultorio 1</b>	Fluorescente	Normal
<b>Consultorio 2</b>	Fluorescente	Normal
<b>Pasillo</b>	LED	Normal
<b>Signos vitales</b>	Fluorescente	Normal
<b>Baño 1</b>	LED	Normal
<b>Baño 2</b>		
<b>Farmacia</b>	LED	Normal
<b>Sala de espera sección 1</b>	LED	Colgante
<b>Sala de espera sección 2</b>		
<b>Sala de espera sección 3</b>		
<b>Sala de espera sección 4</b>		
<b>Escaleras</b>	LED	Colgante
<b>Quirófano</b>	LED	Normal
<b>Pasillo 2</b>	LED	Normal

Tabla 3.34

*Luminarias seleccionadas por zona propuesta 2*

<b>Luminarias seleccionadas propuesta 2</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Colocación</b>
<b>Habitación 1</b>	LED	Normal
<b>Habitación 2</b>		
<b>Almacén sección 1</b>	LED	Colgante
<b>Almacén sección 2</b>		
<b>Baño 3</b>	LED	Normal
<b>Cuarto de ropa</b>	LED	Colgante
<b>Sala de espera habitaciones</b>	LED	Colgante

En la Tabla 3.35 se registran los datos eléctricos de las luminarias seleccionadas para cada zona. La curva fotométrica de cada luminaria seleccionada se observa en los anexos.

**Tabla 3.35**

***Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 2***

<b>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 2</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Potencia en Watts</b>	<b>Candelas a cero grados</b>	<b>Lúmenes</b>	<b>Tensión (Volts)</b>
<b>Consultorio 1</b>	Fluorescente	54	634	4100	120-277
<b>Consultorio 2</b>	Fluorescente	54	634	4100	120-277
<b>Pasillo</b>	LED	17.7	113	1284.8	120-277
<b>Signos vitales</b>	Fluorescente	54	634	4100	120-277
<b>Baño 1</b>	LED	17.7	113	1284.8	120-277
<b>Baño 2</b>	LED	17.7	113	1284.8	120-277
<b>Farmacia</b>	LED	25.56	1203	3166.6	120-277
<b>Pasillo 2</b>	LED	17.7	113	1284.8	120-277
<b>Sala de espera sección 1</b>	LED	9.41	182	541.5	120-277
<b>Sala de espera sección 2</b>	LED	9.41	182	541.5	120-277
<b>Sala de espera sección 3</b>	LED	9.41	182	541.5	120-277
<b>Sala de espera sección 4</b>	LED	9.41	182	655.7	120-277
<b>quirófano</b>	LED	9.41	182	655.7	120-277
<b>Sala de espera habitaciones</b>	LED	12.9	380	1096.7	120-277
<b>Escaleras</b>	LED	25.56	1203	3166.6	120-277
<b>Quirófano</b>	LED	17.7	113	1284.8	120-277
<b>Habitación 1</b>	LED	17.7	113	1284.8	120-277

Tabla 3.35

Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 2 (Continuación)

Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 2					
Descripción	Luminaria seleccionada	Potencia en Watts	Candelas a cero grados	Lúmenes	Tensión (Volts)
Habitación 2	LED	17.7	113	1284.8	120-277
Almacén sección 1	LED	9.41	182	541.5	120-277
Almacén sección 2	LED	9.41	182	541.5	120-277
Baño 3	LED	17.7	113	1284.8	120-277
Cuarto de ropa	LED	35.4	414	2500	120-277

Se calculará la relación de cavidad de cuarto (R.C.C) para cada zona con la siguiente formula.

$$R.C.C = \frac{(Constante techos planos)(Cavidad de cuarto)(Largo + Ancho)}{\text{Área}}$$

Los resultados son registrados en la Tabla 3.36.

Tabla 3.36

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 2

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 2						
Descripción	Constante para pisos	Cavidad de cuarto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Relación de Cavidad de cuarto calculada
Consultorio 1	5	1.45	4	4	16	3.625
Consultorio 2	5	1.45	3.53	5.23	18.46	3.44
Pasillo	5	1.46	4	1.23	4.92	7.759
Signos vitales	5	1.45	2.9	1.84	5.33	6.44
Baño 1	5	1.24	1.35	1.15	1.5525	9.983
Baño 2	5	1.26	1.75	1.28	2.24	8.521
Farmacia	5	1.41	1.75	3.95	6.9125	5.813

Tabla 3.36

*Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 2 (Continuación)*

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 2						
Descripción	Constante para pisos	Cavidad de cuarto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Relación de Cavidad de cuarto calculada
Sala de espera sección 1	5	1.35	3.39	1	3.39	8.741
Sala de espera sección 2	5	1.35	3.39	1.9	6.441	5.543
Sala de espera sección 3	5	1.35	5.23	1.37	7.165	6.217
Sala de espera sección 4	5	1.35	2	1.35	2.7	8.375
Escaleras sección 1	2.5	1.94	1.5	1.35	2.025	6.825
Escaleras sección 2	2.5	1.94	1.5	1.35	2.025	6.825
Quirófano	5	1.41	4	5.23	20.92	3.11
Pasillo 2	5	1.46	1.5	2.5	3.75	7.786
Habitación 1	5	1.86	4.08	3.19	13.01	5.194
Habitación 2	5	1.86	3.73	4	14.92	4.818
Almacén sección 1	5	1.35	3.23	1.75	5.65	5.946
Almacén sección 2	5	1.35	1.5	1.25	1.87	9.9
Baño 3	5	1.46	1.5	2.4	3.6	7.908
Cuarto de ropa	5	1.43	1.5	1.6	2.4	9.235
Sala de espera quirófano	5	1.27	1	1.75	1.75	9.978
Sala de espera habitaciones	5	1.25	1.15	3.19	3.66	7.394

Debido a que en los catálogos no se encuentra la relación de cavidad de cuarto exacta que fue calculada, se interpolan los valores para conocer el coeficiente de utilización de cada zona. Para cada caso se consideraron los siguientes % de reflectancia. En la Tabla 3.37 se documentan los coeficientes de utilización.

% Reflectancia de piso = 20%

% Reflectancia de pared= 70%

% Reflectancia de techo = 80%

Tabla 3.37

**Coefficiente de utilización interpolado**

<b>Coefficiente de utilización interpolado</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 1</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 1</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización Interpolado</b>
<b>Consultorio 1</b>	3.625	3	4	0.46	0.42	0.435
<b>Consultorio 2</b>	3.44	3	4	0.46	0.42	0.442
<b>Pasillo</b>	7.759	7	8	0.54	0.5	0.5096
<b>Signos vitales</b>	6.44	6	7	0.35	0.33	0.3411
<b>Baño 1</b>	9.983	9	10	0.46	0.43	0.4304
<b>Baño 2</b>	8.521	8	9	0.5	0.46	0.4791
<b>Farmacia</b>	5.813	5	6	0.76	0.71	0.7193
<b>Sala de espera sección 1</b>	8.741	8	9	0.6	0.56	0.5703
<b>Sala de espera sección 2</b>	5.543	5	6	0.75	0.69	0.7173
<b>Sala de espera sección 3</b>	6.217	6	7	0.69	0.64	0.6791
<b>Sala de espera sección 4</b>	8.375	8	9	0.6	0.56	0.585
<b>Escaleras sección 1</b>	6.825	6	7	0.7	0.65	0.6587
<b>Escaleras sección 2</b>	6.825	6	7	0.7	0.65	0.6587
<b>Quirófano</b>	3.11	3	4	0.89	0.82	0.882
<b>Pasillo 2</b>	7.786	7	8	0.54	0.5	0.5085
<b>Habitación 1</b>	5.194	5	6	0.63	0.58	0.6202
<b>Habitación 2</b>	4.818	4	5	0.7	0.63	0.642

**Tabla 3.37**

*Coefficiente de utilización interpolado*

<b>Coefficiente de utilización interpolado</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 1</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 1</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización Interpolado</b>
<b>Sala de espera quirófano</b>	9.978	9	10	0.56	0.52	0.5208
<b>Sala de espera habitaciones</b>	7.394	7	8	0.64	0.6	0.6242
<b>Almacén sección 1</b>	5.946	5	6	0.75	0.69	0.6931
<b>Almacén sección 2</b>	9.9	9	10	0.56	0.52	0.524
<b>Baño 3</b>	7.908	7	8	0.54	0.4	0.4128
<b>Cuarto de ropa</b>	9.235	9	10	0.47	0.44	0.4629

Se calcula el Factor de Mantenimiento multiplicando el valor de depreciación de los lúmenes de cada lámpara (LLD) y La suciedad acumulada en los luminarios (LDD). El valor de depreciación de los lúmenes de la lámpara (LLD) se encuentra en el catalogo de cada luminario.

La suciedad acumulada en los luminarios (LDD) se obtiene con la curva de depreciación de luminario según la categoría como se muestra en la figura 3.14 a 3.19.

Para toda la clínica se considera un mantenimiento cada 6 meses.

Todas las áreas de la clínica son muy limpias. El Factor de mantenimiento se calcula multiplicando el LDD por el LLD, los resultados se muestran en la Tabla 3.38.



**Tabla 3.38**

**Factor de mantenimiento propuesta 2**

<b>Factor de mantenimiento por zona para propuesta 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Categoría de luminaria</b>	<b>LLD</b>	<b>LDD</b>	<b>Factor de mantenimiento (LDD X LDD)</b>
<b>Consultorio 1</b>	V	0.86	0.955	0.8213
<b>Consultorio 2</b>	V	0.86	0.955	0.8213
<b>Pasillo</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Signos vitales</b>	V	0.86	0.955	0.8213
<b>Baño 1</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Baño 2</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Farmacia</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Sala de espera sección 1</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Escaleras</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera sección 2</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera sección 3</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera sección 4</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Almacén sección 2</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Baño 3</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Cuarto de ropa</b>	II	0.8	0.98	0.784
<b>Sala de espera quirófano</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera habitaciones</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Quirófano</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Pasillo 2</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Habitación 1</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Habitación 2</b>	V	0.7	0.955	0.6685

Se calcula el número de luminarias para cada caso por método de lumen

$$N.L = \frac{(N.I)(A)}{(F.L)(C.U)(F.M)}$$

En la Tabla 3.39 se registra el número de luminarias calculada para cada zona.

**Tabla 3.39**

***Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 2***

<b>Número de luminarias (N.L) calculadas por zona para propuesta 2</b>						
<b>Descripción</b>	<b>A (m<sup>2</sup>)</b>	<b>N.I (luxes)</b>	<b>F.L (lumen)</b>	<b>C.U</b>	<b>F.M</b>	<b>N.L calculadas</b>
<b>Escaleras sección 1</b>	2.025	100	1096.7	0.6587	0.686	0.408
<b>Escaleras sección 2</b>	2.025	100	1096.7	0.6587	0.686	0.408
<b>Quirófano</b>	20.92	600	3166.6	0.882	0.8595	5.2272
<b>Pasillo 2</b>	3.75	50	1284.8	0.5085	0.6895	0.4162
<b>Habitación 1</b>	13.0152	30	1284.8	0.6202	0.6685	0.7329
<b>Habitación 2</b>	14.92	30	1284.8	0.642	0.6685	0.8108
<b>Almacén sección 1</b>	5.6525	100	541.5	0.6931	0.686	2.195
<b>Almacén sección 2</b>	1.87	100	541.5	0.524	0.686	0.963
<b>Baño 3</b>	3.6	60	1284.8	0.4128	0.6895	0.5906
<b>Cuarto de ropa</b>	2.4	200	3689.4	0.4629	0.784	0.3584
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.75	100	541.5	0.5208	0.686	0.904
<b>Sala de espera habitaciones</b>	3.66	100	541.5	0.6242	0.686	1.582
<b>Consultorio 1</b>	16	300	4100	0.435	0.8213	3.2769

Tabla 3.39

*Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 2 (Continuación)*

Número de luminarias (N.L) calculadas por zona para propuesta 2						
Descripción	A (m <sup>2</sup> )	N.I (luxes)	F.L (lumen)	C.U	F.M	N.L calculadas
Consultorio 2	18.4	300	4100	0.442	0.8213	3.7179
Pasillo	4.92	50	1284.8	0.5096	0.6895	0.5449
Signos vitales	5.33	300	4100	0.3411	0.8213	1.393
Baño 1	1.55	60	1284.8	0.4304	0.6895	0.2442
Baño 2	2.24	60	1284.8	0.4791	0.6895	0.316
Farmacia	6.91	600	3166.6	0.7193	0.8595	2.1184
Sala de espera sección 1	3.39	100	541.5	0.5703	0.686	1.6
Sala de espera sección 2	6.44	100	541.5	0.7173	0.686	2.4170
Sala de espera sección 3	7.16	100	541.5	0.6791	0.686	2.8402
Sala de espera sección 4	2.7	100	541.5	0.585	0.686	1.2424

Se requiere conocer cuál es el factor de espaciamiento, este dato se encuentra el catalogo del luminario.

Contando con el factor de espaciamiento se calcula el espaciamiento máximo y el espaciamiento real.

$$Espaciamiento\ máximo = (Factor\ de\ espaciamiento)(Cavidad\ de\ cuarto)$$

El espaciamiento real es calculado con la siguiente formula.

$$Espaciamiento\ real = \sqrt{\frac{Área}{Número\ de\ luminarias}}$$

En caso de que el espaciamiento real sea mayor al espaciamiento máximo, se cambia el número de luminarias por un número superior.

En la Tabla 3.40 se registra el espaciamiento real y el espaciamiento máximo calculado.

**Tabla 3.40**  
***Espaciamiento por zona propuesta 2***

<b>Espaciamiento por zona para propuesta 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Número de luminarios considerados</b>	<b>Factor de espaciamiento de catalogo</b>	<b>Espaciamiento o máximo</b>	<b>Espaciamiento real</b>
<b>Consultorio 1</b>	4	1.47	2.1315	2
<b>Consultorio 2</b>	5	1.47	2.1315	1.9215
<b>Pasillo</b>	1	2.64	3.8544	2.218
<b>Signos vitales</b>	2	1.47	2.1315	1.633
<b>Baño 1</b>	1	2.64	3.2736	1.245
<b>Baño 2</b>	1	2.64	3.3264	1.4966
<b>Farmacia</b>	3	1.2	1.692	1.517
<b>Sala de espera sección 1</b>	2	1.27	1.7145	1.301
<b>Sala de espera sección 2</b>	3	1.27	1.7145	1.465
<b>Sala de espera sección 3</b>	3	1.27	1.7145	1.545
<b>Sala de espera sección 4</b>	1	1.27	1.7145	1.643
<b>Almacén sección 1</b>	2	1.27	1.7145	1.681
<b>Almacén sección 2</b>	1	1.27	1.7145	1.369
<b>Quirófano</b>	8	1.2	1.692	1.617
<b>Escaleras sección 1</b>	1	1.25	2.425	1.423
<b>Escaleras sección 2</b>	1	1.25	2.425	1.423
<b>Baño 3</b>	1	2.64	3.8544	1.897

Tabla 3.40

Espaciamiento por zona propuesta 2 (Continuación)

Espaciamiento por zona para propuesta 2				
Descripción	Número de luminarios considerados	Factor de espaciamiento de catalogo	Espaciamiento máximo	Espaciamiento real
Cuarto de ropa	1	0.97	1.3871	1.549
Sala de espera quirófano	1	1.27	1.6129	1.322
Pasillo 2	1	2.64	3.8544	1.936
Sala de espera habitaciones	2	1.27	1.5875	1.354
Habitación 1	1	2.64	4.9104	3.607
Habitación 2	1	2.64	4.9104	3.862

Se calcula la distribución de las luminarias dividiendo el ancho y largo de la zona entre el espaciamiento real

$$Columnas = \frac{Largo}{Espaciamiento\ real}$$

$$Filas = \frac{Ancho}{Espaciamiento\ real}$$

En la Tabla 3.41 se registran las columnas y filas calculadas. Se considera un número aproximado al calculado para columnas y filas.

Tabla 3.41

*Distribución de luminarias*

<b>Distribución de luminarias</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Espaciamiento real (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Columnas</b>	<b>Filas</b>
<b>Almacén sección 2</b>	1.369	1.5	1.25	1.095	0.912
<b>Baño 3</b>	1.897	1.5	2.4	0.790	1.264
<b>Cuarto de ropa</b>	1.549	1.5	1.6	0.9682	1.0327
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.322	1	1.75	0.7559	1.322
<b>Sala de espera habitaciones</b>	1.354	1.15	3.19	0.849	2.355
<b>Consultorio 1</b>	2	4	4	2	2
<b>Consultorio 2</b>	1.9215	3.53	5.23	1.837	2.721
<b>Pasillo</b>	2.218	4	1.23	1.803	0.5545
<b>Signos vitales</b>	1.633	2.9	1.84	1.775	1.1264
<b>Baño 1</b>	1.245	1.35	1.15	1.083	0.922
<b>Baño 2</b>	1.4966	1.75	1.28	1.169	0.855
<b>Farmacia</b>	1.517	1.75	3.95	1.152	2.602
<b>Sala de espera sección 1</b>	1.301	3.39	1	2.603	0.768
<b>Sala de espera sección 2</b>	1.465	3.39	1.9	2.313	1.296
<b>Sala de espera sección 3</b>	1.545	5.23	1.37	3.384	0.886
<b>Sala de espera sección 4</b>	1.643	2	1.35	1.217	0.8215
<b>Escaleras sección 1</b>	1.423	1.5	1.35	1.054	0.9486
<b>Escaleras sección 2</b>	1.423	1.5	1.35	1.054	0.9486
<b>Quirófano</b>	1.617	4	5.23	2.473	3.2341
<b>Pasillo 2</b>	1.936	1.5	2.5	0.774	1.2909

**Tabla 3.41**  
**Distribución de luminarias (Continuación)**

<b>Distribución de luminarias</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Espaciamiento real (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Columnas</b>	<b>Filas</b>
<b>Habitación 1</b>	3.607	4.08	3.19	1.130	0.884
<b>Habitación 2</b>	3.862	3.73	4	0.965	1.035
<b>Almacén sección 1</b>	1.681	3.23	1.75	1.921	1.040

En la figura 3.19 se muestra la distribución de luminarias para cada zona de la planta baja de la clínica.

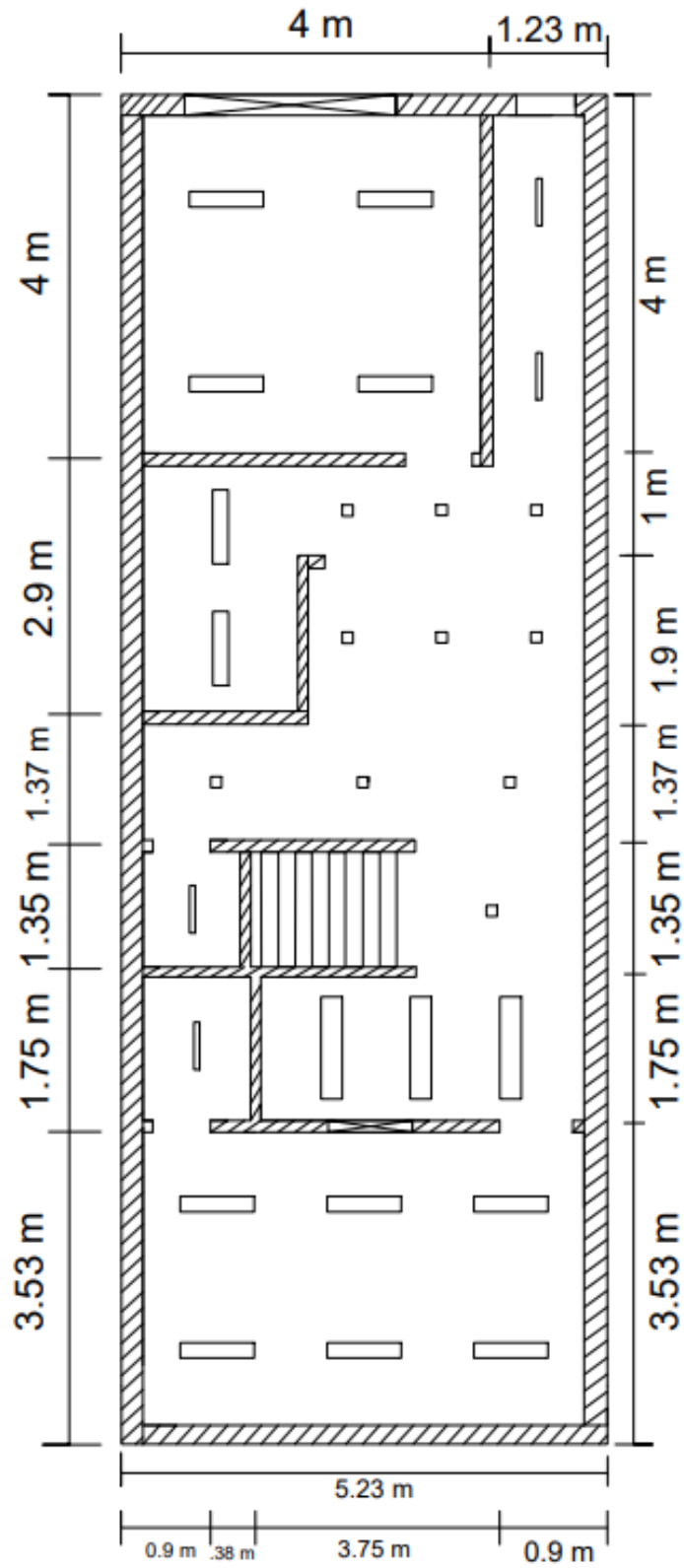


Figura 3.19 Plano de distribución de luminarias planta baja propuesta 2



En la figura 3.20 se muestra la distribución de luminarias para cada zona de la primera planta de la clínica.

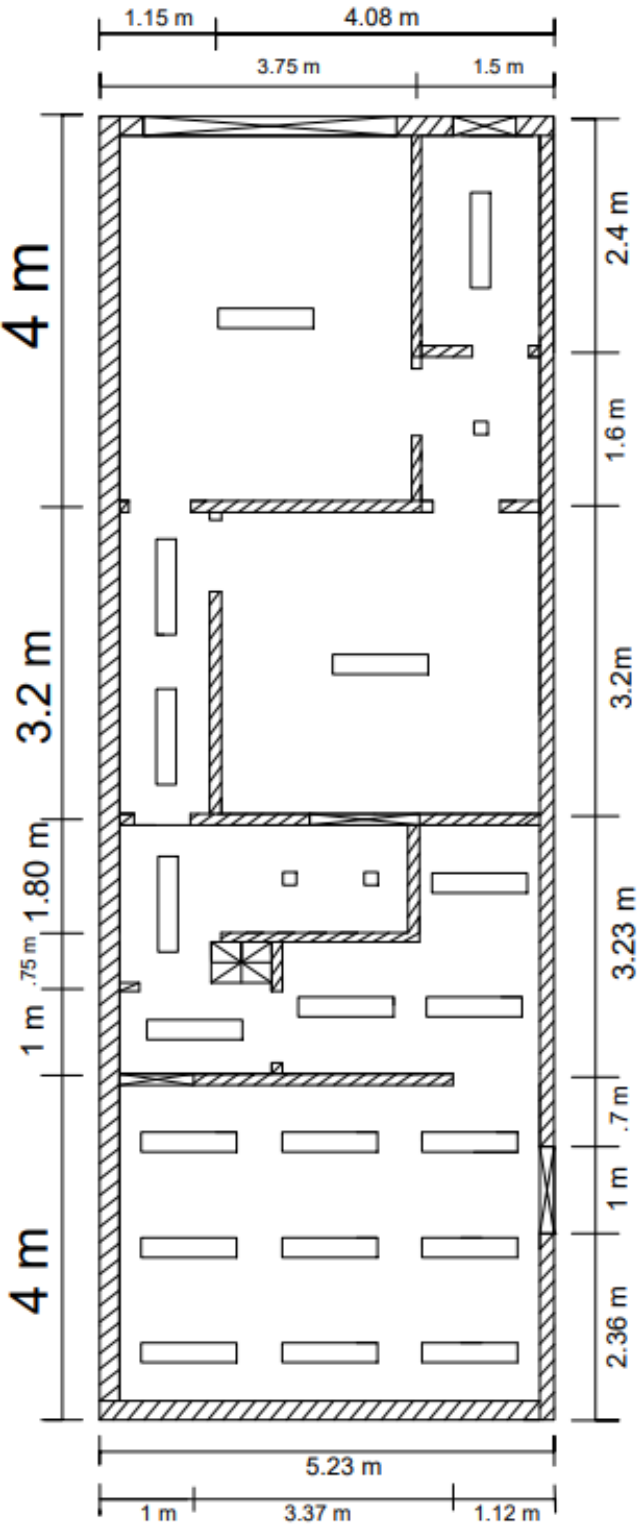


Figura 3.20 Plano de distribución de luminarias primer piso propuesta 2

### 3.7.4 Sistema de iluminación de clínica propuesta 3

Se calculan las candelas requeridas en cada zona multiplicando la cavidad de cuarto (distancia del área de trabajo a la luminaria) al cuadrado, por los luxes requeridos por la NOM-025-STPS-2008, en caso de que en dicha norma no se encuentre el tipo de zona de estudio, el nivel de iluminación es tomado por lo recomendado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación (S.M.I.I).

$$\text{Intensidad luminosa} = \text{Cavidad de cuarto}^2 \times \text{Nivel de iluminacion normalizado}$$

En la Tabla 3.42 se registra la intensidad luminosa calculada por método de punto por punto.

Se selecciona un luminario con una curva de distribución que tenga un valor igual o similar candelas calculadas a cero grados.

Tabla 3.42

*Intensidad luminosa para cada zona propuesta 3*

<b>Intensidad luminosa para cada zona de propuesta 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cavidad de cuarto (m)</b>	<b>Organización O norma consultada</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (luxes)</b>	<b>Intensidad luminosa (Candelas)</b>
<b>Consultorio 1</b>	1.36	S.M.I.I.	300	554.88
<b>Consultorio 2</b>	1.36	S.M.I.I.	300	554.88
<b>Pasillo</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	50	106.58
<b>Signos vitales</b>	1.36	S.M.I.I.	300	554.88
<b>Baño 1</b>	1.22	S.M.I.I.	60	89.304
<b>Baño 2</b>	1.26	S.M.I.I.	60	95.256
<b>Farmacia</b>	1.45	S.M.I.I.	600	1261.5
<b>Sala de espera sección 1</b>	1.38	NOM-025-STPS-2008	100	190.44
<b>Sala de espera sección 2</b>	1.38	NOM-025-STPS-2008	100	190.44
<b>Sala de espera sección 3</b>	1.38	NOM-025-STPS-2008	100	190.44
<b>Sala de espera sección 4</b>	1.38	NOM-025-STPS-2008	100	190.44

Tabla 3.42

*Intensidad luminosa para cada zona propuesta 3 (Continuación)*

<b>Intensidad luminosa para cada zona de propuesta 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cavidad de cuarto (m)</b>	<b>Organización O norma consultada</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (luxes)</b>	<b>Intensidad luminosa (Candelas)</b>
<b>Quirófano</b>	1.45	S.M.I.I.	600	1261.5
<b>Pasillo 2</b>	1.46	NOM-025-STPS-2008	50	106.58
<b>Habitación 1</b>	1.86	S.M.I.I.	30	103.788
<b>Habitación 2</b>	1.86	S.M.I.I.	30	103.788
<b>Almacén sección 1</b>	1.38	NOM-025-STPS-2008	100	190.44
<b>Almacén sección 2</b>	1.36	NOM-025-STPS-2008	100	184.96
<b>Baño 3</b>	1.26	S.M.I.I.	60	95.256
<b>Cuarto de ropa</b>	1.35	S.M.I.I.	200	364.5
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.27	NOM-025-STPS-2008	100	161.29
<b>Sala de espera habitaciones</b>	1.38	NOM-025-STPS-2008	100	190.44
<b>Escaleras sección 1</b>	1.94	NOM-025-STPS-2008	100	376.36

En la Tabla 3.43 se encuentran las seleccionadas para cada zona de la clínica médica.

Tabla 3.43

*Datos de luminarias seleccionadas propuesta 3*

<b>Datos de luminarias seleccionadas propuesta 3</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Tipo de lámpara</b>
Consultorio 1	Fluorescente
Consultorio 2	Fluorescente
Pasillo	LED
Signos vitales	Fluorescente
Baño 1	LED
Baño 2	LED
Farmacia	LED
Sala de espera sección 1	LED
Sala de espera sección 2	LED
Sala de espera sección 3	LED
Sala de espera sección 4	LED
Escaleras	LED
Quirófano	LED
Pasillo 2	LED
Habitación 1	LED
Habitación 2	LED
Almacén sección 1	LED
Almacén sección 2	LED
Baño 3	LED
Cuarto de ropa	LED
Sala de espera quirófano	LED
Sala de espera habitaciones	LED

En la Tabla 3.44 se observan las luminarias seleccionadas y si su colocación es normal o colgante.

Tabla 3.44

*Luminarias seleccionadas por zona propuesta 3*

<b>Luminarias seleccionadas propuesta 3</b>		
<b>Zona</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Colocación</b>
<b>Consultorio 1</b>	Fluorescente	COLGANTE
<b>Consultorio 2</b>		
<b>Pasillo</b>	LED	NORMAL
<b>Signos vitales</b>	Fluorescente	NORMAL
<b>Baño 1</b>	LED	NORMAL
<b>Baño 2</b>		
<b>Farmacia</b>	LED	NORMAL
<b>Sala de espera sección 1</b>	LED	NORMAL
<b>Sala de espera sección 2</b>		
<b>Sala de espera sección 3</b>		
<b>Sala de espera sección 4</b>		
<b>Escaleras</b>	LED	COLGANTE
<b>Quirófano</b>	LED	NORMAL

Tabla 3.44

*Luminarias seleccionadas por zona propuesta 3*

<b>Luminarias seleccionadas propuesta 3</b>		
<b>Zona</b>	<b>Luminaria</b>	<b>Colocación</b>
<b>Pasillo 2</b>	LED	NORMAL
<b>Habitación 1</b> <b>Habitación 2</b>	LED	NORMAL
<b>Almacén sección 1</b> <b>Almacén sección 2</b>	LED	COLGANTE
<b>Baño 3</b>	LED	NORMAL
<b>Cuarto de ropa</b>	LED	COLGANTE
<b>Sala de espera quirófano y sala de espera habitaciones</b>	LED	COLGANTE

En la Tabla 3.45 se registran los datos eléctricos de las luminarias seleccionadas para cada zona. La curva fotométrica de cada luminaria seleccionada se observa en los anexos.

**Tabla 3.45**

***Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 3***

<b>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 3</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Potencia en Watts</b>	<b>Candelas a cero grados</b>	<b>Lúmenes</b>	<b>Tensión (Volts)</b>
<b>Consultorio 1</b>	Fluorescente	54	584	4100	120-277
<b>Consultorio 2</b>	Fluorescente	54	584	4100	120-277
<b>Pasillo</b>	LED	31.9	130	2554.4	120-277
<b>Signos vitales</b>	Fluorescente	54	584	4100	120-277
<b>Baño 1</b>	LED	31.9	130	2554.4	120-277
<b>Baño 2</b>	LED	31.9	130	2554.4	120-277
<b>Farmacia</b>	LED	32.38	1298	3994.2	120-277
<b>Sala de espera sección 1</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277
<b>Sala de espera sección 2</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277
<b>Sala de espera sección 3</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277
<b>Sala de espera sección 4</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277
<b>Escaleras</b>	LED	22.26	383	594.4	120-277
<b>Quirófano</b>	LED	32.38	1298	3994.2	120-277
<b>Pasillo 2</b>	LED	31.9	130	2554.4	120-277
<b>Habitación 1</b>	LED	31.9	130	2554.4	120-277
<b>Habitación 2</b>	LED	31.9	130	2554.4	120-277
<b>Almacén sección 1</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277
<b>Almacén sección 2</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277

Tabla 3.45

*Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 3 (Continuación)*

<b>Datos eléctricos y lumínicos de luminarias seleccionadas propuesta 3</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Luminaria seleccionada</b>	<b>Potencia en Watts</b>	<b>Candelas a cero grados</b>	<b>Lúmenes</b>	<b>Tensión (Volts)</b>
<b>Baño 3</b>	LED	31.9	130	2554.4	120-277
<b>Cuarto de ropa</b>	LED	22.26	383	1393.4	120-277
<b>Sala de espera quirófano</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277
<b>Sala de espera habitaciones</b>	LED	10.23	193	594.4	120-277

Se calcula la relación de cavidad de cuarto (R.C.C) para cada zona con la siguiente formula.

$$R.C.C = \frac{(Constante techos planos)(Cavidad de cuarto)(Largo + Ancho)}{Área}$$

Los resultados son registrados en la Tabla 3.46.

Tabla 3.46

*Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 3*

<b>Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 3</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Constante para pisos</b>	<b>Cavidad de cuarto (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Relación de Cavidad de cuarto calculada</b>
<b>Consultorio 1</b>	5	1.36	4	4	16	3.4
<b>Consultorio 2</b>	5	1.36	3.53	5.23	18.46	3.226
<b>Pasillo</b>	5	1.46	4	1.23	4.92	7.759
<b>Signos vitales</b>	5	1.36	2.9	1.84	5.33	6.04
<b>Baño 1</b>	5	1.22	1.35	1.15	1.5525	9.822



Tabla 3.46

*Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 3*

Relación de cavidad de cuarto por zona de propuesta 3						
Descripción	Constante para pisos	Cavidad de cuarto (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Relación de Cavidad de cuarto calculada
Baño 2	5	1.26	1.75	1.28	2.24	8.521
Farmacia	5	1.45	1.75	3.95	6.9125	5.978
Sala de espera sección 1	5	1.38	3.39	1	3.39	8.935
Sala de espera sección 2	5	1.38	3.39	1.9	6.441	5.666
Sala de espera sección 3	5	1.38	5.23	1.37	7.165	6.355
Sala de espera sección 4	5	1.38	2	1.35	2.7	8.5611
Escaleras sección 1	1.5	1.94	1.5	1.35	2.025	6.825
Escaleras sección 2	1.5	1.94	1.5	1.35	2.025	6.825
Quirófano	5	1.45	4	5.23	20.92	3.1987
Pasillo 2	5	1.46	1.5	2.5	3.75	7.7866
Habitación 1	5	1.86	4.08	3.19	13.01	5.1947
Habitación 2	5	1.86	3.73	4	14.92	4.8182
Almacén sección 1	5	1.38	3.23	1.75	5.65	6.079
Almacén sección 2	5	1.36	1.5	1.25	1.87	9.973
Baño 3	5	1.26	1.5	2.4	3.6	6.825
Cuarto de ropa	5	1.35	1.5	1.6	2.4	8.718
Sala de espera quirófano	5	1.27	1	1.75	1.75	9.978
Sala de espera habitaciones	5	1.38	1.15	3.19	3.66	8.163

Debido a que en los catálogos no se encuentra la relación de cavidad de cuarto exacta que fue calculada, se interpolan los valores para conocer el coeficiente de utilización de cada zona. Para cada caso se consideraron los siguientes % de reflectancia.

En la Tabla 3.47 se encuentra el coeficiente de utilización interpolado para cada zona.

Tabla 3.47

Coeficiente de utilización interpolado

Coeficiente de utilización interpolado						
Descripción	Relación de cavidad de cuarto	Relación de cavidad de cuarto catalogo 1	Relación de cavidad de cuarto catalogo 2	Coeficiente de utilización catalogo 1	Coeficiente de utilización catalogo 2	Coeficiente de utilización Interpolado
Consultorio 1	3.4	3	4	0.48	0.44	0.464
Consultorio 2	3.226	3	4	0.48	0.44	0.4709
Pasillo	7.759	7	8	0.52	0.48	0.4896
Signos vitales	6.04	6	7	0.37	0.35	0.3691
Baño 1	9.822	9	10	0.45	0.42	0.4253
Baño 2	8.521	8	9	0.48	0.45	0.464
Farmacia	5.978	5	6	0.74	0.68	0.6813
Sala de espera sección 1	8.935	8	9	0.59	0.55	0.552
Sala de espera sección 2	5.666	5	6	0.74	0.69	0.7066
Sala de espera sección 3	6.355	6	7	0.69	0.64	0.6722
Sala de espera sección 4	8.5611	8	9	0.59	0.55	0.5675
Escaleras sección 1	6.825	6	7	0.66	0.61	0.668
Escaleras sección 2	6.825	6	7	0.66	0.61	0.668
Quirófano	3.1987	3	4	0.88	0.8	0.864
Pasillo 2	7.7866	7	8	0.52	0.48	0.4885
Habitación 1	5.1947	5	6	0.62	0.57	0.6102
Habitación 2	4.8182	4	5	0.68	0.62	0.6309
Almacén sección 1	6.079	6	7	0.69	0.64	0.686

Tabla 3.47

*Coefficiente de utilización interpolado (Continuación)*

<b>Coefficiente de utilización interpolado</b>						
<b>Descripción</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 1</b>	<b>Relación de cavidad de cuarto catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 1</b>	<b>Coefficiente de utilización catalogo 2</b>	<b>Coefficiente de utilización Interpolado</b>
<b>Almacén sección 2</b>	9.973	9	10	0.55	0.52	0.5208
<b>Baño 3</b>	6.825	6	7	0.57	0.52	0.528
<b>Cuarto de ropa</b>	8.718	8	9	0.57	0.53	0.5412
<b>Sala de espera quirófano</b>	9.978	9	10	0.55	0.52	0.5206
<b>Sala de espera habitaciones</b>	8.163	8	9	0.59	0.55	0.5834

Se calcula el Factor de Mantenimiento multiplicando el valor de depreciación de los lúmenes de cada lámpara (LLD) y La suciedad acumulada en los luminarios (LDD). El valor de depreciación de los lúmenes de la lámpara (LLD) se encuentra en el catalogo de cada luminario.

La suciedad acumulada en los luminarios (LDD) se obtiene con la curva de depreciación de luminario según la categoría como se muestra en la figura 3.14 a 3.19.

Para toda la clínica se considera un mantenimiento cada 6 meses.

Todas las áreas de la clínica son muy limpias. El Factor de mantenimiento se calcula multiplicando el LDD por el LLD.

En la Tabla 3.48 se registra el Factor de mantenimiento calculado para cada zona de la clínica.

Tabla 3.48

*Factor de mantenimiento propuesta 3*

<b>Factor de mantenimiento por zona para propuesta 3</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Categoría de luminaria</b>	<b>LLD</b>	<b>LDD</b>	<b>Factor de mantenimiento (LDD X LDD)</b>
<b>Consultorio 1</b>	VI	0.86	0.94	0.8084
<b>Consultorio 2</b>	VI	0.86	0.94	0.8084
<b>Pasillo</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Signos vitales</b>	VI	0.86	0.94	0.8084
<b>Baño 1</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Baño 2</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Farmacia</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Sala de espera sección 1</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera sección 2</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera sección 3</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera sección 4</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Escaleras</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Quirófano</b>	V	0.9	0.955	0.8595
<b>Pasillo 2</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Habitación 1</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Habitación 2</b>	V	0.7	0.955	0.6685
<b>Almacén sección 1</b>	II	0.7	0.98	0.686

Tabla 3.48

Factor de mantenimiento propuesta 3 (Continuación)

<b>Factor de mantenimiento por zona para propuesta 3</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Categoría de luminaria</b>	<b>LLD</b>	<b>LDD</b>	<b>Factor de mantenimiento (LDD X LDD)</b>
<b>Almacén sección 2</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Baño 3</b>	I	0.7	0.985	0.6895
<b>Cuarto de ropa</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera quirófano</b>	II	0.7	0.98	0.686
<b>Sala de espera habitaciones</b>	II	0.7	0.98	0.686

Se calcula el número de luminarias para cada caso por método de lumen

$$N.L = \frac{(N.I)(A)}{(F.L)(C.U)(F.M)}$$

En la Tabla 3.49 se registra el número de luminarias calculada para cada zona.

Tabla 3.49

**Número de luminarias calculadas por zona para la propuesta 3**

Número de luminarias (N.L) calculadas por zona para propuesta 3						
Descripción	A (m <sup>2</sup> )	N.I (luxes)	F.L (lumen)	C.U	F.M	N.L calculadas
Almacén sección 2	1.87	100	594.4	0.5208	0.686	0.8829
Baño 3	3.6	60	2554.4	0.528	0.6895	0.2319
Cuarto de ropa	2.4	200	1393.4	0.5412	0.686	0.9277
Sala de espera quirófano	1.75	100	594.4	0.5206	0.686	0.8243
Sala de espera habitaciones	3.66	100	594.4	0.5834	0.686	1.5419
Consultorio 1	16	300	4100	0.464	0.8084	3.1211
Consultorio 2	18.4	300	4100	0.4709	0.8084	3.5483
Pasillo	4.92	50	2554.4	0.4896	0.6895	0.2852
Signos vitales	5.33	300	4100	0.3691	0.8084	1.308
Baño 1	1.55	60	2554.4	0.4253	0.6895	0.1243
Baño 2	2.24	60	2554.4	0.464	0.6895	0.1643
Farmacia	6.91	600	3994.2	0.6813	0.8595	1.7732
Sala de espera sección 1	3.39	100	594.4	0.552	0.686	1.5045
Sala de espera sección 2	6.44	100	594.4	0.7066	0.686	2.235
Sala de espera sección 3	7.16	100	594.4	0.6722	0.686	2.614
Sala de espera sección 4	2.7	100	594.4	0.5675	0.686	1.1666
Escaleras sección 1	2.02	100	1393.4	0.668	0.686	0.31
Escaleras sección 2	2.02	100	1393.4	0.668	0.686	0.31
Quirófano	20.9	600	3994.2	0.864	0.8595	4.231
Pasillo 2	3.75	50	2554.4	0.4885	0.6895	0.2179
Habitación 1	13.0	30	2554.4	0.6102	0.6895	0.3746
Habitación 2	14.9	30	2554.4	0.6309	0.6895	0.415
Almacén sección 1	5.65	100	594.4	0.686	0.686	2.0206

Se requiere conocer cuál es el factor de espaciamiento, este dato se encuentra el catalogo del luminario.

Contando con el factor de espaciamiento se calcula el espaciamiento máximo y el espaciamiento real.

$$\text{Espaciamiento máximo} = (\text{Factor de espaciamiento})(\text{Cavidad de cuarto})$$

El espaciamiento real es calculado con la siguiente formula.

$$\text{Espaciamiento real} = \sqrt{\frac{\text{Área}}{\text{Número de luminarias}}}$$

En caso de que el espaciamiento real sea mayor al espaciamiento máximo, se cambia el número de luminarias por un número superior.

En la Tabla 3.50 se registra el espaciamiento máximo y el espaciamiento real calculado.

**Tabla 3.50**

***Espaciamiento por zona propuesta 3***

<b>Espaciamiento por zona para propuesta 3</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Número de luminarios considerados</b>	<b>Factor de espaciamiento de catalogo</b>	<b>Espaciamiento máximo</b>	<b>Espaciamiento real</b>
<b>Almacén sección 2</b>	1	1.28	1.7408	1.369
<b>Baño 3</b>	1	3.71	4.6746	1.897
<b>Cuarto de ropa</b>	1	1.27	1.7145	1.549
<b>Sala de espera quirófano</b>	1	1.28	1.6256	1.32
<b>Sala de espera habitaciones</b>	2	1.28	1.7664	1.354
<b>Consultorio 1</b>	4	1.58	2.1488	2
<b>Consultorio 2</b>	4	1.58	2.1488	2.1483
<b>Pasillo</b>	1	3.71	5.4166	2.218

Tabla 3.50

*Espaciamiento por zona propuesta 3 (Continuación)*

<b>Espaciamiento por zona para propuesta 3</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Número de luminarios considerados</b>	<b>Factor de espaciamiento de catalogo</b>	<b>Espaciamiento máximo</b>	<b>Espaciamiento real</b>
<b>Signos vitales</b>	2	1.58	2.1488	1.633
<b>Baño 1</b>	1	3.71	4.5262	1.245
<b>Baño 2</b>	1	3.71	4.6746	1.496
<b>Farmacia</b>	3	1.21	1.7545	1.5179
<b>Sala de espera sección 1</b>	2	1.28	1.7664	1.3019
<b>Sala de espera sección 2</b>	3	1.28	1.7664	1.465
<b>Sala de espera sección 3</b>	3	1.28	1.7664	1.5454
<b>Sala de espera sección 4</b>	1	1.28	1.7664	1.643
<b>Escaleras sección 1</b>	1	1.27	2.4638	1.423
<b>Escaleras sección 2</b>	1	1.27	2.4638	1.423
<b>Quirófano</b>	7	1.21	1.7545	1.728
<b>Pasillo 2</b>	1	3.71	5.4166	1.936
<b>Habitación 1</b>	1	3.71	6.9006	3.607
<b>Habitación 2</b>	1	3.71	6.9006	3.862
<b>Almacén sección 1</b>	2	1.28	1.7664	1.681

Se calcula la distribución de las luminarias dividiendo el ancho y largo de la zona entre el espaciamiento real

$$Columnas = \frac{Largo}{Espaciamiento\ real}$$



$$Filas = \frac{Ancho}{Espaciamiento\ real}$$

En la Tabla 3.51 se registra las columnas y filas calculas.

**Tabla 3.51**

***Distribución de luminarias***

<b>Distribución de luminarias</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Espaciamiento real (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Columnas</b>	<b>Filas</b>
<b>Almacén sección 2</b>	1.369	1.5	1.25	1.0954	0.9128
<b>Baño 3</b>	1.897	1.5	2.4	0.7905	1.2649
<b>Cuarto de ropa</b>	1.549	1.5	1.6	0.9682	1.0327
<b>Sala de espera quirófano</b>	1.32	1	1.75	0.7559	1.3228
<b>Sala de espera habitaciones</b>	1.354	1.15	3.19	0.8491	2.3553
<b>Consultorio 1</b>	2	4	4	2	2
<b>Consultorio 2</b>	2.1483	3.53	5.23	1.643	2.434
<b>Pasillo</b>	2.218	4	1.23	1.8033	0.554
<b>Signos vitales</b>	1.633	2.9	1.84	1.7754	1.1264
<b>Baño 1</b>	1.245	1.35	1.15	1.0834	0.922
<b>Baño 2</b>	1.496	1.75	1.28	1.1692	0.855
<b>Farmacia</b>	1.5179	1.75	3.95	1.152	2.602
<b>Sala de espera sección 1</b>	1.3019	3.39	1	2.6038	0.768
<b>Sala de espera sección 2</b>	1.465	3.39	1.9	2.3135	1.2966
<b>Sala de espera sección 3</b>	1.5454	5.23	1.37	3.3841	0.886
<b>Sala de espera sección 4</b>	1.643	2	1.35	1.2171	0.8215
<b>Escaleras sección 1</b>	1.423	1.5	1.35	1.490	0.6708
<b>Escaleras sección 2</b>	1.423	1.5	1.35	1.054	0.9486
<b>Quirófano</b>	1.728	4	5.23	2.3138	3.0253
<b>Pasillo 2</b>	1.936	1.5	2.5	0.7745	1.2909

**Tabla 3.51*****Distribución de luminarias (Continuación)***

<b>Distribución de luminarias</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Espaciamiento real (m)</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Columnas</b>	<b>Filas</b>
<b>Habitación 1</b>	3.607	4.08	3.19	1.1309	0.884
<b>Habitación 2</b>	3.862	3.73	4	0.965	1.0355
<b>Almacén sección 1</b>	1.681	3.23	1.75	1.921	1.0409

En la figura 3.21 se muestra la distribución de luminarias para cada zona de la planta baja de la clínica.

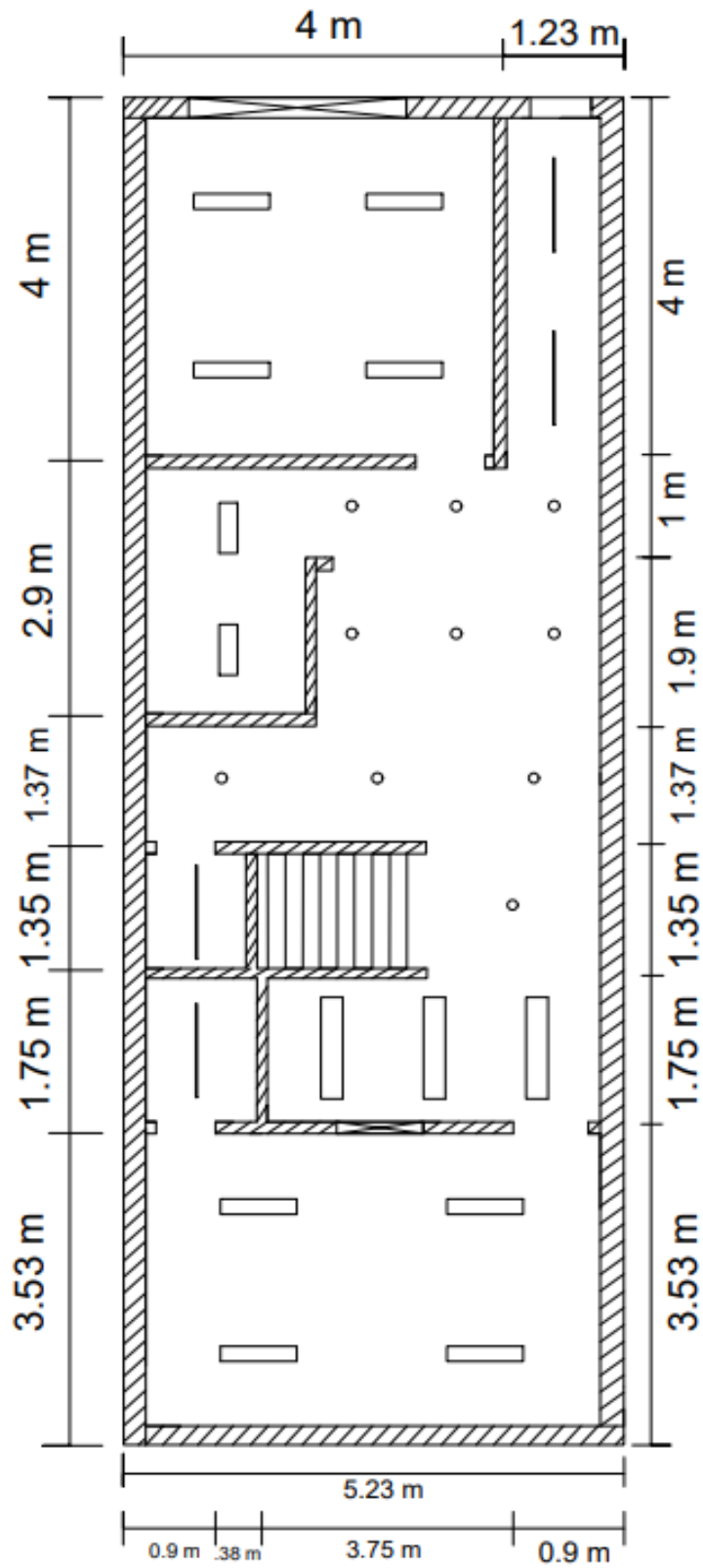


Figura 3.21 Plano de distribución de luminarias planta baja propuesta 3

En la figura 3.22 se muestra la distribución de luminarias para cada zona de la primera planta de la clínica.

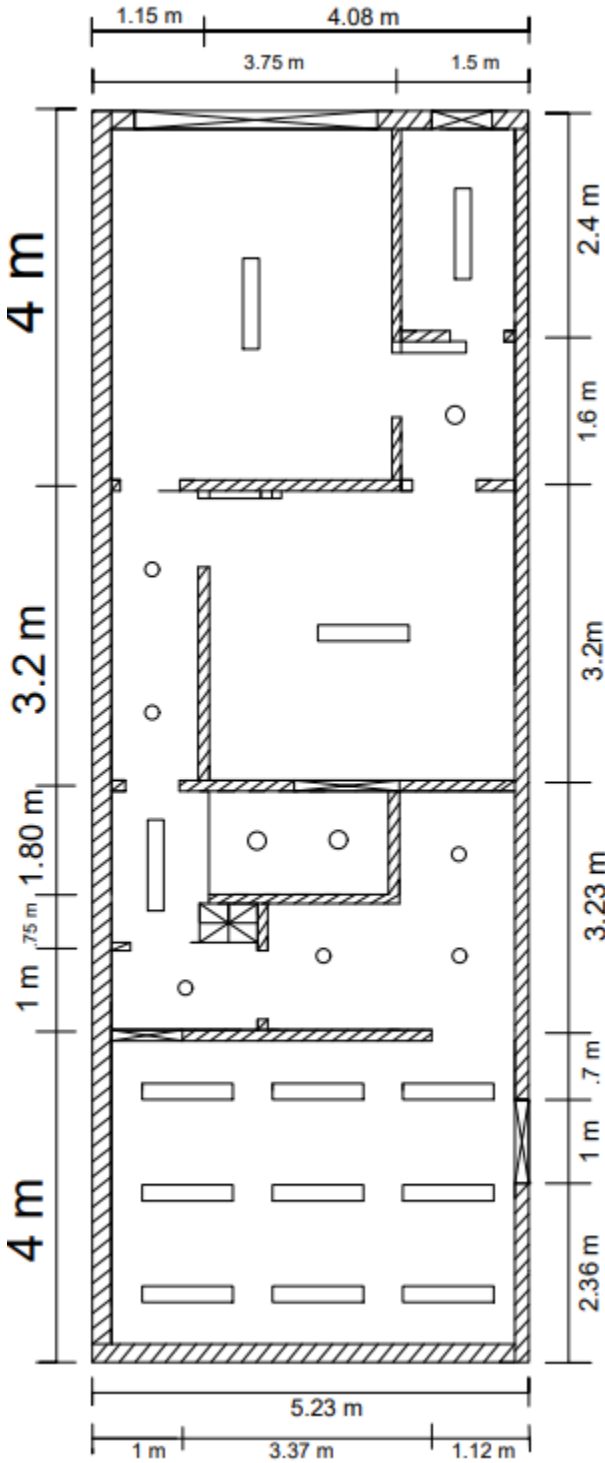


Figura 3.22 Plano de distribución de luminarias planta baja propuesta 3

### **3.8 Cálculo de Circuitos Derivados de Alumbrado**

A continuación, se realizan los cálculos de conductores, tuberías y protecciones para los circuitos de la instalación de iluminación para circuitos derivados como lo indica el artículo 210-11 de la NOM-001-SEDE-2012. Y con base en el artículo 517 Instalaciones en establecimientos de atención a la salud de la NOM-001-SEDE-2012.

Por artículo 517-30 los circuitos derivados deben ser separados en Cargas no esenciales y sistema eléctrico esencial los cuales son circuitos derivados críticos, seguridad para la vida y sistema de equipos, el sistema eléctrico esencial debe ir conectado a un desconectador de transferencia automático el cual está conectado a la fuente de alimentación normal y a la fuente de alimentación alterna.

Los circuitos derivados para seguridad para la vida y el circuito derivado crítico deben estar independientes de cualquier otro circuito. El artículo 517-31 NOM-001-SEDE-2012 indica que el sistema de emergencia debe estar dividido en circuitos derivados críticos y de seguridad para la vida como mínimo. El artículo 517-30 NOM-001-SEDE-2012 indica que el alambrado de circuito derivado de seguridad para la vida y el circuito derivado crítico deben ser independientes de cualquier otro alambrado, no deben ocupar mismas canalizaciones ni cajas. Al circuito derivado de seguridad para la vida no puede conectarse otra función distinta como lo indica el artículo 517- 32 de la NOM-001-SEDE-2012.

El circuito derivado de seguridad para la vida debe alimentar la iluminación de rutas de evacuación como lo indica el artículo 517-32. NOM-001-SEDE-2012. El circuito derivado crítico debe alimentar zonas de trabajo de atención al paciente.

En la Tabla 3.52 se observa cómo serán organizados los tableros y circuitos derivados para esta clínica. No habrá neutro común entre tableros.

**Tabla 3.52**

***Circuitos derivados por zona de la clínica***

<b>Tableros y circuitos Derivados de Alumbrado de la Clínica</b>		
<b>Tablero</b>	<b>Circuito</b>	<b>Zonas</b>
<b>Crítico</b>	C 1	Consultorio 1
		Consultorio 2
		Farmacia
		Signos Vitales
		Quirófano
	C 2	
	C 3	Habitación 1
		Habitación 2
		Sala de espera
		Pasillo
<b>Seguridad para la vida</b>	C4	Sala de espera de habitaciones
		Sala de espera del quirófano
		Pasillo 2
		Escaleras
<b>No esencial</b>	C5	Baño 1
		Baño 2
		Baño 3
		Almacén
		Cuarto de ropa

### 3.8.1 Circuito Derivado Crítico C1

El circuito de alumbrado crítico 1 alimenta el consultorio 1, consultorio 2, Farmacia y zona de signos vitales.

I = Corriente eléctrica.

Por artículo 210-20. NOM-001-SEDE-2012 para cargas continuas (alumbrado).

I circuito = 1.25 Carga continua

POR TABLA 220-12 DE NOM-001-SEDE-2012

Carga para alumbrado en Hospitales 22 VA/m<sup>2</sup>

Área= 46.7104 m<sup>2</sup>

Carga continua = 22 VA x 46.7104 m<sup>2</sup> = 1027.6288 VA x 0.9 = 924.86592 [W]

I alumbrado = 1027.6288 VA / 127 V = 8.09156 [A]

I circuito = 1.25 x 8.09156 A = 10.1144 [A]

Por Tabla 310-15(b)(3)(a) de NOM-001-SEDE-2012.

Factor de ajuste = 1

Temperatura de 34°

Por tabla 310-15(b)(2)(a) de NOM-001-SEDE-2012.

Factor de temperatura para 34° = 0.91.

$$I_{\text{Tabla}} = \frac{I_{\text{circuito}}}{\text{FACTOR AJUSTE} \times \text{FACTOR DE TEMPERATURA}} = \frac{10.1144 \text{ A}}{1 \times 0.91} = 11.114 \text{ [A]}$$

Por artículo 110-14 de NOM-001-SEDE-2012. columna de 60° de tabla 310-15(b)(16) debido que la corriente es menor a 100 [A].

Corresponde un calibre de 14 AWG por tabla 310-15(b)(16) de NOM-001-SEDE-2012. Con asilamiento XHHW debido a ser circuito crítico como lo indica artículo 517 de la NOM-001-SEDE-2012.

Corresponde una Protección Termomagnética de 15 A debido a que la ampacidad del cable es de 15 A como lo indica el artículo 240-4 NOM-001-SEDE-2012.

Tabla 250-122 tabla 310-15(b)(16) Tamaño de conductor de puesta a tierra de 14 AWG con aislamiento color verde.

Por Tabla 5 de los anexos de la NOM-001-SEDE-2012.

Para conductor XHHW calibre 14 AWG tiene un área de 8.968 mm<sup>2</sup>

Área total para tubería = 3 x 8.968 mm<sup>2</sup> = 26.904 mm<sup>2</sup>

Por Tabla 4 de anexos de la NOM-001-SEDE-2012 para 26.904 mm<sup>2</sup> corresponde una tubería de ½ o 16 Tubería Conduit de acero.

Se calcula la caída de tensión base a la Tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012, está caída de tensión debe ser menor al 3% según la Nota 4 del artículo 210-19 de la NOM-001-SEDE-2012.

Longitud = 16.4 metros.



Reactancia para todos los conductores calibre 14 con tubería Conduit de acero  
= 0.24  $\Omega$  / 1000 metros.

Resistencia para conductores de cobre calibre 14 con tubería Conduit de acero  
= 10.2  $\Omega$  / 1000 metros.

$\Phi = 25.8419$ .

$$\text{Reactancia corregida} = X_L = \frac{0.24 \Omega}{1000 \text{ metros}} \times 16.4 \text{ metros} = 0.003936 [\Omega]$$

$$\text{Resistencia corregida} = R = \frac{10.2 \Omega}{1000 \text{ metros}} \times 16.4 \text{ metros} = 0.16728 [\Omega]$$

$$e = I \text{ circuito } (R * \text{Cos } \Phi + X_L * \text{Sen } \Phi)$$

$$\% e = \frac{e}{\text{Tensión}} \times 100$$

$$e = 10.114 (0.1672 * \text{Cos } 25.84 + 0.00393 * \text{Sen } 25.84) = 1.540 [V]$$

$$\% e = \frac{1.540}{127} \times 100 = 1.212 \%$$

El mismo procedimiento es desarrollado para todos los circuitos derivados, los resultados son representados en las Tablas 3.51. a 3.55.

### 3.8.2 Circuitos Derivados para Alumbrado de la Clínica

Por artículo 210-20. NOM-001-SEDE-2012 para cargas continuas (alumbrado).

$I_{\text{circuito}} = 1.25 \times I_{\text{alumbrado}}$ . Las corrientes se observan en la Tabla 3.53

**Tabla 3.53**

**Resultados del cálculo de corriente para cada circuito derivado**

<b>Cálculo de corriente para cada circuito derivado</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>VA/m<sup>2</sup></b>	<b>VA Circuito</b>	<b>I alumbrado (Amperes)</b>	<b>I circuito (Amperes)</b>
<b>C1</b>	46.7104	22	1027.6288	8.0915	10.1144
<b>C2</b>	20.92	22	460.24	3.6239	4.5299
<b>C3</b>	27.9352	22	614.5744	4.8391	6.0489
<b>C4</b>	37.8346	22	832.3612	6.5540	8.1925
<b>C5</b>	13.2185	22	290.807	2.2898	2.86227

Corresponde un calibre de 14 AWG Por tabla 310-15(b)(16) de NOM-001-SEDE-2012. Corresponde una Protección Termomagnética de 15 A por artículo 240-4. En la Tabla 3.52 se registra el conductor y protección calculada para cada circuito.

**Tabla 3.54**

**Selección del conductor y protección para cada circuito derivado**

<b>Selección de conductor y protección para cada circuito</b>						
<b>Circuito</b>	I circuito (Amperes)	Factor de Temperatura	Factor de ajuste	I de Tabla (Amperes)	Conductor de cobre	Protección Termomagnética (Amperes)
<b>C1</b>	10.1144	0.91	1	11.1147	14 AWG XHHW	15
<b>C2</b>	4.5299	0.91	1	4.97793	14 AWG XHHW	15
<b>C3</b>	6.0489	0.91	1	6.64720	14 AWG XHHW	15
<b>C4</b>	8.192	0.91	1	9.00278	14 AWG THHW	15
<b>C5</b>	3.7503	0.91	1	4.12131	14 AWG THHW	15

Tabla 250-122 tabla 310-15(b)(16) Tamaño de conductor de puesta a tierra de 14 AWG. Para termomagnético de 15 A corresponde un conductor puesto a tierra de 14 AWG cubierta verde. Por Tabla 5 de los anexos de la NOM-001-SEDE-2012. Para conductor THHW calibre 14 AWG tiene un área de 8.968 mm<sup>2</sup>, Para conductor XHHW calibre 14 AWG tiene un área de 8.968 mm<sup>2</sup>.

Área total para tubería = 3 x 8.968 mm<sup>2</sup> = 26.904mm<sup>2</sup>.

Por Tabla 4 de anexos de la NOM-001-SEDE-2012 para 20.016 mm<sup>2</sup> corresponde una tubería de ½ o 16 Tubería Conduit de acero. En la Tabla 3.53 se registran los resultados.

**Tabla 3.55**

**Selección del conductor de puesta a tierra y tamaño de tubería**

<b>Selección de conductor de puesta a tierra y tamaño de tubería</b>					
<b>Circuito</b>	Protección Termomagnética (Amperes)	Conductor de puesta a tierra Cubierta verde	Área de conductor (mm <sup>2</sup> )	Área total (mm <sup>2</sup> )	Tubería
<b>C1</b>	15	14 AWG	8.968	26.904	16
<b>C2</b>	15	14 AWG	8.968	26.904	16
<b>C3</b>	15	14 AWG	8.968	26.904	16
<b>C4</b>	15	14 AWG	8.968	26.904	16
<b>C5</b>	15	14 AWG	8.968	26.904	16

Se calcula la caída de tensión base a la Tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012, esta caída de tensión debe ser menor al 3% según la Nota 4 del artículo 210-19 de la NOM-001-SEDE-2012. Reactancia para todos los conductores calibre 14 con tubería Conduit de acero = 0.24 Ω / 1000 metros.

Resistencia para conductores de cobre calibre 14 con tubería Conduit de acero = 10.2 Ω / 1000 metros. Φ = 25.8419.

$$\text{Reactancia corregida} = X_L = \frac{0.24 \Omega}{1000 \text{ metros}} \times \text{longitud en metros}$$

$$\text{Resistencia corregida} = R = \frac{10.2 \Omega}{1000 \text{ metros}} \times \text{longitud en metros}$$

En la Tabla 3.56 se registra la resistencia y reactancia para cada circuito.

**Tabla 3.56**

**Cálculo de resistencia y reactancia de conductores**

<b>Cálculo de Resistencia y reactancia de conductores</b>						
<b>Circuito</b>	I circuito (Amperes)	Longitud	Reactancia por kilometro	Resistencia por kilometro	Reactancia corregida	Resistencia corregida
<b>C1</b>	10.1144	16.4	0.24	10.2	0.003936	0.16728
<b>C2</b>	4.529	19.4	0.24	10.2	0.004656	0.19788
<b>C3</b>	6.0489	13.4	0.24	10.2	0.003216	0.13668
<b>C4</b>	8.19253	20.5	0.24	10.2	0.00492	0.2091
<b>C5</b>	3.75039	18.8	0.24	10.2	0.004512	0.19176

En la Tabla 3.57 se encuentran las caídas de tensión (e) y % de caída de tensión (%e) calculados con las siguientes formula.

$$e = I_{\text{circuito}} (R * \text{Cos } \Phi + X_L * \text{Sen } \Phi)$$

$$\% e = \frac{e}{\text{Tensión}} \times 10$$

**Tabla 3.57**

**Cálculo de caída de tensión**

<b>Cálculo de caída de tensión</b>						
<b>Circuito</b>	Reactancia corregida	Resistencia corregida	$\Phi$	Tensión	e (Volts)	%e
<b>C1</b>	0.003936	0.16728	25.84	127	1.5401	1.212
<b>C2</b>	0.004656	0.19788	25.84	127	0.8159	0.6424
<b>C3</b>	0.003216	0.13668	25.84	127	0.752	0.592
<b>C4</b>	0.00492	0.2091	25.84	127	1.559	1.227
<b>C5</b>	0.004512	0.19176	25.84	127	0.654	0.5154

En la Tabla 3.58 se muestra el código de colores para conductores.

**Tabla 3.58**

**Código de colores de cables**

<b>CÓDIGO DE COLORES DE CABLE</b>			
	No esencial	Crítico	Seguridad de la vida
<b>FASE</b>	Negro	Amarillo	Rojo
<b>NEUTRO</b>	Blanco	Blanco	Blanco
<b>PUESTA A TIERRA</b>	Verde	Verde	Verde

### 3.8.3 Alimentador de alumbrado

Una vez calculados los circuitos derivados, se procede a calcular el interruptor principal del tablero de alumbrado.

Por artículo 210-20. NOM-001-SEDE-2012 para cargas continuas (alumbrado).

I circuito = 1.25 Carga continua

Por artículo 220-40 y nota de Tabla 220-42 NOM-001-SEDE-2012.

Área = 150.702 m<sup>2</sup>

VA/m<sup>2</sup> por NOM-001-SEDE-2012 = 22 VA/m<sup>2</sup>

VA= 22 X 150.702 m<sup>2</sup> = 3314.44 [VA]

$$I \text{ alumbrado} = \frac{3314.44 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 220V} = 8.7018 \text{ [A]}$$

I Circuito = 1.25 x 8.7 = 10.8772 [A]

Por Tabla 310-15(b)(3)(a) de NOM-001-SEDE-2012.

Factor de ajuste = 0.8

Temperatura de 34°

Por tabla 310-15(b)(2)(a) de NOM-001-SEDE-2012.

Factor de temperatura para 34° = 0.91.

$$I_{\text{Tabla}} = \frac{I_{\text{circuito}}}{\text{FACTOR AJUSTE} \times \text{FACTOR DE TEMPERATURA}} = \frac{10.8772 \text{ [A]}}{0.8 \times 0.91} = 14.941 \text{ [A]}$$

Por artículo 110-14 de NOM-001-SEDE-2012. columna de 60° de tabla 310-15(b)(16) debido que la corriente es menor a 100 [A].

Corresponde un calibre de 12 AWG XHHW Por tabla 310-15(b)(16) de NOM-001-SEDE-2012.

Por artículo 240-4 de la NOM-001-SEDE-2012 corresponde una Protección Termomagnética de 3 x 20 A.

Tabla 250-122 tabla 310-15(b)(16) Tamaño de conductor de puesta a tierra de 10 AWG forro verde.

Por Tabla 5 de los anexos de la NOM-001-SEDE-2012.

Para conductor XHHW calibre 10 AWG tiene un área de 15.68 mm<sup>2</sup>

Para conductor XHHW calibre 12 AWG tiene un área de 11.68 mm<sup>2</sup>

$$\text{Área total para tubería} = (4 \times 11.68 \text{ mm}^2) + 15.68 \text{ mm}^2 = 62.4 \text{ mm}^2$$

Por Tabla 4 de anexos de la NOM-001-SEDE-2012 para 20.016 mm<sup>2</sup> corresponde una tubería de ½ o 16 Tubería Conduit de acero.

Se calcula la caída de tensión base a la Tabla 9 de la NOM-001-SEDE-2012, está caída de tensión debe ser menor al 3% por la Nota 4 del artículo 210-19 de la NOM-001-SEDE-2012.

Longitud = 0.5 metros.

Reactancia para todos los conductores tamaño 12 AWG con tubería Conduit de acero = 0.223 [ $\Omega$ ] / 1000 metros.

Resistencia para conductores de cobre tamaño 12 AWG con tubería Conduit de acero = 6.6 [ $\Omega$ ] / 1000 metros.

$\Phi = 25.8419$ .

$$\text{Reactancia corregida} = X_L = \frac{0.223 \ \Omega}{1000 \text{ metros}} \times 0.5 \text{ metros} = 0.0001115 \ [\Omega]$$

$$\text{Resistencia corregida} = R = \frac{6.6 \ \Omega}{1000 \text{ metros}} \times 0.5 \text{ metros} = 0.0033 \ [\Omega]$$

$$e = I \text{ circuito } (R * \text{Cos } \Phi + X_L * \text{Sen } \Phi)$$

$$\% e = \frac{e}{\text{Tensión fase a neutro}} \times 100$$

$$e = 10.8772 (0.0033 * \text{Cos } 25.84 + 0.0001115 * \text{Sen } 25.84) \\ = 0.0328 \ [V]$$

$$\% e = \frac{0.0328}{127} \times 100 = 0.02585 \ \%$$



### 3.8.4 Cuadro de Cargas y Diagrama Unifilar Propuesta 1

Se desarrolla el cuadro de cargas de la propuesta 1 con las luminarias seleccionadas y calculadas en el cálculo por método de lumen. Calculamos la potencia eléctrica por circuito, los resultados se representan en el cuadro de cargas del tablero de circuitos derivados críticos visto en la Tabla 3.59. De los circuitos derivados de seguridad de la vida en la Tabla 3.60 y no esenciales en la Tabla 3.61.

**Tabla 3.59**

**Cuadro de cargas de propuesta 1**

CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 1 TABLERO CRÍTICO					
Circuito	Lámparas	Potencia de lámpara (Watts)	Cantidad	Potencia de lámparas (Watts)	Potencia total circuito (Watts)
	LED 80CRI 50K	16.91	14	236.74	
<b>C1</b>	LED 3000LM 80CRI 35K	25.56	3	76.68	313.42
<b>C2</b>	LED 3000LM 80CRI 35K	25.56	9	230.04	230.04
<b>C3</b>	LED	13.2	8	105.6	105.6
<b>Total tablero</b>			34		649.06

**Tabla 3.60**

**Cuadro de cargas de propuesta 1**

CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 1 TABLERO SEGURIDAD DE LA VIDA					
Circuito	Lámparas	Potencia de lámpara (Watts)	Cantidad	Potencia de lámparas (Watts)	Potencia total circuito (Watts)
	LED	9.33	12	111.96	
<b>C4</b>	LED	13.2	4	52.8	228.42
	LED	31.83	2	63.66	
<b>Total tablero</b>			18		228.42

Tabla 3.61

*Cuadro de cargas de propuesta 1*

<b>CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 1 TABLERO NO ESENCIALES</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Potencia de lámpara (Watts)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia de lámparas (Watts)</b>	<b>Potencia total circuito (Watts)</b>
<b>C5</b>	LED	13.2	4	52.8	112.62
	LED	31.83	1	31.83	
	LED	9.33	3	27.99	
<b>Total tablero</b>			8		112.62

El diagrama unifilar requiere el dato de corriente y caída de tensión de cada circuito, se realiza de nuevo el cálculo considerando la potencia de las luminarias seleccionadas, con esto también se comprueba si los conductores y protecciones previamente calculados son los correctos.

Se calcula la corriente de circuito de la siguiente manera.

$$\text{Corriente de circuito} = \frac{\text{Potencia total de circuito (Watts)}}{\text{Tensión del sistema (127 [V])}} \times 1.25$$

Los resultados son representados en la Tabla 3.60.

En la Tabla 3.56 se representa la resistencia y reactancia de los conductores, dichos datos son utilizados para el cálculo de caída de tensión utilizando la siguiente fórmula.

$$e = I_{\text{circuito}} (R * \text{Cos } \Phi + X_L * \text{Sen } \Phi)$$

$$\% e = \frac{e}{\text{Tensión}} \times 100$$

En la Tabla 3.62 se registra la caída de tensión y corriente para cada circuito.

**Tabla 3.62**

***Cálculo de caída de tensión propuesta 1***

<b>Cálculo de caída de tensión propuesta 1</b>					
<b>Circuito</b>	I circuito (Amperes)	$\Phi$	Tensión	e (Volts)	%e
<b>C1</b>	3.4276	25.84	127	0.521912933	0.410955
<b>C2</b>	2.51574	25.84	127	0.453140202	0.35680
<b>C3</b>	1.1548	25.84	127	0.143679968	0.113133
<b>C4</b>	2.49803	25.84	127	0.395979712	0.311795
<b>C5</b>	1.23162	25.84	127	0.214981	0.169276

Una vez obtenidos estos datos se comprueba que los conductores y protecciones calculadas son las correctas. Se hace uso de esta información para desarrollar el diagrama unifilar. La simbología se encuentra en los anexos. Todos los tableros son interconectados al sistema tierras con un cable 10 AWG de forro verde como lo indica 517-14 de la NOM-001-SEDE-2012.

En la Figura 3.23 se observa el Diagrama Unifilar para la Propuesta 1.

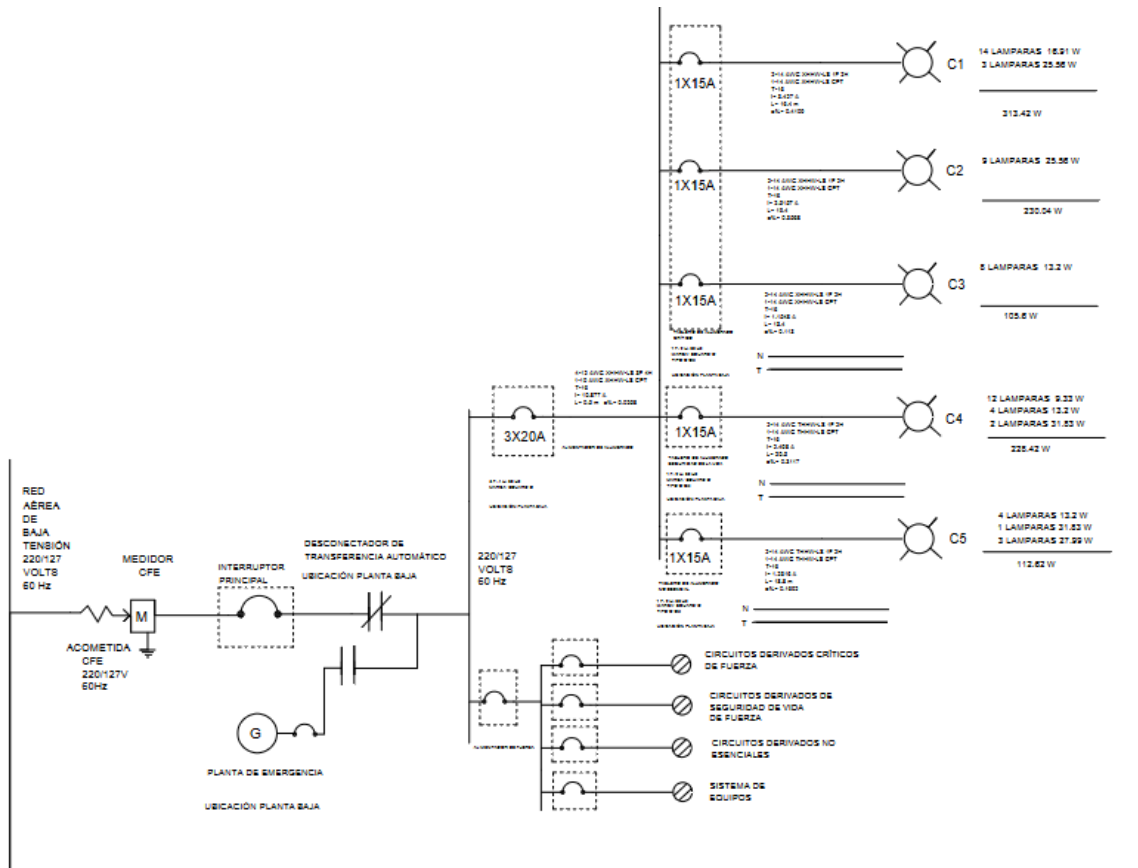


Figura 3.23 Diagrama unifilar propuesta 1

Se realiza este mismo procedimiento para la Propuesta 2 y Propuesta 3.

### 3.8.5 Cuadro de Cargas y Diagrama Unifilar Propuesta 2

Se desarrolla el cuadro de cargas de la propuesta 2 con las luminarias seleccionadas y calculadas en el cálculo por método de lumen. Se calcula la potencia eléctrica por circuito, los resultados se representan en el cuadro de cargas del tablero de circuitos derivados críticos visto en la Tabla 3.63. De los circuitos derivados de seguridad de la vida en la Tabla 3.64 y no esenciales en la Tabla 3.65.

Tabla 3.63

*Cuadro de cargas de propuesta 2*

<b>CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 2 TABLERO CRÍTICO</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Potencia de lámpara (Watts)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia de lámparas (Watts)</b>	<b>Potencia total circuito (Watts)</b>
<b>C1</b>	Fluorescente	54	12	648	724.68
	LED 3000LM 80CRI 30K	25.56	3	76.68	
<b>C2</b>	LED 3000LM 80CRI 30K	25.56	9	230.04	230.04
<b>C3</b>	LED 24IN 30K	17.7	2	35.4	35.4
<b>Total</b>			26		990.12

Tabla 3.64

*Cuadro de cargas de propuesta 2*

<b>CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 2 TABLERO SEGURIDAD DE LA VIDA</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Potencia de lámpara (Watts)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia de lámparas (Watts)</b>	<b>Potencia total circuito (Watts)</b>
<b>C4</b>	LED 7 840	9.41	13	122.33	201.23
	LED 24IN 30K	17.7	3	53.1	
	LED 7IN 10LM 30K 90CRI	12.9	2	25.8	
<b>Total tablero</b>			18		201.23

Tabla 3.65

Cuadro de cargas de propuesta 2

CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 2 TABLERO NO ESENCIALES						
Circuito	Lámparas	Potencia de lámpara (Watts)	Cantidad	Potencia de lámparas (Watts)	Potencia total circuito (Watts)	
C5	LED 24IN 30K	17.7	3	53.1	116.73	EI
	LED 80CRI 27K SBL 1700LMF	35.4	1	35.4		
	LED	9.41	3	28.23		
<b>Total tablero</b>			7		116.73	

diagrama unifilar requiere el dato de corriente y caída de tensión de cada circuito, se realiza de nuevo el cálculo considerando la potencia de las luminarias seleccionadas, con esto también se comprueba si los conductores y protecciones previamente calculados son los correctos.

Se calcula la corriente de circuito de la siguiente manera.

$$I_{\text{circuito}} = \frac{\text{Potencia total de circuito (Watts)}}{\text{Tensión del sistema (127 V)}} \times 1.25$$

Los resultados son representados en la Tabla 3.64.

En la Tabla 3.54 se representa la resistencia y reactancia de los conductores, dichos datos son utilizados para el cálculo de caída de tensión utilizando la siguiente formula.

$$e = I_{\text{circuito}} (R * \text{Cos } \Phi + X_L * \text{Sen } \Phi)$$

$$\% e = \frac{e}{Tensión} \times 100$$

En la Tabla 3.66 se registra la caída de tensión y la corriente calculada para cada circuito de la Propuesta 2.

**Tabla 3.66**  
**Cálculo de caída de tensión propuesta 2**

<b>Cálculo de caída de tensión propuesta 2</b>					
<b>Circuito</b>	I circuito (Amperes)	$\Phi$	Tensión	e (Volts)	%e
<b>C1</b>	7.9251	25.84	127	1.20675	0.95019
<b>C2</b>	2.5157	25.84	127	0.4531	0.3568
<b>C3</b>	0.3871	25.84	127	0.048165	0.03792
<b>C4</b>	2.2006	25.84	127	0.3959	0.3117
<b>C5</b>	1.27657	25.84	127	0.2228	0.17545

Una vez obtenidos estos datos se comprueba que los conductores y protecciones calculadas son las correctas. Se hace uso de esta información para desarrollar el diagrama unifilar. La simbología se encuentra en los anexos. Todos los tableros son interconectados al sistema de tierras con un cable 10 AWG de forro verde como lo indica 517-14 de la NOM-001-SEDE-2012.

En la Figura 3.24 se observa el Diagrama Unifilar del sistema de iluminación de la propuesta 2.





### 3.8.6 Cuadro de Cargas y Diagrama Unifilar Propuesta 3

Se desarrolla el cuadro de cargas de la propuesta 3 con las luminarias seleccionadas y calculadas en el cálculo por método de lumen. Calculamos la potencia eléctrica por circuito, los resultados se representan en el cuadro de cargas del tablero de circuitos derivados críticos visto en la Tabla 3.67. De los circuitos derivados de seguridad de la vida en la Tabla 3.68 y no esenciales en la Tabla 3.69.

Tabla 3.67

*Cuadro de cargas de propuesta 3*

<b>CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 3 TABLERO CRÍTICO</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Potencia de lámpara (Watts)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia de lámparas (Watts)</b>	<b>Potencia total circuito (Watts)</b>
<b>C1</b>	Fluorescente	54	10	540	637.14
	LED	32.38	3	97.14	
<b>C2</b>	LED	32.38	9	291.42	291.42
<b>C3</b>	LED	31.9	2	63.8	63.8
<b>Total tablero</b>			24		992.36

Tabla 3.68

*Cuadro de cargas de propuesta 3*

<b>CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 3 TABLERO SEGURIDAD DE LA VIDA</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Potencia de lámpara (Watts)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia de lámparas (Watts)</b>	<b>Potencia total circuito (Watts)</b>
<b>C4</b>	LED	10.23	13	132.99	273.21
	LED 48IN 30K	31.9	3	95.7	
	LED	22.26	2	44.52	
	<b>Total tablero</b>		18		

Tabla 3.69

*Cuadro de cargas de propuesta 3*

<b>CUADRO DE CARGAS DE PROPUESTA 2 TABLERO NO ESENCIALES</b>					
<b>Circuito</b>	<b>Lámparas</b>	<b>Potencia de lámpara (Watts)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia de lámparas (Watts)</b>	<b>Potencia total circuito (Watts)</b>
<b>C5</b>	LED	31.9	3	95.7	148.65
	LED	22.26	1	22.26	
	LED	10.23	3	30.69	
<b>Total, tablero</b>			7		148.65

El diagrama unifilar requiere el dato de corriente y caída de tensión de cada circuito, se realiza de nuevo el cálculo considerando la potencia de las luminarias seleccionadas, con esto también se comprueba si los conductores y protecciones previamente calculados son los correctos.

Se calcula la corriente de circuito de la siguiente manera.

$$I_{\text{circuito}} = \frac{\text{Potencia total de circuito (Watts)}}{\text{Tensión del sistema (127 V)}} \times 1.25$$

Los resultados son representados en la Tabla 3.68.

En la Tabla 3.56 se representa la resistencia y reactancia de los conductores, dichos datos son utilizados para el cálculo de caída de tensión utilizando la siguiente fórmula.

$$e = I \text{ circuito } (R * \text{Cos } \Phi + X_L * \text{Sen } \Phi)$$

$$\% e = \frac{e}{\text{Tensión}} \times 100$$

En la Tabla 3.70 se registra la corriente y la caída de tensión de cada circuito de la Propuesta 3 de sistema de iluminación.

**Tabla 3.70**  
**Cálculo de caída de tensión propuesta 3**

<b>Cálculo de caída de tensión propuesta 3</b>					
<b>Circuito</b>	I circuito (Amperes)	$\Phi$	Tensión	e (Volts)	%e
<b>C1</b>	6.9678	25.84	127	1.06097	0.8354
<b>C2</b>	3.1870	25.84	127	0.57404	0.4520
<b>C3</b>	0.69772	25.84	127	0.08680	0.06835
<b>C4</b>	2.98786	25.84	127	0.39597	0.31179
<b>C5</b>	1.62565	25.84	127	0.28375	0.22343

Una vez obtenidos estos datos se comprueba que los conductores y protecciones calculadas son las correctas. Se hace uso de esta información para desarrollar el diagrama unifilar. La simbología se encuentra en los anexos. Todos los tableros son interconectados al sistema de tierras con un cable 10 AWG de forro verde como lo indica 517-14 de la NOM-001-SEDE-2012.

En la Figura 3.25 se observa el Diagrama Unifilar del sistema de iluminación de la Propuesta 3.

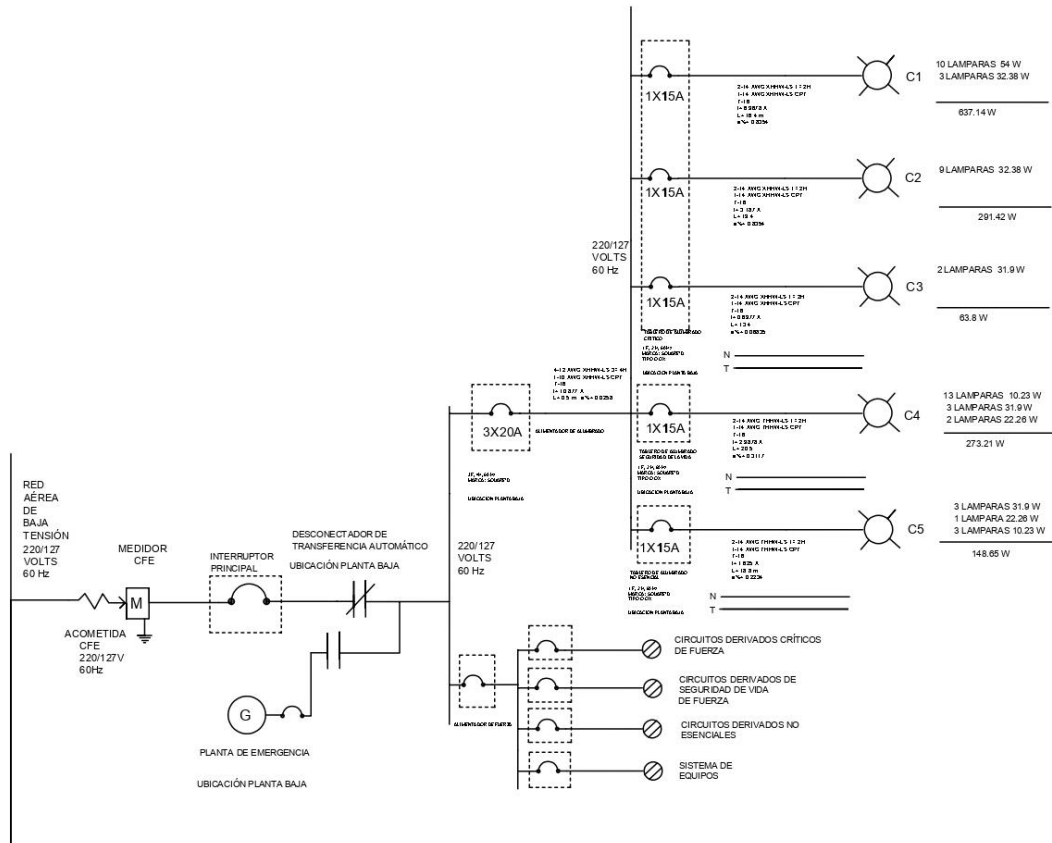


Figura 3.25 Diagrama unifilar de propuesta 3

### 3.9 Simulación de la Propuestas en el Software DiaLUX EVO

Mediante el uso del Software DiaLUX EVO se podrá llevar a cabo una simulación de la propuesta ideal del proyecto, cubriendo ambas plantas de la clínica con todas las áreas de esta, siendo una simulación lo más fiel posible a la clínica, tanto en colores, objetos y dimensiones al igual que se utilizarán las luminarias que previamente seleccionaron para cada una de las propuestas que se desarrollaron en el capítulo 3.

En la figura 3.26 se observa una vista aérea de la planta baja de la clínica con todas sus áreas.



**Figura 3.26** Vista aérea de la planta baja de la clínica en el Software DiaLUX EVO propuesta 1

En la figura 3.27 se observa la planta baja de la clínica con las luminarias activas, seleccionadas en la propuesta 1



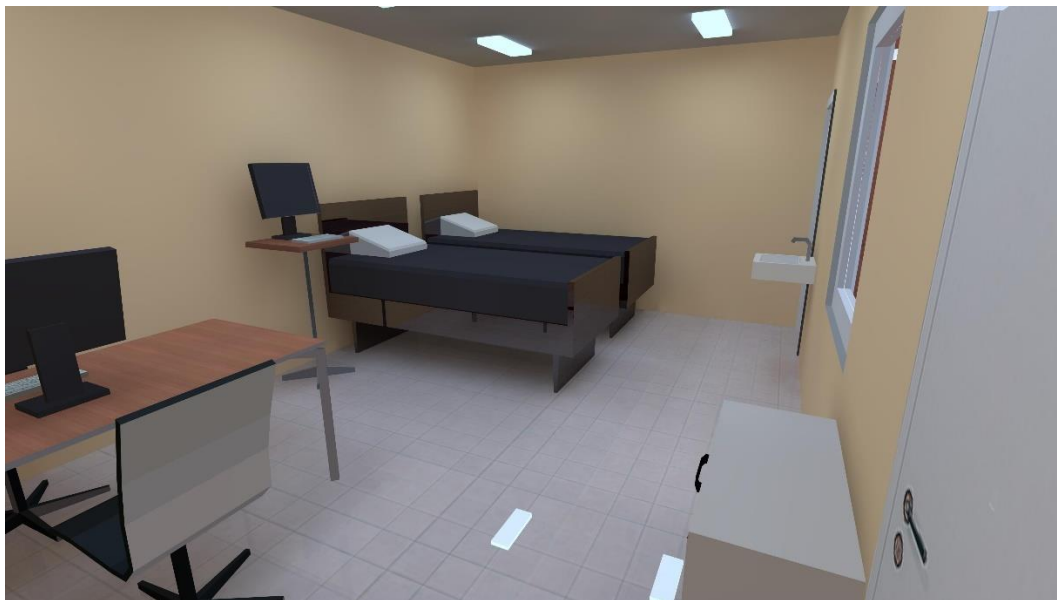
**Figura 3.27** Vista aerea de la primera planta de la clinica con luminarias activas en el softaware DIALux Evo propuesta 1

En la figura 3.28 se observa una vista del consultorio 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1



**Figura 3.28 Vista de consultorio 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas**

En la figura 3.29 se observa una vista del consultorio 2 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



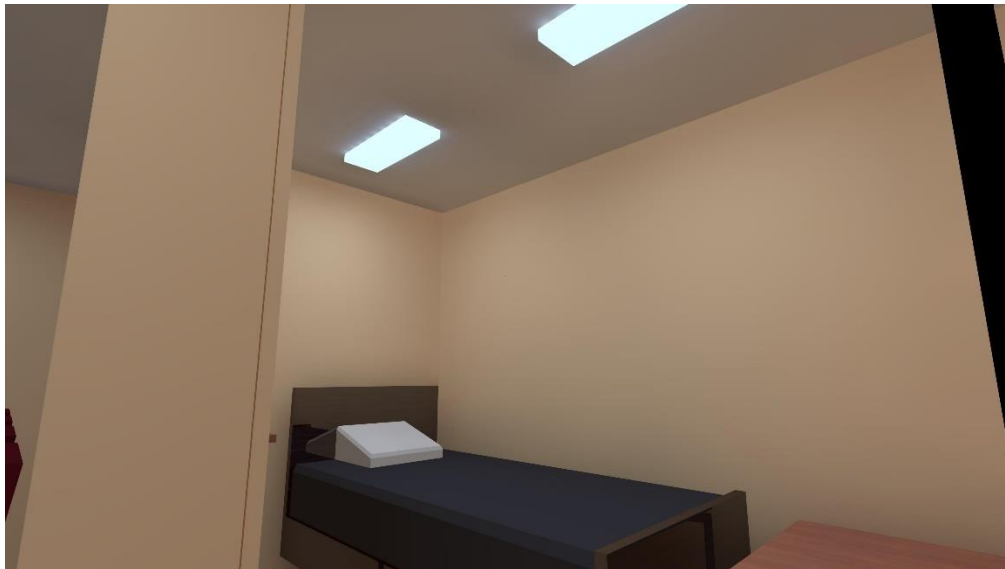
**Figura 3.29 Vista de consultorio 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas**

En la figura 3.30 se observa una vista de la sala de espera con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



***Figura 3.30 Vista de la sala de espera con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas***

En la figura 3.31 se observa una vista del área de signos vitales con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



***Figura 3.31 Vista del área de signos vitales con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas***

En la figura 3.32 se observa una vista del área de farmacia con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.





**Figura 3.32 Vista del área de farmacia con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas**

En la figura 3.33 se observa una vista del baño 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



**Figura 3.33 Vista del baño 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas**

En la figura 3.34 se observa una vista del área de quirófano con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



**Figura 3.34** Vista del área de quirófano con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas

En la figura 3.35 se observa una vista de la habitación 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



**Figura 3.35** Vista de la habitación 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas

En la figura 3.36 se observa una vista de la habitación 2 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



**Figura 3.36 Vista de la habitación 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas**

En la figura 3.37 se observa una vista del almacén con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



**Figura 3.37 Vista del almacen con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas**

En la figura 3.38 se observa una vista del cuarto de ropa con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



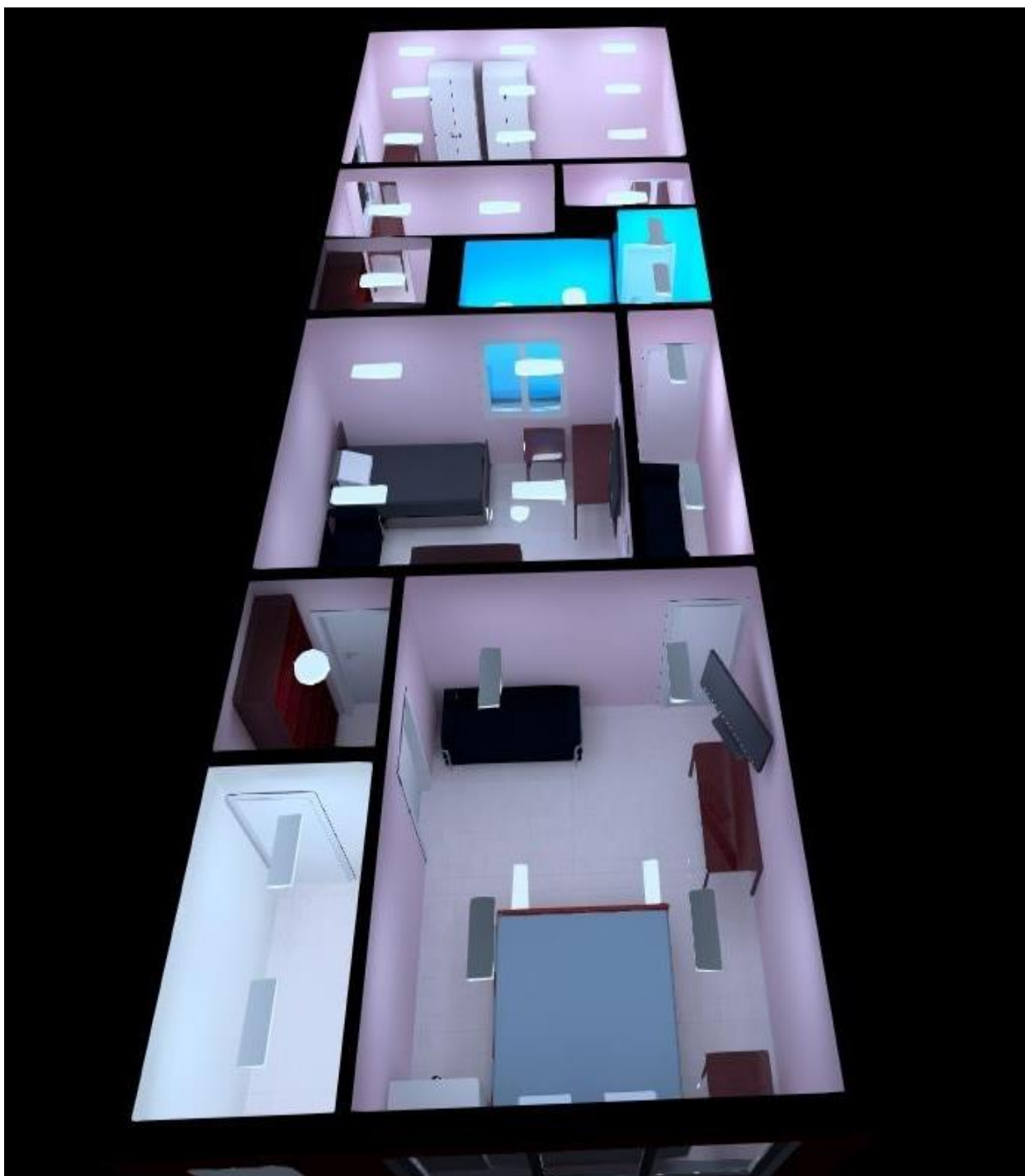
***Figura 3.38 Vista del cuarto de ropa con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas***

En la figura 3.39 se observa una vista del baño 3 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



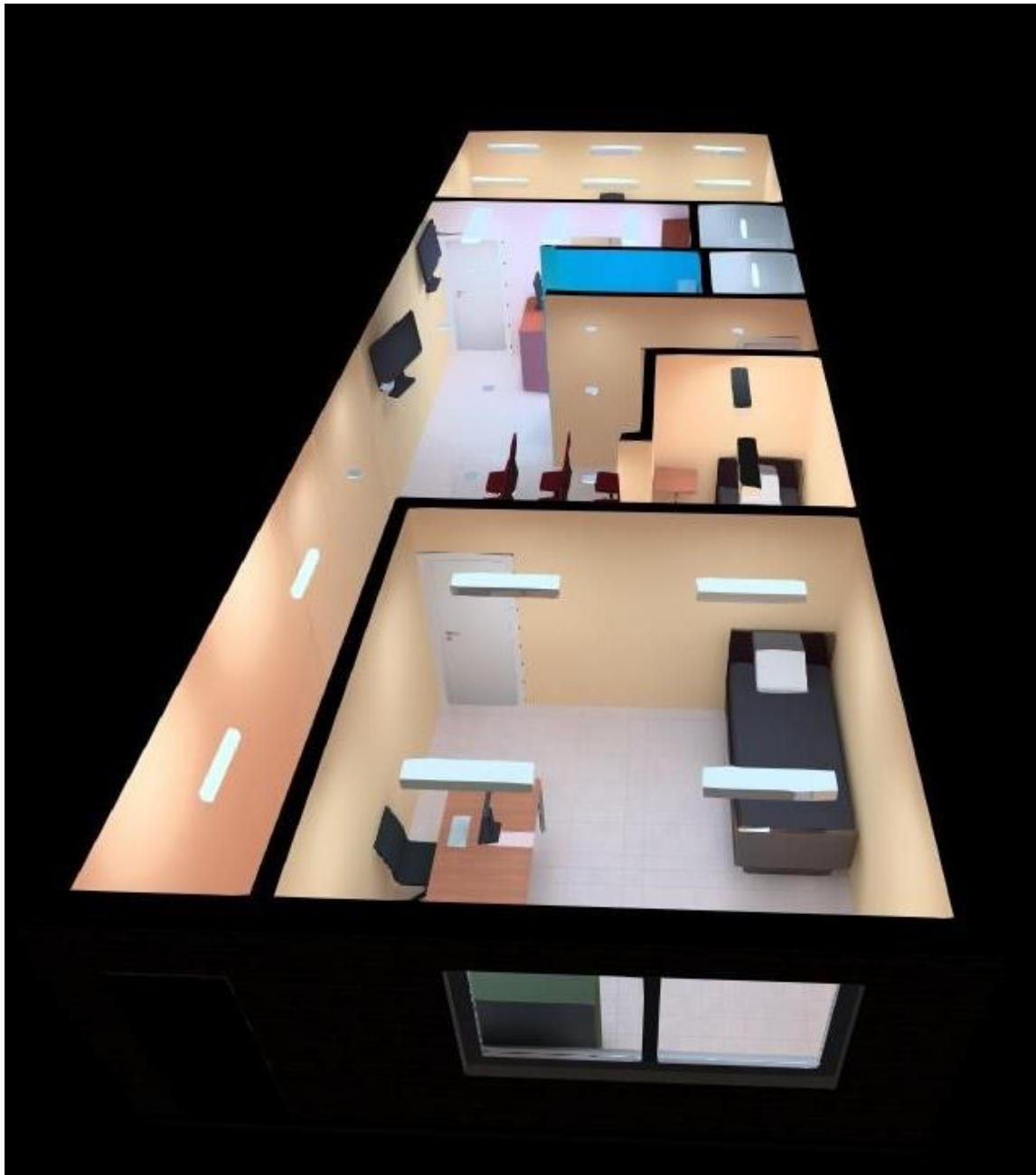
***Figura 3.39 Vista del baño con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas***

En la figura 3.40 se observa una vista área del primer piso con las luminarias seleccionadas en la propuesta 1.



*Figura 3.40 Vista aerea de la primer planta de la clinica con luminarias seleccionadas en la propuesta 1 activas*

En la figura 3.40 se observa la planta baja de la clínica con las luminarias activas, seleccionadas en la propuesta 2



*Figura 3.40 Vista aerea de la primera planta de la clínica con luminarias activas en el software DIALux Evo propuesta 2*

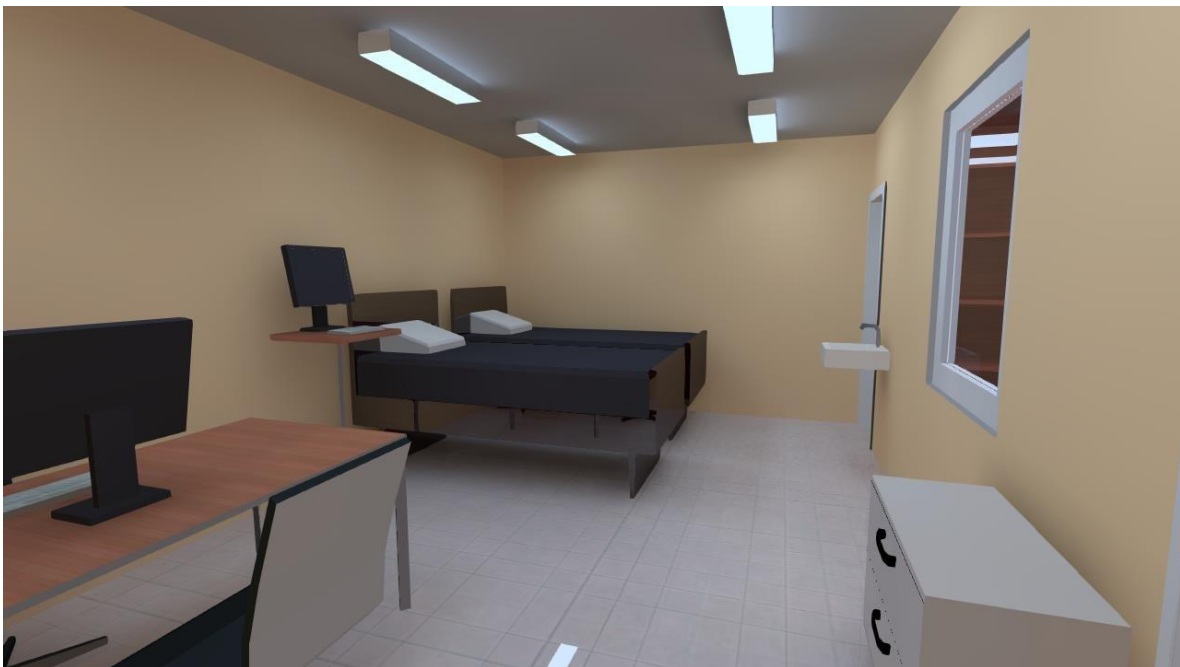
En la figura 3.41 se observa una vista del consultorio 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.





***Figura 3.41 Vista de consultorio 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas***

En la figura 3.42 se observa una vista del consultorio 2 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



***Figura 3.42 Vista de consultorio 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.***

En la figura 3.43 se observa una vista de la sala de espera con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



**Figura 3.43 Vista de la sala de espera con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas**

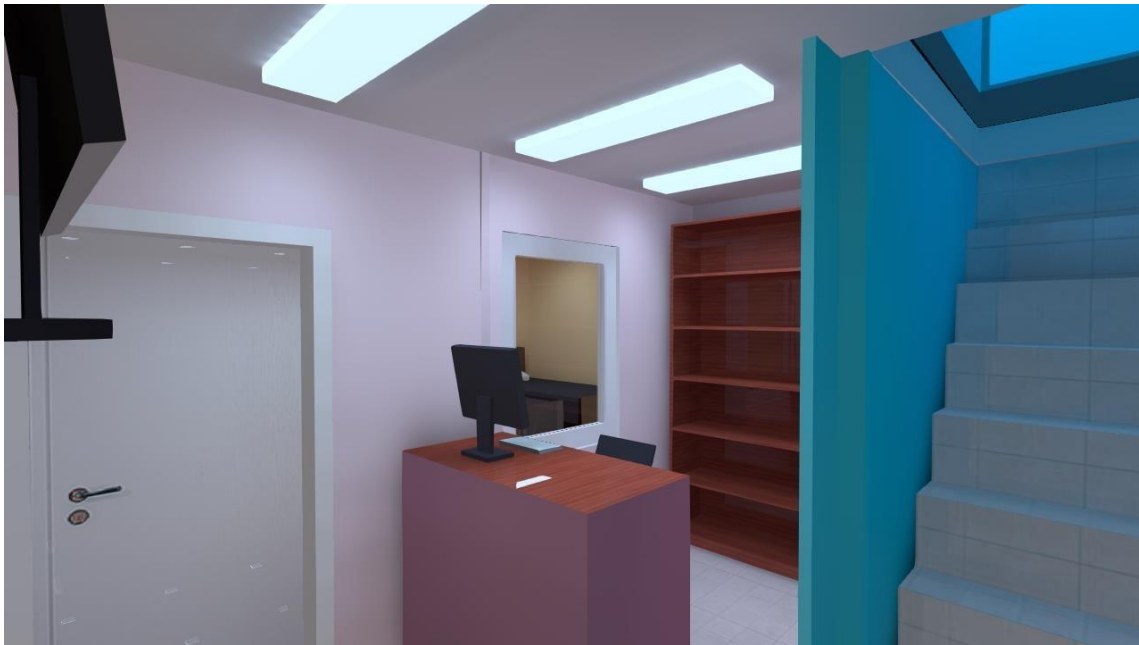
En la figura 3.44 se observa una vista del área de signos vitales con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



**Figura 3.44 Vista del área de signos vitales con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.**



En la figura 3.45 se observa una vista del área de farmacia con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



***Figura 3.45 Vista del área de farmacia con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.***

En la figura 3.46 se observa una vista del baño 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2



***Figura 3.46 Vista del baño 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.***

En la figura 3.47 se observa una vista del área de quirófano con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



**Figura 3.47** Vista del área de quirófano con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas

En la figura 3.48 se observa una vista de la habitación 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



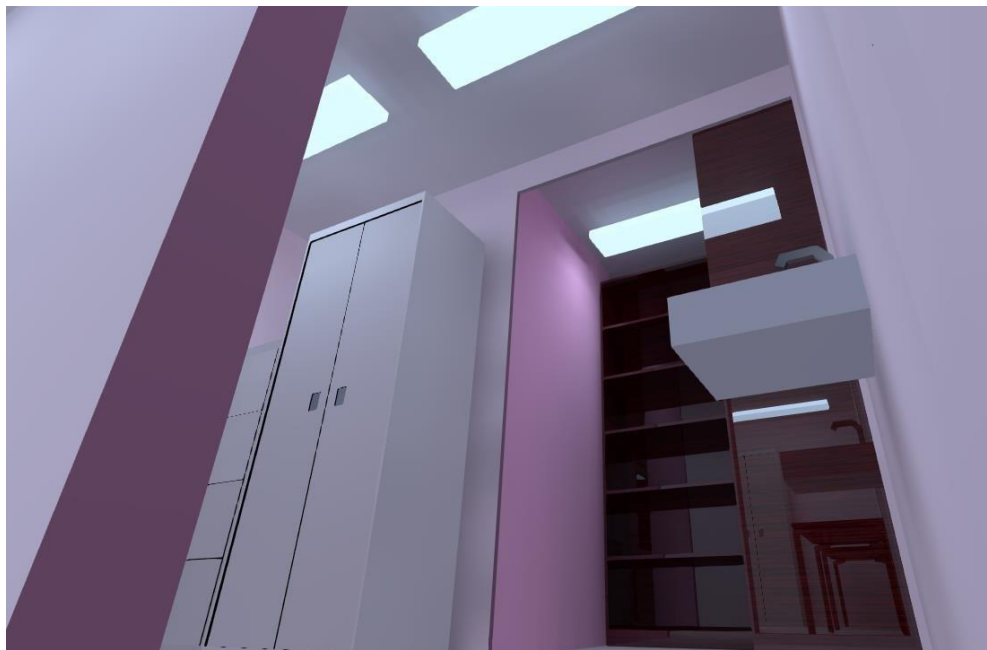
**Figura 3.48** Vista de la habitación 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas

En la figura 3.49 se observa una vista de la habitación 2 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



**Figura 3.49** Vista de la habitación 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas.

En la figura 3.50 se observa una vista del almacén con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



**Figura 3.50** Vista del almacen con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas

En la figura 3.51 se observa una vista del cuarto de ropa con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



***Figura 3.51 Vista del cuarto de ropa con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas***

En la figura 3.52 se observa una vista del baño 3 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



***Figura 3.52 Vista del baño con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas***

En la figura 3.53 se observa una vista aérea del primer piso con las luminarias seleccionadas en la propuesta 2.



*Figura 3.53 Vista aerea de la primer planta de la clinica con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas*

En la figura 3.54 se observa la planta baja de la clínica con las luminarias activas, seleccionadas en la propuesta 3



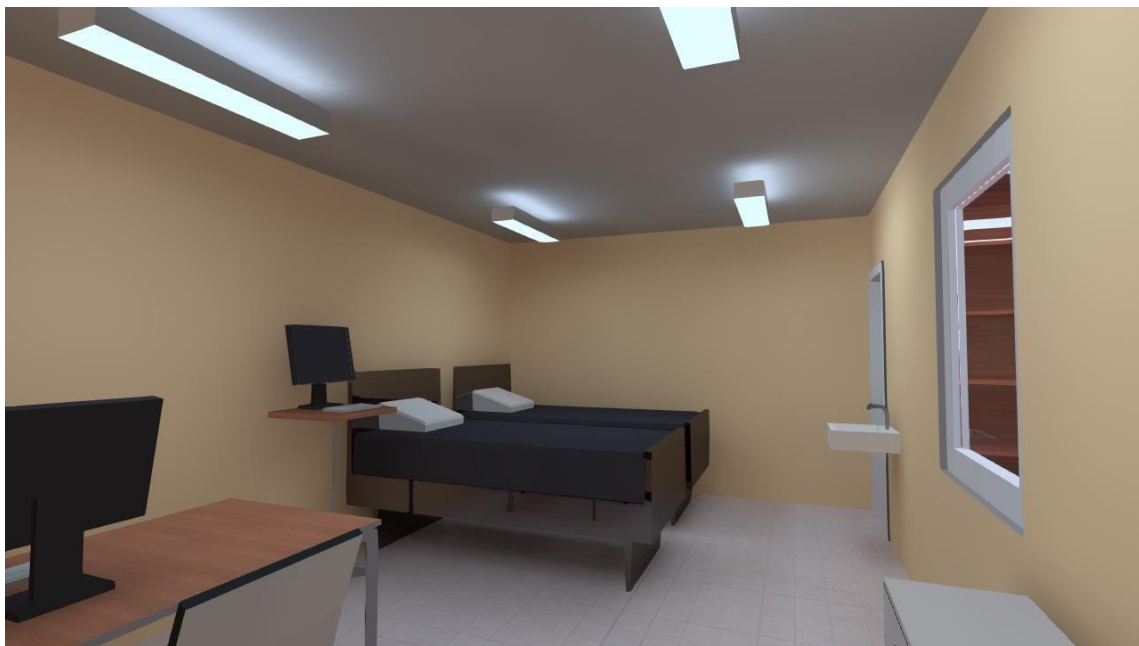
*Figura 3.54 Vista aerea de la primera planta de la clinica con luminarias activas en el software DIALux Evo propuesta 3*

En la figura 3.55 se observa una vista del consultorio 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3



***Figura 3.55 Vista de consultorio 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.***

En la figura 3.56 se observa una vista del consultorio 2 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



***Figura 3.56 Vista de consultorio 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.***



En la figura 3.57 se observa una vista de la sala de espera con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



***Figura 3.57 Vista de la sala de espera con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas***

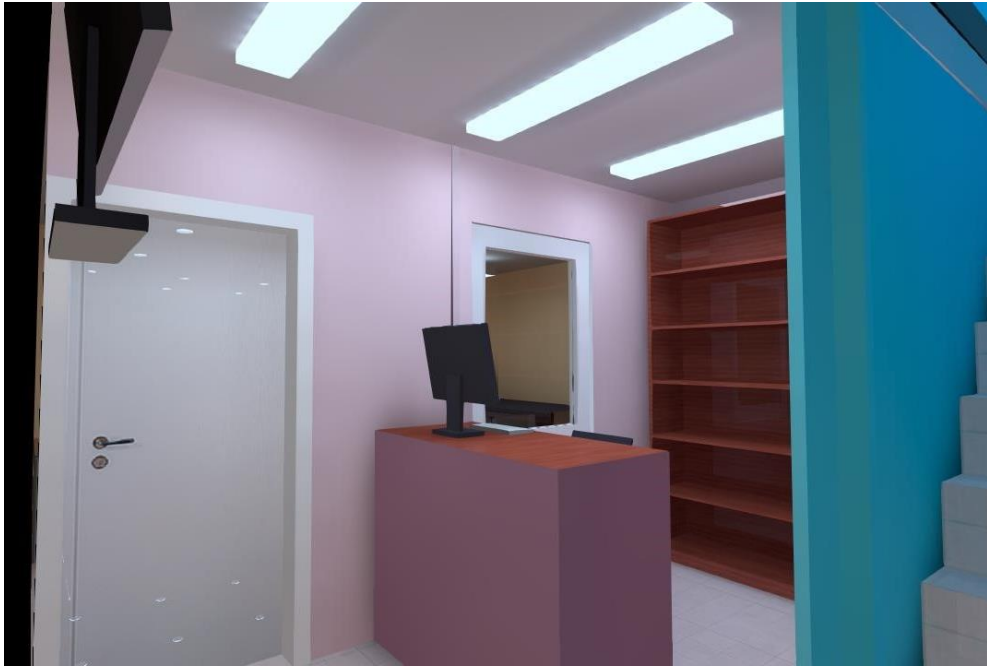
En la figura 3.58 se observa una vista del área de signos vitales con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



***Figura 3.58 Vista del área de signos vitales con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.***



En la figura 3.59 se observa una vista del área de farmacia con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



**Figura 3.59** Vista del área de farmacia con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.

En la figura 3.60 se observa una vista del baño 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



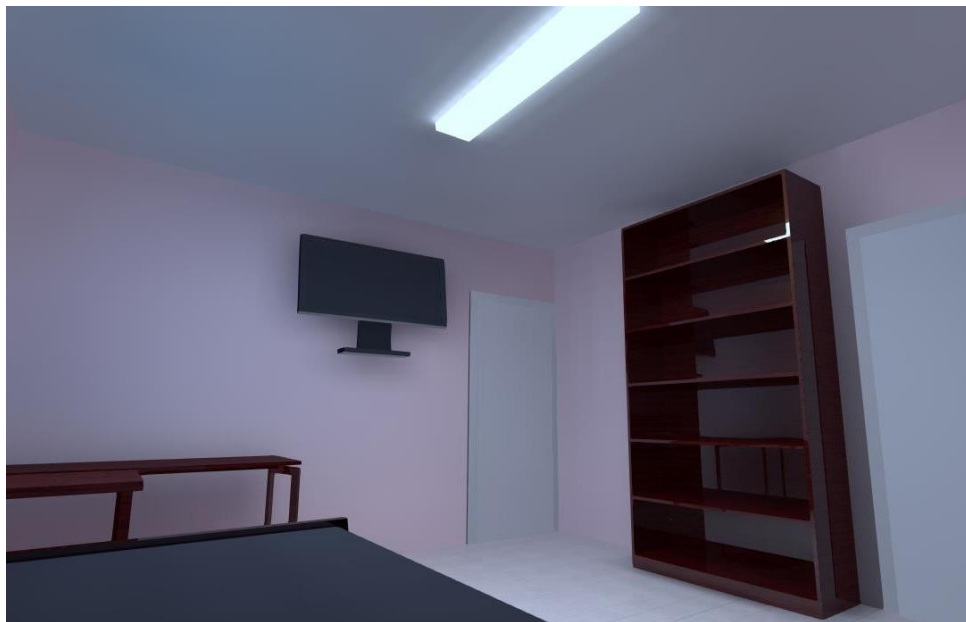
**Figura 3.60** Vista del baño 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas.

En la figura 3.61 se observa una vista del área de quirófano con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



**Figura 3.61 Vista del área de quirófano con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas**

En la figura 3.62 se observa una vista de la habitación 1 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3



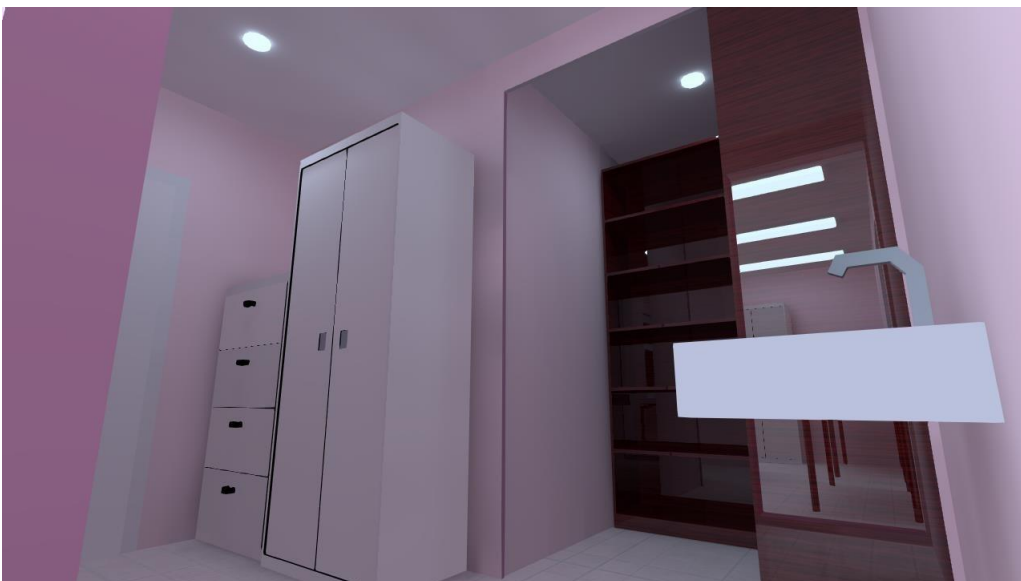
**Figura 3.62 Vista de la habitación 1 con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas**

En la figura 3.63 se observa una vista de la habitación 2 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



**Figura 3.63** Vista de la habitación 2 con luminarias seleccionadas en la propuesta 2 activas

En la figura 3.64 se observa una vista del almacén con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



**Figura 3.64** Vista del almacen con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas

En la figura 3.65 se observa una vista del almacén con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



***Figura 3.65 Vista del cuarto de ropa con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas***

En la figura 3.66 se observa una vista del baño 3 con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



***Figura 3.66 Vista del baño con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas***

En la figura 3.67 se observa una vista aérea del primer piso con las luminarias seleccionadas en la propuesta 3.



*Figura 3.67 Vista aérea de la primer planta de la clínica con luminarias seleccionadas en la propuesta 3 activas*

### 3.10 Comparación del sistema original y las tres propuestas

En la Tabla 3.71 se observa una tabla comparativa de las diferentes propuestas y el sistema actual de la Clínica Médica.

Tabla 3.71

Tabla comparativa de las tres propuestas y el sistema actual

	<b>Propuesta 1</b>	<b>Propuesta 2</b>	<b>Propuesta 3</b>	<b>Sistema actual</b>
<b>Tipo de luminarias</b>	LED	Fluorescente y LED	Fluorescente y LED	Incandescentes, Fluorescente y LED
<b>Número de luminarias</b>	60	51	49	19
<b>Watts totales instalados</b>	990.1	1308.08	1414.22	1334
<b>Cumplimiento con la NOM-025-STPS-2008</b>	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple
<b>Cumplimiento con la NOM-007-ENER-2014</b>	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple
<b>Cumplimiento con la NOM-001-SEDE-2012</b>	Cumple	Cumple	Cumple	No cumple

# **CAPÍTULO 4**

## **ESTUDIO ECONÓMICO**

## **CAPÍTULO 4 ESTUDIO ECONÓMICO**

En este capítulo se analizará cuál de las tres propuestas es más económicamente viable tanto en costo de luminarias como en consumo de energía eléctrica.

Primero se analizó el costo de las luminarias de cada una de las propuestas diseñadas en el Capítulo 3 para determinar cuál propuesta es más económica de llevar a cabo.

Posteriormente se estudió el consumo y DPEA de cada propuesta para concluir cuál propuesta consume menos energía.

Una vez conociendo el consumo de cada propuesta, se estudió el costo de energía eléctrica de cada propuesta comparado con el sistema actual y de este modo determinar qué propuesta brinda un mayor ahorro de energía eléctrica.

A continuación, se analizó que propuesta tiene mayores horas de vida y cuál requiere menos reemplazos en un periodo de quince años y así determinar que propuesta es más económica en cuanto reemplazo de luminarias.

Después se documentó el costo del material y equipo eléctrico necesario para la instalación eléctrica de alumbrado.

Posteriormente se documentó el costo del Diagnóstico de eficiencia del sistema de alumbrado de la Clínica Médica.

Finalmente, se realizó un costo beneficio del Proyecto de Ingeniería.

### **4.1 Costo de Luminarias de Cada Propuesta**

En la tabla 4.1 se encuentran los costos de cada luminaria de la propuesta 1, además del total del proyecto (solo luminarias), el precio en MXN de las luminarias de la propuesta 1 es de \$67,564.80 con IVA incluido.



Tabla 4.1

*Precio de luminarias de la Propuesta 1*

<b>COSTO PROPUESTA 1</b>				
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Precio (MXN)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo para zona (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		\$1,731.76	6	\$10,390.54
<b>Consultorio 2</b>		\$1,731.76	6	\$10,390.54
<b>Pasillo</b>		\$510.82	2	\$1,021.63
<b>Signos vitales</b>		\$1,731.76	2	\$3,463.51
<b>Baño 1</b>		\$510.82	1	\$510.82
<b>Baño 2</b>		\$510.82	1	\$510.82
<b>Farmacia</b>		\$2,197.28	3	\$6,591.85
<b>Sala de espera sección 1</b>		\$476.54	3	\$1,429.63
<b>Sala de espera sección 2</b>		\$476.54	2	\$953.09
<b>Sala de espera sección 3</b>		\$476.54	3	\$1,429.63
<b>Sala de espera sección 4</b>		\$476.54	1	\$476.54
<b>Escaleras</b>		\$543.86	2	\$1,087.73
<b>Quirófano</b>		\$2,197.28	9	\$19,775.56
<b>Pasillo 2</b>		\$510.82	2	\$1,021.63
<b>Habitación 1</b>		\$510.82	4	\$2,043.26
<b>Habitación 2</b>		\$510.82	4	\$2,043.26
<b>Almacén sección 1</b>		\$476.54	2	\$953.09
<b>Almacén sección 2</b>		\$476.54	1	\$476.54
<b>Baño 3</b>		\$510.82	2	\$1,021.63
<b>Cuarto de ropa</b>		\$543.86	1	\$543.86
<b>Sala de espera quirófano</b>		\$476.54	1	\$476.54
<b>Sala de espera habitaciones</b>		\$476.54	2	\$953.09
<b>Total</b>			60	\$67,564.80

En la tabla 4.2 se encuentran los costos de cada luminaria de la propuesta 1, además del total del proyecto (solo luminarias) sin IVA el cuál es del 16%, el precio en MXN de las luminarias de la propuesta 1 es de \$56,754.4.

**Tabla 4.2**

***Precio de luminarias de la Propuesta 1 sin IVA***

<b>COSTO PROPUESTA 1 SIN IVA</b>				
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Precio (MXN)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo para zona (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		\$1,454.68	6	\$8,728.05
<b>Consultorio 2</b>		\$1,454.68	6	\$8,728.05
<b>Pasillo</b>		\$429.09	2	\$858.17
<b>Signos vitales</b>		\$1,454.68	2	\$2,909.35
<b>Baño 1</b>		\$429.09	1	\$429.09
<b>Baño 2</b>		\$429.09	1	\$429.09
<b>Farmacia</b>		\$1,845.72	3	\$5,537.16
<b>Sala de espera sección 1</b>		\$400.30	3	\$1,200.89
<b>Sala de espera sección 2</b>		\$400.30	2	\$800.59
<b>Sala de espera sección 3</b>		\$400.30	3	\$1,200.89
<b>Sala de espera sección 4</b>		\$400.30	1	\$400.30
<b>Escaleras</b>		\$456.85	2	\$913.69
<b>Quirófano</b>		\$1,845.72	9	\$16,611.47
<b>Pasillo 2</b>		\$429.09	2	\$858.17
<b>Habitación 1</b>		\$429.09	4	\$1,716.34
<b>Habitación 2</b>		\$429.09	4	\$1,716.34
<b>Almacén sección 1</b>		\$400.30	2	\$800.59
<b>Almacén sección 2</b>		\$400.30	1	\$400.30
<b>Baño 3</b>		\$429.09	2	\$858.17
<b>Cuarto de ropa</b>		\$456.85	1	\$456.85
<b>Sala de espera quirófano</b>		\$400.30	1	\$400.30
<b>Sala de espera habitaciones</b>		\$400.30	2	\$800.59
<b>Total</b>			60	\$56,754.43

En la tabla 4.3 se encuentran los costos de cada luminaria de la propuesta 2, además del total del proyecto (solo luminarias), el precio en MXN de las luminarias de la propuesta 2 es de \$139,733.47 con IVA incluido.

**Tabla 4.3**

***Precio de luminarias de la Propuesta 2***

<b>COSTO PROPUESTA 2</b>				
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Precio (MXN)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo para zona (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		\$4,823.78	4	\$19,295.14
<b>Consultorio 2</b>		\$4,823.78	6	\$28,942.70
<b>Pasillo</b>		\$4,173.64	2	\$8,347.27
<b>Signos vitales</b>		\$4,823.78	2	\$9,647.57
<b>Baño 1</b>		\$4,173.64	1	\$4,173.64
<b>Baño 2</b>		\$4,173.64	1	\$4,173.64
<b>Farmacia</b>		\$1,823.35	3	\$5,470.06
<b>Sala de espera sección 1</b>		\$1,130.57	3	\$3,391.70
<b>Sala de espera sección 2</b>		\$1,130.57	3	\$3,391.70
<b>Sala de espera sección 3</b>		\$1,130.57	3	\$3,391.70
<b>Sala de espera sección 4</b>		\$1,130.57	1	\$1,130.57
<b>Escaleras</b>		\$2,459.83	2	\$4,919.66
<b>Quirófano</b>		\$1,823.35	9	\$16,410.17
<b>Pasillo 2</b>		\$4,173.64	1	\$4,173.64
<b>Habitación 1</b>		\$4,173.64	1	\$4,173.64
<b>Habitación 2</b>		\$4,173.64	1	\$4,173.64
<b>Almacén sección 1</b>		\$1,130.57	2	\$2,261.14
<b>Almacén sección 2</b>		\$1,130.57	1	\$1,130.57
<b>Baño 3</b>		\$4,173.64	1	\$4,173.64
<b>Cuarto de ropa</b>		\$3,570.00	1	\$3,570.00
<b>Sala de espera quirófano</b>		\$1,130.57	1	\$1,130.57
<b>Sala de espera habitaciones</b>		\$1,130.57	2	\$2,261.14
<b>Total</b>			51	\$139,733.47

En la tabla 4.4 se encuentran los costos de cada luminaria de la propuesta 2, además del total del proyecto (solo luminarias) sin IVA, el precio en MXN de las luminarias de la propuesta 2 es de \$117,376.12 sin IVA incluido que es del 16%.

**Tabla 4.4**

***Precio de luminarias de la Propuesta 2 sin IVA***

<b>COSTO PROPUESTA 2</b>				
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Precio (MXN)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo para zona (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		\$4,051.98	4	\$16,207.91
<b>Consultorio 2</b>		\$4,051.98	6	\$24,311.87
<b>Pasillo</b>		\$3,505.85	2	\$7,011.71
<b>Signos vitales</b>		\$4,051.98	2	\$8,103.96
<b>Baño 1</b>		\$3,505.85	1	\$3,505.85
<b>Baño 2</b>		\$3,505.85	1	\$3,505.85
<b>Farmacia</b>		\$1,531.62	3	\$4,594.85
<b>Sala de espera sección 1</b>		\$949.68	3	\$2,849.03
<b>Sala de espera sección 2</b>		\$949.68	3	\$2,849.03
<b>Sala de espera sección 3</b>		\$949.68	3	\$2,849.03
<b>Sala de espera sección 4</b>		\$949.68	1	\$949.68
<b>Escaleras</b>		\$2,066.26	2	\$4,132.52
<b>Quirófano</b>		\$1,531.62	9	\$13,784.54
<b>Pasillo 2</b>		\$3,505.85	1	\$3,505.85
<b>Habitación 1</b>		\$3,505.85	1	\$3,505.85
<b>Habitación 2</b>		\$3,505.85	1	\$3,505.85
<b>Almacén sección 1</b>		\$949.68	2	\$1,899.35
<b>Almacén sección 2</b>		\$949.68	1	\$949.68
<b>Baño 3</b>		\$3,505.85	1	\$3,505.85
<b>Cuarto de ropa</b>		\$2,998.80	1	\$2,998.80
<b>Sala de espera quirófano</b>		\$949.68	1	\$949.68
<b>Sala de espera habitaciones</b>		\$949.68	2	\$1,899.35
<b>Total</b>			51	\$117,376.12

En la tabla 4.5 se encuentran los costos de cada luminaria de la propuesta 3, además del total del proyecto (solo luminarias), el precio en MXN de las luminarias de la propuesta 3 es de \$112,605.35 con IVA incluido.

**Tabla 4.5**

***Precio de luminarias de la Propuesta 3***

<b>COSTO PROPUESTA 3</b>				
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Precio (MXN)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo para zona (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		\$4,954.55	4	\$19,818.19
<b>Consultorio 2</b>		\$4,954.55	4	\$19,818.19
<b>Pasillo</b>		\$2,392.92	2	\$4,785.84
<b>Signos vitales</b>		\$4,954.55	2	\$9,909.10
<b>Baño 1</b>		\$2,392.92	1	\$2,392.92
<b>Baño 2</b>		\$2,392.92	1	\$2,392.92
<b>Farmacia</b>		\$1,849.67	3	\$5,549.00
<b>Sala de espera sección 1</b>		\$1,001.84	3	\$3,005.53
<b>Sala de espera sección 2</b>		\$1,001.84	3	\$3,005.53
<b>Sala de espera sección 3</b>		\$1,001.84	3	\$3,005.53
<b>Sala de espera sección 4</b>		\$1,001.84	1	\$1,001.84
<b>Escaleras</b>		\$1,897.00	2	\$3,793.99
<b>Quirófano</b>		\$1,849.67	9	\$16,647.01
<b>Pasillo 2</b>		\$2,392.92	1	\$2,392.92
<b>Habitación 1</b>		\$2,392.92	1	\$2,392.92
<b>Habitación 2</b>		\$2,392.92	1	\$2,392.92
<b>Almacén sección 1</b>		\$1,001.84	2	\$2,003.69
<b>Almacén sección 2</b>		\$1,001.84	1	\$1,001.84
<b>Baño 3</b>		\$2,392.92	1	\$2,392.92
<b>Cuarto de ropa</b>		\$1,897.00	1	\$1,897.00
<b>Sala de espera quirófano</b>		\$1,001.84	1	\$1,001.84
<b>Sala de espera habitaciones</b>		\$1,001.84	2	\$2,003.69
<b>Total</b>			49	\$112,605.35

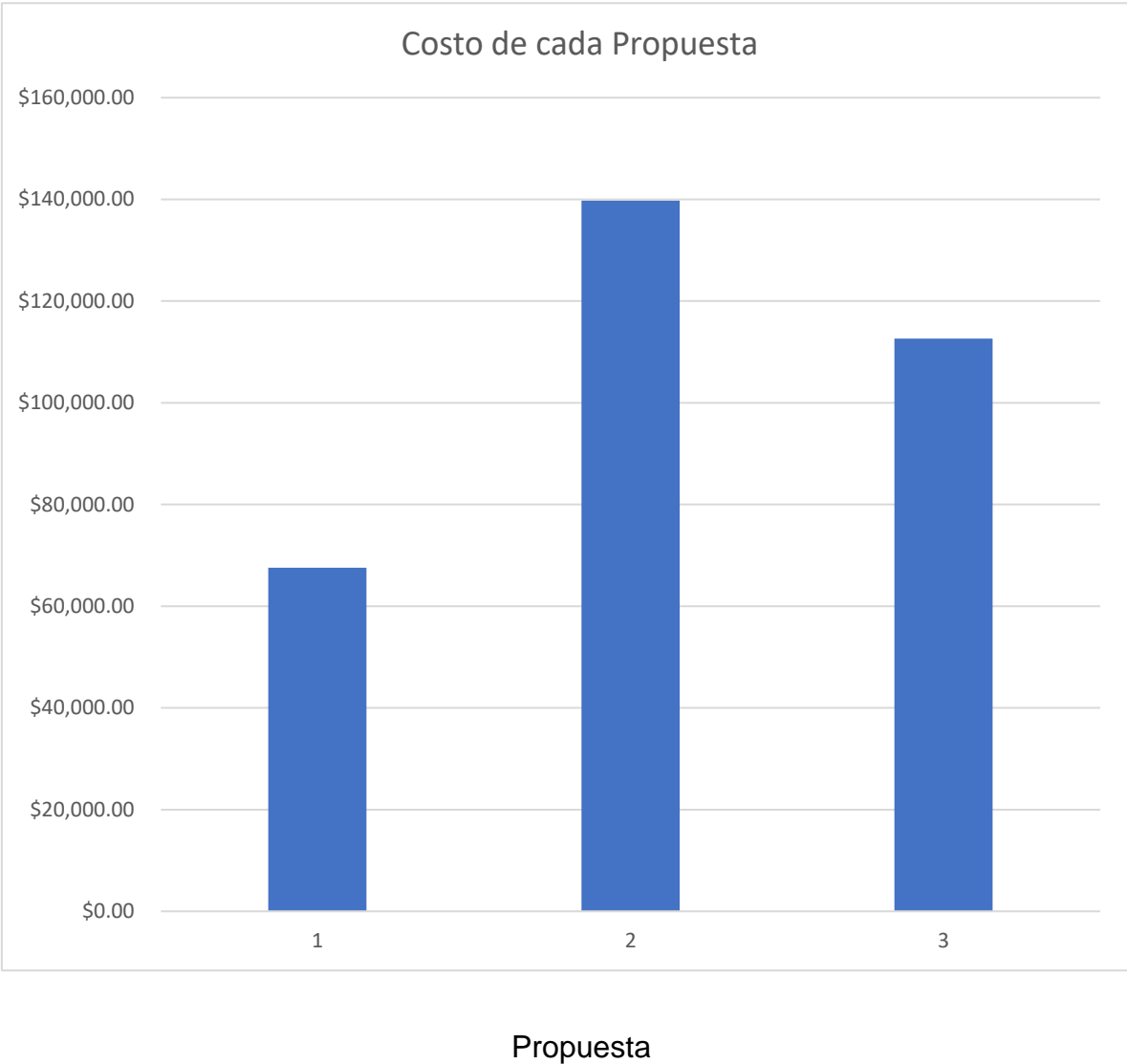
En la Tabla 4.6 se encuentran los costos de cada luminaria de la propuesta 2, además del total del proyecto (solo luminarias) sin IVA, el precio en MXN de las luminarias de la propuesta 2 es de \$94,588.49 sin IVA incluido que es del 16%.

**Tabla 4.6**  
**Precio de luminarias de la Propuesta 3 sin IVA**

<b>COSTO PROPUESTA 3</b>				
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Precio (MXN)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo para zona (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		\$4,161.82	4	\$16,647.28
<b>Consultorio 2</b>		\$4,161.82	4	\$16,647.28
<b>Pasillo</b>		\$2,010.05	2	\$4,020.11
<b>Signos vitales</b>		\$4,161.82	2	\$8,323.64
<b>Baño 1</b>		\$2,010.05	1	\$2,010.05
<b>Baño 2</b>		\$2,010.05	1	\$2,010.05
<b>Farmacia</b>		\$1,553.72	3	\$4,661.16
<b>Sala de espera sección 1</b>		\$841.55	3	\$2,524.65
<b>Sala de espera sección 2</b>		\$841.55	3	\$2,524.65
<b>Sala de espera sección 3</b>		\$841.55	3	\$2,524.65
<b>Sala de espera sección 4</b>		\$841.55	1	\$841.55
<b>Escaleras</b>		\$1,593.48	2	\$3,186.95
<b>Quirófano</b>		\$1,553.72	9	\$13,983.49
<b>Pasillo 2</b>		\$2,010.05	1	\$2,010.05
<b>Habitación 1</b>		\$2,010.05	1	\$2,010.05
<b>Habitación 2</b>		\$2,010.05	1	\$2,010.05
<b>Almacén sección 1</b>		\$841.55	2	\$1,683.10
<b>Almacén sección 2</b>		\$841.55	1	\$841.55
<b>Baño 3</b>		\$2,010.05	1	\$2,010.05
<b>Cuarto de ropa</b>		\$1,593.48	1	\$1,593.48
<b>Sala de espera quirófano</b>		\$841.55	1	\$841.55
<b>Sala de espera habitaciones</b>		\$841.55	2	\$1,683.10
<b>Total</b>			49	\$94,588.49

Con esto se concluye que el proyecto más económico en cuanto luminarias es la Propuesta 1, en este caso el proyecto menos conveniente es la Propuesta 2.

En la Figura 4.1 se observa la gráfica comparativa del costo de los luminarios de cada propuesta.



**Figura 4.1** Precio en MXN de luminarias de cada Propuesta con IVA incluido

## 4.2 Consumo Eléctrico de Cada Propuesta

A continuación, se presenta la Potencia total en Watts de cada propuesta, además de su DPEA y de este modo determinar cuál propuesta tiene un menor DPEA.

En la tabla 4.4 se encuentran el total de Watts que consumen las luminarias de la propuesta 1 el cual es de 990.1 Watts, además del DPEA de la propuesta 1 para 990.1 Watts con un área de 150.7 m<sup>2</sup> hay un DPEA de 6.569.

En la tabla 4.5 se encuentran el total de Watts que consumen las luminarias de la propuesta 2 el cual es de 1308.08 Watts, además del DPEA de la propuesta 2 para 1308.08 Watts con un área de 150.7 m<sup>2</sup> hay un DPEA de 8.678.

En la tabla 4.6 se encuentran el total de Watts que consumen las luminarias de la propuesta 3 el cual es de 1414.22 Watts, además del DPEA de la propuesta 3 para 1414.22 Watts con un área de 150.7 m<sup>2</sup> hay un DPEA de 9.383.

Con esto se concluye que el proyecto con mejor DPEA y un menor consumo es la Propuesta 1, en este caso el Proyecto menos conveniente es la Propuesta 3.



Tabla 4.4

*Consumo y DPEA de la Propuesta 1*

<b>CONSUMO Y DPEA DE LA PROPUESTA 1</b>						
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Watts /luminario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Watts/luminarios</b>	<b>Área</b>	<b>DPEA</b>
<b>Consultorio 1</b>		16.91	6	101.46	16	6.34125
<b>Consultorio 2</b>		16.91	6	101.46	18.4619	5.4956
<b>Pasillo</b>		13.2	2	26.4	4.92	5.3658
<b>Signos vitales</b>		16.91	2	33.82	5.336	6.338
<b>Baño 1</b>		13.2	1	13.2	1.5525	8.502
<b>Baño 2</b>		13.2	1	13.2	2.24	5.89285
<b>Farmacia</b>		25.56	3	76.68	6.9125	11.092
<b>Sala de espera sección 1</b>		9.33	3	27.99	3.39	8.2566
<b>Sala de espera sección 2</b>		9.33	2	18.66	6.441	2.8970
<b>Sala de espera sección 3</b>		9.33	3	27.99	7.1651	3.906
<b>Sala de espera sección 4</b>		9.33	1	9.33	2.7	3.4555

Tabla 4.4

Consumo y DPEA de la Propuesta 1 continuación

<b>CONSUMO Y DPEA DE LA PROPUESTA 1</b>						
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Watts /luminario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Watts/luminarios</b>	<b>Área</b>	<b>DPEA</b>
<b>Escaleras</b>		31.83	2	63.66	4.05	15.7185
<b>Quirófano</b>		25.56	9	230.04	20.92	10.9961
<b>Pasillo 2</b>		13.2	2	26.4	3.75	7.04
<b>Habitación 1</b>		13.2	4	52.8	13.0152	4.056
<b>Habitación 2</b>		13.2	4	52.8	14.92	3.5388
<b>Almacén sección 1</b>		9.33	2	18.66	5.6525	3.3011
<b>Almacén sección 2</b>		9.33	1	9.33	1.875	4.976
<b>Baño 3</b>		13.2	2	26.4	3.6	7.3333
<b>Cuarto de ropa</b>		31.83	1	31.83	2.4	13.2625
<b>Sala de espera quirófano</b>		9.33	1	9.33	1.75	5.3314
<b>Sala de espera habitaciones</b>		9.33	2	18.66	3.6685	5.0865
<b>TOTAL</b>			60	990.1	150.7202	6.569

Tabla 4.5

*Consumo y DPEA de la Propuesta 2*

<b>CONSUMO Y DPEA DE LA PROPUESTA 2</b>						
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Watts /luminario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Watts/luminarios</b>	<b>Área</b>	<b>DPEA</b>
<b>Consultorio 1</b>		54	4	216	16	13.5
<b>Consultorio 2</b>		54	6	324	18.4619	17.5496
<b>Pasillo</b>		17.7	2	35.4	4.92	7.1951
<b>Signos vitales</b>		54	2	108	5.336	20.239
<b>Baño 1</b>		17.7	1	17.7	1.5525	11.4009
<b>Baño 2</b>		17.7	1	17.7	2.24	7.90178
<b>Farmacia</b>		25.56	3	76.68	6.9125	11.0929
<b>Sala de espera sección 1</b>		9.41	3	28.23	3.39	8.3274
<b>Sala de espera sección 2</b>		9.41	3	28.23	6.441	4.3828
<b>Sala de espera sección 3</b>		9.41	3	28.23	7.1651	3.9399
<b>Sala de espera sección 4</b>		9.41	1	9.41	2.7	3.4851

Tabla 4.5

*Consumo y DPEA de la Propuesta 2 (Continuación)*

<b>CONSUMO Y DPEA DE LA PROPUESTA 2</b>						
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Watts /luminario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Watts/luminarios</b>	<b>Área</b>	<b>DPEA</b>
<b>Escaleras</b>		12.9	2	25.8	4.05	6.3703
<b>Quirófano</b>		25.56	9	230.04	20.92	10.996
<b>Pasillo 2</b>		17.7	1	17.7	3.75	4.72
<b>Habitación 1</b>		17.7	1	17.7	13.0152	1.3599
<b>Habitación 2</b>		17.7	1	17.7	14.92	1.1863
<b>Almacén sección 1</b>		9.41	2	18.82	5.6525	3.3295
<b>Almacén sección 2</b>		9.41	1	9.41	1.875	5.0186
<b>Baño 3</b>		17.7	1	17.7	3.6	4.9166
<b>Cuarto de ropa</b>		35.4	1	35.4	2.4	14.75
<b>Sala de espera quirófano</b>		9.41	1	9.41	1.75	5.3771
<b>Sala de espera habitaciones</b>		9.41	2	18.82	3.6685	5.1301
<b>TOTAL</b>			51	1308.08	150.7202	8.6788

**Tabla 4.6**  
**Consumo y DPEA de la Propuesta 3**

<b>CONSUMO Y DPEA DE LA PROPUESTA 3</b>						
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Watts /luminario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Watts/luminarios</b>	<b>Área</b>	<b>DPEA</b>
<b>Consultorio 1</b>		54	4	216	16	13.5
<b>Consultorio 2</b>		54	4	216	18.4619	11.6997
<b>Pasillo</b>		31.9	2	63.8	4.92	12.9674
<b>Signos vitales</b>		54	2	108	5.336	20.2398
<b>Baño 1</b>		31.9	1	31.9	1.5525	20.5475
<b>Baño 2</b>		31.9	1	31.9	2.24	14.241
<b>Farmacia</b>		32.38	3	97.14	6.9125	14.052
<b>Sala de espera sección 1</b>		10.23	3	30.69	3.39	9.053
<b>Sala de espera sección 2</b>		10.23	3	30.69	6.441	4.7647
<b>Sala de espera sección 3</b>		10.23	3	30.69	7.1651	4.2832
<b>Sala de espera sección 4</b>		10.23	1	10.23	2.7	3.788

**Tabla 4.6**  
**Consumo y DPEA de la Propuesta 3**

<b>CONSUMO Y DPEA DE LA PROPUESTA 3</b>						
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Watts /luminario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Watts/luminarios</b>	<b>Área</b>	<b>DPEA</b>
<b>Escaleras</b>		22.26	2	44.52	4.05	10.992
<b>Quirófano</b>		32.38	9	291.42	20.92	13.9302
<b>Pasillo 2</b>		31.9	1	31.9	3.75	8.5066
<b>Habitación 1</b>		31.9	1	31.9	13.0152	2.4509
<b>Habitación 2</b>		31.9	1	31.9	14.92	2.138
<b>Almacén sección 1</b>		10.23	2	20.46	5.6525	3.6196
<b>Almacén sección 2</b>		10.23	1	10.23	1.875	5.456
<b>Baño 3</b>		31.9	1	31.9	3.6	8.861
<b>Cuarto de ropa</b>		22.26	1	22.26	2.4	9.275
<b>Sala de espera quirófano</b>		10.23	1	10.23	1.75	5.845
<b>Sala de espera habitaciones</b>		10.23	2	20.46	3.6685	5.5772
<b>TOTAL</b>			49	1414.22	150.7202	9.383

### 4.3 Costo de Energía Eléctrica

En la Figura 4.2 se observa el costo del kWh en la Tarifa PDBJ para el Estado de México La Paz Valle de los Reyes para mayo del 2022 el cuál es de \$3.568 MXN/kWh.

ESTADO DE MÉXICO ▾ LA PAZ ▾  
VALLE DE MÉXICO CENTRO ▾

#### Valle de México Centro

Tarifa	Descripción	Cargo	Unidades	MAY-22
PDBT	Pequeña demanda baja tensión hasta 25 kW-mes	Fijo	\$/mes	50.59
		Variable (Energía)	\$/kWh	3.568

**Figura 4.1** Precio en MXN del kWh PDBT Nota: (CFE, 2022)

En la tabla 4.7 se muestra el costo de energía eléctrica que tendría cada una de las propuestas de sistemas de iluminación.

**Tabla 4.7**  
**Costo económico de Energía Eléctrica por propuesta de iluminación**

<b>Costo de Energía Eléctrica para cada Propuesta</b>				
	Horas bimestrales de uso	Potencia en Watts	kWh por bimestre	Costo bimestral de energía en MXN
<b>Propuesta 1</b>	544	990.1	538.6144	\$1921.776
<b>Propuesta 2</b>	544	1308.08	711.6955	\$ 2539.32
<b>Propuesta 3</b>	544	1414.22	769.3356	\$ 2744.98
<b>Sistema de alumbrado actual</b>	544	1334	725.696	\$2589.28

La propuesta 1 brinda un menor costo de energía eléctrica, mientras la Propuesta 3 es económicamente menos conveniente en este aspecto.

#### **4.4 Costo de Instalación y Reemplazo de Luminarias**

Se utilizan las horas de vida de cada luminaria y su precio visto en las Tablas 4.1. El costo de instalación por luminaria es de \$550.00 MXN, se considera un tiempo de quince años.

En la Tabla 4.8 y 4.9 se observan los resultados de la propuesta 1, este estudio está sujeto a cambios a futuro debido a que no considera la inflación a quince años. El precio viene con IVA incluido.

$$\text{Mes de reemplazo} = \frac{\text{Horas de vida de luminario}}{\text{Horas de uso del luminario por mes}}$$



**Tabla 4.8**

**Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1**

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Horas de vida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas de uso por mes</b>	<b>Mes de reemplazo</b>
<b>Consultorio 1</b>		50000	6	272	183.823
<b>Consultorio 2</b>		50000	6	272	183.823
<b>Pasillo</b>		50000	2	272	183.823
<b>Signos vitales</b>		50000	2	272	183.823
<b>Baño 1</b>		50000	1	272	183.823
<b>Baño 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Farmacia</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 1</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 2</b>		50000	2	272	183.823
<b>Sala de espera sección 3</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 4</b>		50000	1	272	183.823

**Tabla 4.8**

**Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1**

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Horas de vida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas de uso por mes</b>	<b>Mes de reemplazo</b>
<b>Escaleras</b>		50000	2	272	183.823
<b>Quirófano</b>		50000	9	272	183.823
<b>Pasillo 2</b>		50000	2	272	183.823
<b>Habitación 1</b>		50000	4	272	183.823
<b>Habitación 2</b>		50000	4	272	183.823
<b>Almacén sección 1</b>		50000	2	272	183.823
<b>Almacén sección 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Baño 3</b>		50000	2	272	183.823
<b>Cuarto de ropa</b>		50000	1	272	183.823
<b>Sala de espera quirófano</b>		50000	1	272	183.823
<b>Sala de espera habitaciones</b>		50000	2	272	183.823

Tabla 4.9

Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Número de reemplazos en 15 años</b>	<b>Costo reemplazo (MXN)</b>	<b>Costo instalación (MXN)</b>	<b>Gasto total de reemplazo (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		1	\$10,390.54	\$3,300.00	\$13,690.54
<b>Consultorio 2</b>		1	\$10,390.54	\$3,300.00	\$13,690.54
<b>Pasillo</b>		1	\$1,021.63	\$1,100.00	\$2,121.63
<b>Signos vitales</b>		1	\$3,463.51	\$1,100.00	\$4,563.51
<b>Baño 1</b>		1	\$510.82	\$550.00	\$1,060.82
<b>Baño 2</b>		1	\$510.82	\$550.00	\$1,060.82
<b>Farmacia</b>		1	\$6,591.85	\$1,650.00	\$8,241.85
<b>Sala de espera sección 1</b>		1	\$1,429.63	\$1,650.00	\$3,079.63
<b>Sala de espera sección 2</b>		1	\$953.09	\$1,100.00	\$2,053.09
<b>Sala de espera sección 3</b>		1	\$1,429.63	\$1,650.00	\$3,079.63
<b>Sala de espera sección 4</b>		1	\$476.54	\$550.00	\$1,026.54

Tabla 4.9

Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 1</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Número de reemplazos en 15 años</b>	<b>Costo reemplazo (MXN)</b>	<b>Costo instalación (MXN)</b>	<b>Gasto total de reemplazo (MXN)</b>
<b>Escaleras</b>		1	\$1,087.73	\$1,100.00	\$2,187.73
<b>Quirófano</b>		1	\$19,775.56	\$4,950.00	\$24,725.56
<b>Pasillo 2</b>		1	\$1,021.63	\$1,100.00	\$2,121.63
<b>Habitación 1</b>		1	\$2,043.26	\$2,200.00	\$4,243.26
<b>Habitación 2</b>		1	\$2,043.26	\$2,200.00	\$4,243.26
<b>Almacén sección 1</b>		1	\$953.09	\$1,100.00	\$2,053.09
<b>Almacén sección 2</b>		1	\$476.54	\$550.00	\$1,026.54
<b>Baño 3</b>		1	\$1,021.63	\$1,100.00	\$2,121.63
<b>Cuarto de ropa</b>		1	\$543.86	\$550.00	\$1,093.86
<b>Sala de espera quirófano</b>		1	\$476.54	\$550.00	\$1,026.54
<b>Sala de espera habitaciones</b>		1	\$953.09	\$1,100.00	\$2,053.09
<b>Total</b>			\$67,564.80	\$33,000.00	\$100,564.80

Se utilizan las horas de vida de cada luminaria y su precio visto en las Tablas 4.2. El costo de instalación por luminaria es de \$550.00 MXN, se considera un tiempo de quince años.

En la Tabla 4.10 y 4.11 se observan los resultados de la propuesta 2, este estudio está sujeto a cambios a futuro debido a que no considera la inflación a quince años. El precio viene con IVA incluido.

$$\text{Mes de reemplazo} = \frac{\text{Horas de vida de luminario}}{\text{Horas de uso del luminario por mes}}$$

**Tabla 4.10**  
**Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2**

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Horas de vida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas de uso por mes</b>	<b>Mes de reemplazo</b>
<b>Consultorio 1</b>		10000	4	272	36.7647
<b>Consultorio 2</b>		10000	6	272	36.7647
<b>Pasillo</b>		50000	2	272	183.823
<b>Signos vitales</b>		10000	2	272	36.7647
<b>Baño 1</b>		50000	1	272	183.823
<b>Baño 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Farmacia</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 1</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 2</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 3</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 4</b>		50000	1	272	183.823

**Tabla 4.10**

**Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2**

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Horas de vida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas de uso por mes</b>	<b>Mes de reemplazo</b>
<b>Escaleras</b>		50000	2	272	183.823
<b>Quirófano</b>		50000	9	272	183.823
<b>Pasillo 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Habitación 1</b>		50000	1	272	183.823
<b>Habitación 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Almacén sección 1</b>		50000	2	272	183.823
<b>Almacén sección 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Baño 3</b>		50000	1	272	183.823
<b>Cuarto de ropa</b>		50000	1	272	183.823
<b>Sala de espera quirófano</b>		50000	1	272	183.823
<b>Sala de espera habitaciones</b>		50000	2	272	183.823

Tabla 4.11

Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Número de reemplazos en 15 años</b>	<b>Costo reemplazo (MXN)</b>	<b>Costo instalación (MXN)</b>	<b>Gasto total de reemplazo (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		5	\$96,475.68	\$11,000.00	\$107,475.68
<b>Consultorio 2</b>		5	\$144,713.52	\$16,500.00	\$161,213.52
<b>Pasillo</b>		1	\$8,347.27	\$1,100.00	\$9,447.27
<b>Signos vitales</b>		5	\$48,237.84	\$5,500.00	\$53,737.84
<b>Baño 1</b>		1	\$4,173.64	\$550.00	\$4,723.64
<b>Baño 2</b>		1	\$4,173.64	\$550.00	\$4,723.64
<b>Farmacia</b>		1	\$5,470.06	\$1,650.00	\$7,120.06
<b>Sala de espera sección 1</b>		1	\$3,391.70	\$1,650.00	\$5,041.70
<b>Sala de espera sección 2</b>		1	\$3,391.70	\$1,650.00	\$5,041.70
<b>Sala de espera sección 3</b>		1	\$3,391.70	\$1,650.00	\$5,041.70
<b>Sala de espera sección 4</b>		1	\$1,130.57	\$550.00	\$1,680.57

Tabla 4.11

Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 2</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Número de reemplazos en 15 años</b>	<b>Costo reemplazo (MXN)</b>	<b>Costo instalación (MXN)</b>	<b>Gasto total de reemplazo (MXN)</b>
<b>Escaleras</b>		1	\$4,919.66	\$1,100.00	\$6,019.66
<b>Quirófano</b>		1	\$16,410.17	\$4,950.00	\$21,360.17
<b>Pasillo 2</b>		1	\$4,173.64	\$550.00	\$4,723.64
<b>Habitación 1</b>		1	\$4,173.64	\$550.00	\$4,723.64
<b>Habitación 2</b>		1	\$4,173.64	\$550.00	\$4,723.64
<b>Almacén sección 1</b>		1	\$2,261.14	\$1,100.00	\$3,361.14
<b>Almacén sección 2</b>		1	\$1,130.57	\$550.00	\$1,680.57
<b>Baño 3</b>		1	\$4,173.64	\$550.00	\$4,723.64
<b>Cuarto de ropa</b>		1	\$3,570.00	\$550.00	\$4,120.00
<b>Sala de espera quirófano</b>		1	\$1,130.57	\$550.00	\$1,680.57
<b>Sala de espera habitaciones</b>		1	\$2,261.14	\$1,100.00	\$3,361.14
<b>Total</b>			\$371,275.10	\$54,450.00	\$425,725.10



Se utilizan las horas de vida de cada luminaria y su precio visto en las Tablas 4.2. El costo de instalación por luminaria es de \$550.00 MXN, se considera un tiempo de quince años.

En la Tabla 4.12 y 4.13 se observan los resultados de la propuesta 3, este estudio está sujeto a cambios a futuro debido a que no considera la inflación a quince años. El precio viene con IVA incluido.

$$\text{Mes de reemplazo} = \frac{\text{Horas de vida de luminario}}{\text{Horas de uso del luminario por mes}}$$

**Tabla 4.12**

**Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3**

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Horas de vida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas de uso por mes</b>	<b>Mes de reemplazo</b>
<b>Consultorio 1</b>		10000	4	272	36.7647
<b>Consultorio 2</b>		10000	4	272	36.7647
<b>Pasillo</b>		50000	2	272	183.823
<b>Signos vitales</b>		10000	2	272	36.7647
<b>Baño 1</b>		50000	1	272	183.823
<b>Baño 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Farmacia</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 1</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 2</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 3</b>		50000	3	272	183.823
<b>Sala de espera sección 4</b>		50000	1	272	183.823

Tabla 4.12

*Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3*

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Horas de vida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas de uso por mes</b>	<b>Mes de reemplazo</b>
<b>Escaleras</b>		50000	2	272	183.823
<b>Quirófano</b>		50000	9	272	183.823
<b>Pasillo 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Habitación 1</b>		50000	1	272	183.823
<b>Habitación 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Almacén sección 1</b>		50000	2	272	183.823
<b>Almacén sección 2</b>		50000	1	272	183.823
<b>Baño 3</b>		50000	1	272	183.823
<b>Cuarto de ropa</b>		50000	1	272	183.823
<b>Sala de espera quirófano</b>		50000	1	272	183.823
<b>Sala de espera habitaciones</b>		50000	2	272	183.823

Tabla 4.13

*Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3*

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Número de reemplazos en 15 años</b>	<b>Costo reemplazo (MXN)</b>	<b>Costo instalación (MXN)</b>	<b>Gasto total de reemplazo (MXN)</b>
<b>Consultorio 1</b>		5	\$99,090.96	\$11,000.00	\$110,090.96
<b>Consultorio 2</b>		5	\$99,090.96	\$11,000.00	\$110,090.96
<b>Pasillo</b>		1	\$4,785.84	\$1,100.00	\$5,885.84
<b>Signos vitales</b>		5	\$49,545.48	\$5,500.00	\$55,045.48
<b>Baño 1</b>		1	\$2,392.92	\$550.00	\$2,942.92
<b>Baño 2</b>		1	\$2,392.92	\$550.00	\$2,942.92
<b>Farmacia</b>		1	\$5,549.00	\$1,650.00	\$7,199.00
<b>Sala de espera sección 1</b>		1	\$3,005.53	\$1,650.00	\$4,655.53
<b>Sala de espera sección 2</b>		1	\$3,005.53	\$1,650.00	\$4,655.53
<b>Sala de espera sección 3</b>		1	\$3,005.53	\$1,650.00	\$4,655.53
<b>Sala de espera sección 4</b>		1	\$1,001.84	\$550.00	\$1,551.84

Tabla 4.13

*Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3*

<b>Horas de vida y reemplazo de luminarias de Propuesta 3</b>					
<b>Zona</b>	<b>Luminario</b>	<b>Número de reemplazos en 15 años</b>	<b>Costo reemplazo (MXN)</b>	<b>Costo instalación (MXN)</b>	<b>Gasto total de reemplazo (MXN)</b>
<b>Escaleras</b>		1	\$3,793.99	\$1,100.00	\$4,893.99
<b>Quirófano</b>		1	\$16,647.01	\$4,950.00	\$21,597.01
<b>Pasillo 2</b>		1	\$2,392.92	\$550.00	\$2,942.92
<b>Habitación 1</b>		1	\$2,392.92	\$550.00	\$2,942.92
<b>Habitación 2</b>		1	\$2,392.92	\$550.00	\$2,942.92
<b>Almacén sección 1</b>		1	\$2,003.69	\$1,100.00	\$3,103.69
<b>Almacén sección 2</b>		1	\$1,001.84	\$550.00	\$1,551.84
<b>Baño 3</b>		1	\$2,392.92	\$550.00	\$2,942.92
<b>Cuarto de ropa</b>		1	\$1,897.00	\$550.00	\$2,447.00
<b>Sala de espera quirófano</b>		1	\$1,001.84	\$550.00	\$1,551.84
<b>Sala de espera habitaciones</b>		1	\$2,003.69	\$1,100.00	\$3,103.69
<b>Total</b>			\$310,787.27	\$48,950.00	\$359,737.27

El costo de reemplazo más económico a quince años es la propuesta 1 como se puede observar en la Tabla 4.9, con una inversión de \$100,564.80 MXN.

El costo menos conveniente es el de la propuesta 2, con una inversión a quince años de \$425,725.10.

La propuesta 1 resulta ser la más conveniente en todos los aspectos, desde facturación eléctrica, costo del proyecto como en costo de reemplazo de luminarias a quince años, por lo que la Propuesta 1 es el proyecto que más se recomienda.

#### 4.5 Costo de Material y Equipo Eléctrico

En la Tabla 4.14 se observa el precio de interruptores, cables, tubería, apagadores que son necesarios en el proyecto de iluminación, el total de estos materiales y equipos es de \$33,624.88 MXN con IVA incluido y de \$28,244.89 MXN sin IVA.

**Tabla 4.14**

***Precio de Material y Equipo Eléctrico Continuación***

<b>PRECIO MATERIAL Y EQUIPO ELÉCTRICO</b>						
<b>Material o Equipo</b>	Precio con IVA MXN	Precio sin IVA	Cantidad	Total Con IVA	Total sin IVA	
<b>Metro Cable 10 AWG XHHW-LS VERDE</b>	\$19.00	\$15.96	6	\$114.00	\$95.76	
<b>Metro Cable 10 AWG XHHW-LS NEGRO</b>	\$19.00	\$15.96	1	\$19.00	\$15.96	
<b>Metro Cable 10 AWG XHHW-LS BLANCO</b>	\$19.00	\$15.96	1	\$19.00	\$15.96	
<b>INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO CON GABINETE</b>	1,593.46	\$1,338.51	1	\$1,593.46	\$1,338.50	

**Tabla 4.14**

**Precio de Material y Equipo Eléctrico Continuación**

<b>PRECIO MATERIAL Y EQUIPO ELÉCTRICO</b>					
<b>Material o Equipo</b>	<b>Precio con IVA</b>	<b>Precio sin IVA</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total,Con IVA</b>	<b>Total sin IVA</b>
<b>INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO</b>	\$164.29	\$138.00	5	\$821.45	690.02
<b>TABLERO DE AISLAMIENTO</b>	\$16,060	\$13,490.40	1	\$16,060	13490.4
<b>CENTRO DE CARGAS QOD 1F 2 H</b>	\$388.00	\$325.92	2	\$776	\$651.84
<b>CAJA CABLE 14 AWG XHHW-LS</b>	\$1,798.99	\$1,511.15	1	\$1,798.99	\$1,511.15
<b>IUSA BLANCO</b>					
<b>CAJA CABLE 14 AWG XHHW-LS</b>	\$1,798.99	\$1,511.15	1	\$1,798.99	\$1,511.1516
<b>IUSA VERDE</b>					
<b>CAJA CABLE 14 AWG XHHW-LS</b>	\$1,798.99	\$1,511.15	1	\$1,798.99	\$1,511.15
<b>IUSA AMARILLO</b>					
<b>CAJA CABLE 14 AWG THHW-LS</b>	\$898.00	\$754.32	1	\$898	\$754.32
<b>IUSA ROJO</b>					
<b>CAJA CABLE 14 AWG THHW-LS</b>	\$898.00	\$754.32	1	\$898	\$754.32
<b>IUSA NEGRO</b>					
<b>TUBO CONDUIT DE ACERO 1/2</b>	\$139.75	\$117.39	40	\$5,590	\$4,695.6
<b>PARED GRUESA</b>					
<b>JUEGO DE APAGADOR SENCILLO</b>	\$73.00	\$61.32	17	\$1,241	\$1,042.44
<b>SIMON</b>					
<b>JUEGO DE APAGADOR TRES VÍAS</b>	\$99.00	\$83.16	2	\$198	\$166.32
<b>SIMON</b>					
<b>Total</b>				\$33,624.88	\$28,244.89



#### 4.6 Costo Beneficio

Debido al sistema de alumbrado actual, la clínica puede sufrir accidentes ya sean eléctricos como corto circuito, incendios, electrocución, o accidentes laborales debido al mal nivel de iluminación. Debido al incumplimiento con las normas nacionales, la clínica podría ser clausurada. En cualquiera de los casos la clínica pausaría sus actividades y con ello vienen repercusiones económicas.

En la tabla 4.16 se desglosarán las ganancias en un mes de la Clínica Médica as cuales serían sus pérdidas si la clínica detuviera sus actividades durante un mes.

Tabla 4.16

*Ganancias de la Clínica en un mes*

<b>Ganancias promedio de la Clínica en un mes</b>				
<b>Servicio</b>	<b>Número de servicios promedios vendidos en un mes</b>	<b>Precio de servicio MXN</b>	<b>Ganancias mensuales MXN</b>	<b>Ganancias reales sin IVA</b>
<b>Consultas</b>	840	\$200.00	\$168,000.00	\$141,120.00
<b>Medicamentos</b>	-	-	\$60,000.00	\$50,400.00
<b>Partos</b>	4	\$30,000.00	\$120,000.00	\$100,800.00
<b>Vasectomías</b>	3	\$10,000.00	\$30,000.00	\$25,200.00
<b>Prueba COVID</b>	100	\$200.00	\$20,000.00	\$16,800.00
<b>Química sanguínea</b>	60	\$200.00	\$10,000.00	\$8,400.00
<b>Total, MXN</b>			\$408,000.00	\$342,720.00



Con un sistema de alumbrado más eficiente se evitaría el freno de actividades de la Clínica médica al reducir la probabilidad de accidentes y clausura.

En la tabla 4.17 se realiza el análisis del tiempo de recuperación de cada propuesta de sistema de alumbrado.

**Tabla 4.17**

***Recuperación de inversión de cada propuesta***

<b>Recuperación de inversión</b>						
<b>Propuesta</b>	<b>Costo de luminarias con IVA</b>	<b>Costo de material y equipo eléctrico con IVA</b>	<b>Mano de obra con IVA</b>	<b>Total, de material, luminarias, equipo e instalación con IVA</b>	<b>Pérdidas económicas en un mes</b>	<b>Tiempo de recuperación de inversión</b>
<b>1</b>	\$67,564.80	\$33,624.88	\$30,356.90	\$131,546.58		12 días
<b>2</b>	\$139,733.47	\$33,624.88	\$52,007.51	\$225,365.86	\$342,720.00	20 días
<b>3</b>	\$112,605.35	\$33,624.88	\$43,869.07	\$190,099.30		17 días

## CONCLUSIONES

El sistema de alumbrado actual de la clínica no cuenta con los niveles de iluminación indicados por la NOM-025-STPS-2008 y la S.M.I.I. La clínica tiene áreas que no cumplen con el DPEA indicado en la NOM-007-ENER-2014. El Tablero de alumbrado no cumple con la NOM-001-SEDE-2012. La tarifa no es la indicada para la clínica, por lo. La clínica tiene luminarias de baja eficiencia y corta vida útil.

La clínica cuenta con dos pisos y un edificio, cuenta con áreas de atención al paciente como Farmacia, consultorios, quirófano y habitaciones, además de pasillos, sanitarios, almacén y salas de espera. Está zonificación fue indispensable para el estudio de nivel de iluminación, censo de equipos de alumbrado, densidad de potencia eléctrica, rediseño del sistema de alumbrado y cálculos de circuitos de alumbrado.

La clínica no cuenta con la tarifa adecuado, ya que tiene una Tarifa 1 residencial, la indicada es una tarifa comercial de Pequeña Demanda Baja Tensión. Hay un aumento en la facturación del 224.773% en dos años.

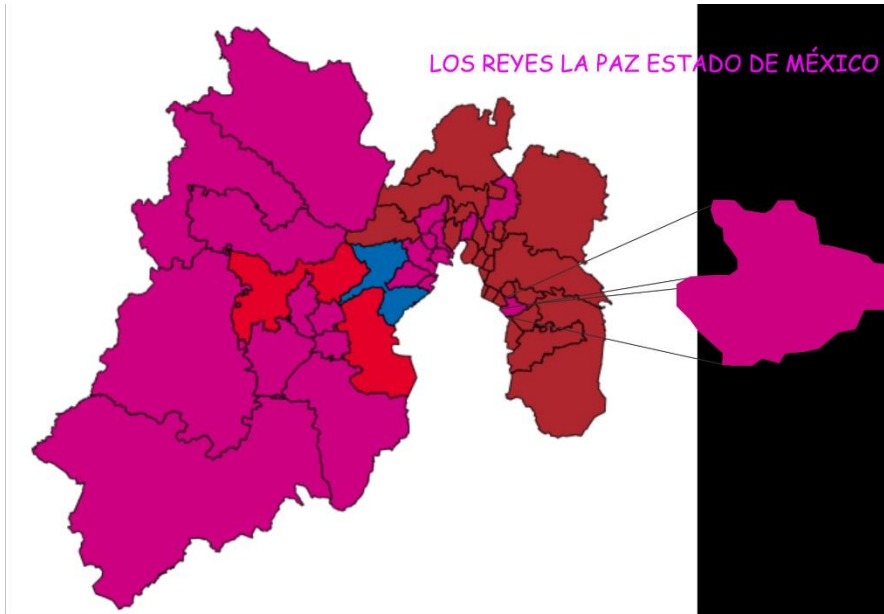
Debido a que el nivel de iluminación y la densidad de potencia eléctrica no cumple con norma, se realizaron tres propuestas de mejora que cumplan con el nivel de iluminación solicitado normativamente y con lámparas de baja densidad de potencia eléctrica. El tablero de alumbrado no cumplía con la norma, por lo que se calcularon los circuitos de alumbrado con base a la NOM-001-SEDE-2012.

La propuesta más económicamente viable es la propuesta 1 tanto en horas de vida de las luminarias, costo de las luminarias y consumo de energía eléctrica.

**ANEXOS**

## Anexo A

### Ubicación del inmueble



**Nota:** (eje19, 2022) <https://eje19.com.mx/el-municipio-de-los-reyes-la-paz-un-lunar-entre-los-morenistas-del-oriente-del-edomex/los-reyes-la-paz-mapa/>

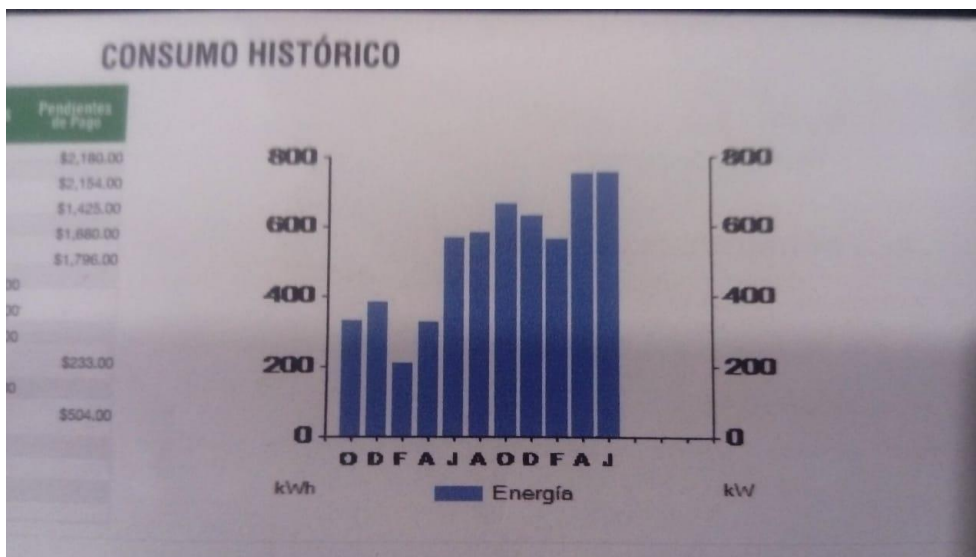
## Anexo B

### Datos del inmueble

<i>Información General de la Planta</i>		
<b>1. Datos Generales</b>		
Nombre de la empresa:		
Rama Industrial: Medicina		
Productos Principales: Consultas Médicas		
Año de inicio de actividades: 2010	m <sup>2</sup> de construcción: 137.5392	m <sup>2</sup> de terreno: 77.927
<b>2. Ubicación</b>		
Corporativo y/u oficinas	Planta	
Calle: -		
Colonia: -		
Localidad: -		
Municipio y Estado: La Paz Estado de México	La Paz Estado de México	
C.P.:	teléfono y Fax:	
Altitud (MSNM): 2.260 m	2.260 m	

Anexo C

Recibo de facturación periódica



### CONSUMO H

Período	kWh	Importe	Pagos	Pendientes de Pago
del 13 ABR 21 al 11 JUN 21	759	\$2,180.00		\$2,180.00
del 10 FEB 21 al 13 ABR 21	755	\$2,154.00		\$2,154.00
del 11 DIC 20 al 10 FEB 21	567	\$1,425.00		\$1,425.00
del 13 OCT 20 al 11 DIC 20	636	\$1,680.00		\$1,680.00
del 12 AGO 20 al 13 OCT 20	669	\$1,796.00		\$1,796.00
del 12 JUN 20 al 12 AGO 20	585	\$1,473.00	\$1,473.00	
del 13 ABR 20 al 12 JUN 20	572	\$1,417.00	\$1,417.00	
del 11 FEB 20 al 13 ABR 20	327	\$498.00	\$498.00	
del 12 DIC 19 al 11 FEB 20	210	\$233.00		\$233.00
del 11 OCT 19 al 12 DIC 19	385	\$707.00	\$707.00	
del 13 AGO 19 al 11 OCT 19	331	\$504.00		\$504.00

Anexo D

Tabla 1 NOM-025-STPS-2008

**Tabla 1**  
**Niveles de Iluminación**

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En Interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En Interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: Inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pallería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;</li> <li>• exactas y muy prolongadas, y</li> <li>• muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.</li> </ul>	2,000

## Anexo E

### Nivel de iluminación para hospitales por S.M.I.I y el I.E.S

#### 3. HOSPITALES

Sala de preparacion y anestesia	300	200
Autopsia y anfiteatro:		
Mesa de autopsia	25000	14000
Sala de autopsia (iluminacion genera	1000	600
Anfiteatro (iluminacion general)	200	100
Central de instrumentos esterilizados:		
Iluminacion general	300	200
Afilado agujas	1500	900
Sala de cistoscopica:		
Iluminacion general	1000	600
Mesa cistoscopica	25000	14000
Sala dental:		

Tipo de actividad	LUXES	LUXES
	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 99%
Cuarto de esper	300	200
Cirugia dental (iluminacion general)	700	400
Silla dental	10000	6000
Laboratorio (banco de trabajo)	1000	600
Sala de recuperacion	50	30
Sala de electroencefalogramas:		
Oficina	1000	600
Cuarto de trabajo	300	200
Sala de espera	300	200
Sala de emergencia:		
Iluminacion general	1000	60
Iluminacion localizada	20000	9000
Sala de electrocardiograma, de metabolismo y de muestras		
Iluminacion general	200	100
Mesa de muestras	500	300
Sala de reconocimiento y tratamiento:		
Iluminacion general	500	300
Mesas de reconocimiento	1000	600
Sala para ojos, oidos, nariz y garganta:		
Cuarto oscuro	100	60
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	500	300
Sala de fracturas:		
Iluminacion general	500	300
Mesa de fracturas	2000	1100
Laboratorio:		
Cuartos de ensayo	300	200
Mesas de trabajo	500	300
Trabajos mas precisos	1000	600
Vestibulo	300	200
Sala de reposo	300	200
Cuarto para archivar historias clinicas	1000	600
Sala de rayos X:		
Radiografia y fluoroscopia	100	60

**Nota:** (Artefactos Lumínicos S.A de C.V , 2010)

## Anexo F

### Nivel de iluminación para hospitales por S.M.I.I y el I.E.S

Guardería infantil:		
Iluminación general	100	60
Mesa de reconocimiento	700	400
Cuarto de juego, pediátrico	300	200
Obstetricia:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	300	200
Sala de preparación	200	100
Sala de partos (iluminación general)	1000	600
Mesa para partos	25000	14000
Farmacia:		
Iluminación general	300	200
Mesa de trabajo	1000	600
Almacén activo	300	200
Cuartos privados y salas comunes:		
Iluminación general	100	60
Iluminación localizada (lectura)	300	200
Área de desequilibrados mentales	100	60
Tratamiento con isótopos radioactivos:		
Laboratorio radioquímico	300	200
Mesa de reconocimiento	500	300
Cirugía:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	1000	600
Sala de operaciones, iluminación general	1000	600
Lavabo de cirujano		
Mesa de operaciones	25000	14000
Sala de restablecimiento	300	200
Terapia:		
Física	200	100
Ocupacional	300	200
Sala de espera	300	200
Cuarto de utilería	200	100
Puesto de enfermeras:		
Iluminación general	200	100
Escritorio	500	300

Tipo de actividad	LUXES	LUXES
	I.E.S. 99%	S.M.I.I. 99%
Piezas toscas	100	60
Piezas medianas	200	100
Piezas finas	500	300
<b>ELEVADORES DE CARGA Y PASAJERO</b>	200	100
<b>ESCALERAS</b>	200	100
<b>PASILLOS Y CORREDORES</b>	200	100
<b>BAÑOS Y TOCADORES</b>		
Iluminación general	100	60
Espejo	300g	200g

**Nota:** (Artefactos Lumínicos S.A de C.V , 2010)



Anexo G

Tabla 1 NOM-007-ENER-2014

**Tabla 1. Densidades de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA)**

Tipo de edificio	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
<b>Oficinas</b>	
Oficinas	12
<b>Escuelas y demás centros docentes</b>	
Escuelas o instituciones educativas	14
Bibliotecas	15
<b>Establecimientos comerciales</b>	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	15
<b>Hospitales</b>	
Hospitales, sanatorios y clínicas	14
<b>Hoteles</b>	
Hoteles	12
Moteles	14
<b>Restaurantes</b>	
Bares	14
Cafeterías y venta de comida rápida	15

Anexo H

Tabla C.1 NOM-007-ENER-2014

**Tabla C.1. Valores de DPEA para diferentes espacios pertenecientes a diferentes tipos de edificios**

Tipo de espacio específico	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
Almacén médico (hospital)	13.67
Área de casilleros	8.07
Área de equipaje Centrales / aeropuertos	8.18
Área de lectura (biblioteca)	10.01
Área de exhibición (centro de convenciones)	15.61
Áreas de ventas	18.08
Asientos auditorio	8.50
Asientos centro de convenciones	8.83
Asientos estadios	4.63
Asientos templos	16.47
Aulas	13.35
Bancos	14.85
Bar	14.10
Bodegas	6.78
Bodegas para material frágil	10.23
Manufactura detallada industria	13.89
Oficina abierta	10.55
Oficina cerrada	11.95
Oficina postal	10.12
Pasillo central (templos)	6.89
Pasillos	7.10
Pasillos fábricas / industria	4.41
Pasillos hospital	9.58
Preparación de comida	10.66
Probadores de tiendas	9.36
Pulpito, coro (templos)	16.47
Radiología e imagen (hospital)	14.21
Recuperación (hospital)	12.38
Restauración (museos)	10.98
Restaurante	9.58
Restaurante de hotel	8.83

Anexo I

Tabla C.1 NOM-007-ENER-2014 (Continuación)

Cafetería (hospital)	11.52
Catálogo de biblioteca	7.75
Celdas de centros de readaptación (penales)	11.84
Consultorios	17.87
Enfermería (hospital)	9.47
Escaleras	7.43
Estacionamiento	2.05
Estantes de biblioteca	18.41
Farmacia (hospital)	12.27
Gimnasio	12.92
Habitaciones de hospital	6.67
Habitaciones de hotel	11.95
Juzgado	12.59
Laboratorio escolar	13.78
Laboratorio médico, industrial, investigación	19.48
Lavandería (hospital)	6.46

Recuperación (hospital)	12.38
Restauración (museos)	10.98
Restaurante	9.58
Restaurante de hotel	8.83
Salas de cine sección de asientos	12.27
Salas de exhibición (museos)	11.30
Salas de juntas	13.24
Salas de lectura	13.35
Teatro sección de vestidores (camerinos)	4.31
Tiendas de autoservicio	11.84
Salas de usos múltiples	13.24
Salas de capacitación	13.35
Sanitarios	10.55
Talleres	17.11
Talleres de servicio automotriz	7.21
Teatro sección de asientos	26.16
Terapia física (hospital)	9.80
Terminal centrales / aeropuertos	11.63
Urgencias (hospital)	24.33
Vestíbulo	9.69
Vestíbulo de cine	5.60
Vestíbulo de elevador	6.89

Anexo J

Tabla 220-12 NOM-001-SEDE-2012

**TABLA 220-12.- Cargas de alumbrado general por tipo del inmueble**

Tipo del inmueble	Carga unitaria (VA/m <sup>2</sup> )
Bancos	39 <sup>b</sup>
Casas de huéspedes	17
Clubes	22
Cuarteles y auditorios	11
Depósitos (almacenamiento)	3
Edificios de oficinas	39 <sup>b</sup>
Edificios industriales y comerciales (lugares de almacenamiento)	22
Escuelas	33
Estacionamientos comerciales	6
Hospitales	22
Hoteles y moteles, incluidos apartamentos sin cocineta	22
Iglesias	11
Juzgados	22
Lugares de almacenamiento	3
Peluquerías y salones de belleza	33
Restaurantes	22
Tiendas	33
Unidades de vivienda <sup>n</sup>	
En cualquiera de las construcciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	33
En cualquiera de las construcciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de vivienda bifamiliares y multifamiliares:	
Vestíbulos, pasillos, closets, escaleras	6
Lugares de reunión y auditorios	11
Bodegas	3

Anexo K

Tabla 310-15(b)(3)(a) NOM-001-SEDE-2012

**Tabla 310-15(b)(3)(a). Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable**

Número de conductores <sup>1</sup>	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 310-15(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y más	35

<sup>1</sup>Es el número total de conductores en la canalización o cable ajustado de acuerdo con 310-15(b)(5) y (8).

Anexo L

Tabla 310-15(b)(16) NOM-001-SEDE-2012

**Tabla 310-15(b)(16) Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volta y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C\***

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil			TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPE, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-L.S, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2			
		TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-L.S, THW, THW-L.S, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS RHW, THHW, THHW-L.S, THW, THW-L.S, THWN, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 <sup>**</sup>	—	—	14	—	—	—
1.31	16 <sup>**</sup>	—	—	18	—	—	—
2.08	14 <sup>**</sup>	15	20	25	—	—	—
3.31	12 <sup>**</sup>	20	25	30	—	—	—
5.26	10 <sup>**</sup>	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115

Anexo M

Tabla 310-15(b)(2)(a) NOM-001-SEDE-2012

**Tabla 310-15(b)(2)(a).- Factores de Corrección basados en una temperatura ambiente de 30 °C.**  
**Para temperaturas ambiente distintas de 30 °C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:**

Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60 °C	75 °C	90 °C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	0.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Anexo N

Tabla 250-122 NOM-001-SEDE-2012

**TABLA 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos**

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil	mm <sup>2</sup>	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Anexo Ñ

Tabla 5 de anexos de NOM-001-SEDE-2012 artículo 342

Artículo 342 – Tubo conduit metálico semipesado (IMC)							
Designación métrica	Tamaño comercial	Diámetro interno	100% del área total	60% del área total	Un conductor fr = 53%	Dos conductores fr = 31%	Más de 2 conductores fr = 40%
		mm	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
12	3/8	—	—	—	—	—	—
16	1/2	16.80	222	133	117	69	89
21	3/4	21.90	377	226	200	117	151
27	1	28.10	620	372	329	192	248
35	1 1/4	36.80	1064	638	564	330	425
41	1 1/2	42.70	1432	859	759	444	573
53	2	54.60	2341	1405	1241	726	937
63	2 1/2	64.90	3308	1985	1753	1026	1323
78	3	80.70	5115	3069	2711	1586	2046
91	3 1/2	93.20	6822	4093	3616	2115	2729
103	4	105.40	8725	5235	4624	2705	3490

Anexo O











Tabla 9 de NOM-001-SEDE-2012

Tabla 9. Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C. Tres conductores individuales en un tubo conduit.

Área mm <sup>2</sup>	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro													
		X <sub>L</sub> (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de aluminio		
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21
33.62	2	0.148	0.187	0.62	0.66	0.66	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.66	0.98	0.98	0.98
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210
304	600	0.128	0.157	0.075	0.082	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151

Anexo BT

Simbología

SIMBOLOGÍA	
	CIRCUITO DE ALUMBRADO
	TABLERO
	CONDUCTOR
	CIRCUITO DE FUERZA
	GENERADOR
	TRANSFERENCIA
	MEDIDOR
	ACOMETIDA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO
	PUESTA A TIERRA



## **GLOSARIO DE TERMINOS**

A= Área

C.U.= Coeficiente de Utilización

DPEA= Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado

E= Iluminancia

e= Caída de tensión

e%= Porcentaje de la caída de tensión

F.C.R.= Cavidad de cuarto

F.M.= Factor de Mantenimiento

Hcc= Cavidad de cuarto

I= Intensidad Luminosa

IC= Índice de área

Ic= Corriente

IEC= Comisión Electrotécnica Internacional

IK= Protección de resistencia contra impacto

In= Corriente nominal

IP= Protección de Ingreso

LDD= Depreciación por Suciedad de los Luminarios

LLD= Depreciación de Lúmenes de la Lámpara

NOM= Norma Oficial Mexicana

P= Potencia eléctrica

PDBT= Pequeña Demanda Baja Tensión

R= Resistencia

S.C= Factor de espaciamiento

Smax= Espaciamiento Máximo

S.M.I.I.= Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación

Sreal= Espaciamiento Real

V= Voltaje

W= Watts

XL- Reactancia inductiva

Z= Impedancia

## REFERENCIAS

- CEPAL. (2018). *Informe Nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México*. Ciudad de México: Naciones Unidas.
- CFE. (2020). *Información al cliente* . Obtenido de <https://www.cfe.mx/hogar/infcliente/Pages/Default.aspx>
- CFE. (2021). *Esquema Tarifario Vigente*. Obtenido de Esquema Tarifario Vigente: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Casa.aspx>
- CFE. (25 de 12 de 2021). *Mi Espacio*. Obtenido de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/MiEspacio/Login.aspx>
- CFE. (21 de 05 de 2022). *Pequeña Demanda Baja Tensión* . Obtenido de <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCREnegocio/Tarifas/PequenaDemandaBT.aspx>
- CONAE. (2001). *Manual de trabajo para el levantamiento de información*. . Ciudad de México. : CONAE.
- CONÁNP. (26 de Febrero de 2021). *Por un uso eficiente de energía*. Obtenido de Por un uso eficiente de energía: <https://www.gob.mx/conanp/es/articulos/por-un-uso-eficiente-de-la-energia?idiom=es>
- DiaLux. (21 de 05 de 2022). *DiaLux*. Obtenido de <https://www.dialux.com/es-ES/dialux>
- Diario Oficial de la Federación . (2008). *NOM-025-STPS-2008*. CIUDAD DE MÉXICO : Diario Oficial de la Federación .
- Diario Oficial de la Federación . (2014). *NOM-007-ENER-2014*. Ciudad de México : Diario Oficial de la Federación .
- Electrónica Online. (25 de 12 de 2021). *Esquema Unifilar* . Obtenido de <https://electronicaonline.net/circuito-electrico/esquema-electrico/esquema-unifilar/>
- Elektron . (25 de 12 de 2021). *Luxómetro*. Obtenido de <https://tiendaelektron.com/producto/luxometro-pce172/>
- energos. (2020). *Diagnóstico de energía para identificación de proyectos de ahorro*. . Obtenido de <https://www.grupoenergos.com/diagnostico-energetico>
- Enríquez, G. (2018). *El ABC de las instalaciones Eléctricas Industriales* . Ciudad de México : LIMUSA .
- Enriquez, H. G. (2006). *El ABC del alumbrado y las instalaciones eléctricas en baja tensión*. Ciudad de México: LIMUSA.
- Equipos y laboratorios de Colombia. (2021). *Equipos y laboratorios de Colombia*. Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-un-termometro>

- Fernandez. (2011). *Eficiencia energetica de los edificios*. Madrid, Guatemala, Guatemala: Antonio Madrid Vicente.
- FIDE - Cnee. (2010). Programa Integral de asistencia técnica y capacitación para la formación de especialistas en ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en Guatemala. *Curso – Taller Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica* (págs. 2-3). Guatemala-Guatemala: FIDE - Cneee.
- FIDE-Cnee. (2010). Programa Integral de asistencia técnica y capacitación para la formación de especialistas en ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en Guatemala. *Curso-Taller promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica* (pág. 4). Guatemala, Guatemala : FIDE-Cnee.
- FIDE-Cnee. (2010). Programa Integral de asistencia técnica y capacitación para la formación de especialistas en ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en Guatemala. *Curso-Taller Promotores de Ahorro y eficiencia de energía eléctrica* (págs. 5-6). Guatemala: FIDE-Cnee.
- FLUKE. (25 de 12 de 2021). *IR thermometers*. Obtenido de <https://www.fluke.com/en-ie/product/temperature-measurement/ir-thermometers/fluke-62-max-plus>
- Gardey, P. (2021). *Eficiencia*. Obtenido de <https://definicion.de/eficiencia/>
- Gestion . (2022). *Gestion* . Obtenido de ¿Cuál es la diferencia entre eficiencia y eficacia?: <https://gestion.pe/economia/management-empleo/eficiencia-eficacia-diferencias-eficaz-eficiente-significado-conceptos-nnda-nnlt-249921-noticia/>
- Harper, G. E. (2018). *El ABC de las instalaciones eléctricas industrialñes*. Ciudad de México: Limusa.
- Hernández, D. (2014). *Cálculo de Iluminación en interiores*. Ciudad de México.
- Kennedy, D. (2018). *Geniolandia*. Obtenido de Definición de una clínica médica: <https://www.geniolandia.com/13098897/definicion-de-prestacion-de-servicios>
- LUMEN . (25 de 12 de 2021). *Planos Arquitectónicos*. Obtenido de <https://lumen.uv.mx/recursoseducativos/PlanosArquitectonicos/conceptos.html>
- Nieto Anaya, D. (2002). *Diagnostico en Educación*. Madrid: Sanz y Torres.
- Oliver, D. A. (2017 ). *MS6612 Lúxometro Digital Manual de Uso* . Ciudad de México : UNAM- Facultad de arquitectura .
- Perez, J. (2019). *Definicion de*. Obtenido de Lumen : <https://definicion.de/lumen/>
- Planas. (s.f.).
- Planas. (02 de 01 de 2014). Obtenido de ¿Qué es la Energía?: <https://energia-nuclear.net/energia/energia-electrica>
- Sadiku, M. N. (2006). *Fundamentos de circuitos eléctricos* . Cleveland : The McGraw-Hill .
- Sanchez, J. (2022). *Economipedia*. Obtenido de Eficiencia : <https://economipedia.com/definiciones/eficiencia.html>

- SENER. (2012). *Estudios de eficiencia energética en hospitales*. Ciudad de México: Secretaría de energía. .
- Stevenson. (1996). *Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia*. Naucalpan de Juárez : Mac Graw Hill.
- Tecener SA de CV . (2015). *Iluminación* . Ciudad de México : GIZ.
- Universidad Veracruzana . (05 de 11 de 2021). *Construcción de planos arquitectónicos* . Obtenido de <https://lumen.uv.mx/recursoseducativos/PlanosArquitectonicos/index.html>
- CEPAL. (2018). *Informe Nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México*. Ciudad de México: Naciones Unidas.
- CFE. (2020). *Información al cliente* . Obtenido de <https://www.cfe.mx/hogar/infcliente/Pages/Default.aspx>
- CFE. (2021). *Esquema Tarifario Vigente*. Obtenido de Esquema Tarifario Vigente: <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Casa.aspx>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (26 de Febrero de 2021). *Por un uso eficiente de energía* . Obtenido de Por un uso eficiente de energía : <https://www.gob.mx/conanp/es/articulos/por-un-uso-eficiente-de-la-energia?idiom=es>
- Diario Oficial de la Federación . (2014). *NOM-007-ENER-2014*. Ciudad de México : Diario Oficial de la Federación
- energos. (2020). *Diagnóstico de energía para identificación de proyectos de ahorro* . Obtenido de <https://www.grupoenergos.com/diagnostico-energetico>
- Equipos y laboratorios de Colombia. (2021). *Equipos y laboratorios de Colombia*. Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/que-es-un-termometro>
- FIDE - Cnee. (2010). Programa Integral de asistencia técnica y capacitación para la formación de especialistas en ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en Guatemala. *Curso – Taller Promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica* (págs. 2-3). Guatemala-Guatemala: FIDE - Cnee.
- FIDE-Cnee. (2010). Programa Integral de asistencia técnica y capacitación para la formación de especialistas en ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en Guatemala. *Curso-Taller promotores de Ahorro y Eficiencia de Energía Eléctrica* (pág. 4). Guatemala, Guatemala : FIDE-Cnee.
- FIDE-Cnee. (2010). Programa Integral de asistencia técnica y capacitación para la formación de especialistas en ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en Guatemala. *Curso-Taller Promotores de Ahorro y eficiencia de energía eléctrica* (págs. 5-6). Guatemala: FIDE-Cnee.
- Harper, G. E. (2018). *El ABC de las instalaciones eléctricas industrialnes* . Ciudad de México : Limusa.

Ing. Ricardo Monterroso, I. J. (s.f.). Conceptos de Energía, eficiencia, eficiencia . Guatemala, Guatemala, Guatemala .

Nieto Anaya, D. (2002). *Diagnostico en Educación*. Madrid: Sanz y Torres.

Oliver, D. A. (2017 ). *MS6612 Lúxometro Digital Manual de Uso* . Ciudad de México : UNAM-Facultad de arquitectura