

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Electricidad

**REDISEÑO DEL SISTEMA ILUMINACIÓN EN LAS INSTALACIONES EN LA  
BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE MEDIANTE EL  
SOFTWARE DIALUX**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero  
Eléctrico

**AUTOR:**

Lenin Josue Rivera Brucil

**DIRECTOR:**

Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.

**Ibarra, 2024**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### Identificación de la obra

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100373753-1		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Rivera Brucil Lenin Josue		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Esmeraldas 2-94 e Isla Fernandina		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:ljriverab@utn.edu.ec">ljriverab@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	S/N	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0989854060


DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Rediseño del sistema iluminación en las instalaciones en la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte mediante el software Dialux
<b>AUTOR (ES):</b>	Rivera Brucil Lenin Josue
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	6/2/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Eléctrico
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.

## **Constancia**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 6 días del mes de febrero de 2024

**EL AUTOR:**



.....

Rivera Brucil Lenin Josue

C.I. 100373753-1



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

**Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.**

## Certificación

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante: Rivera Brucil Lenin Josue, certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado **“REDISEÑO DEL SISTEMA ILUMINACIÓN EN LAS INSTALACIONES EN LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE MEDIANTE EL SOFTWARE DIALUX”**. Para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico: aprobando la defensa, impresión y empastado.

.....  
**Ing. Ramiro Mauricio Vásquez Villarruel MSc.**

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO**

## **Dedicatoria**

Para mis padres Juan Rivera y Digna Brucil cuyo amor, sacrificio y ejemplo han sido la luz que me guio en cada paso de este camino. A ustedes, que siempre creyeron en mí a pesar de los momentos difíciles, les dedico este logro con todo mi corazón. Su apoyo incondicional y sus palabras de aliento han sido el motor que me impulsó a alcanzar mis metas. Gracias por su infinita paciencia, por cada consejo y por ser mis más grandes héroes. Esta tesis es también su triunfo, gracias por todo.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de alguna manera en la realización de esta tesis.

Agradezco a mi director de tesis Ing. Ramiro Vásquez por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

## Tabla de contenido

Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Resumen.....	XV
Abastrac .....	XVI
Introducción.....	XVII
Planteamiento del problema.....	XVIII
Pregunta De Investigación .....	XIX
Objetivos.....	XIX
Objetivo General.....	XIX
Objetivos Específicos .....	XIX
Alcance .....	XIX
Justificación .....	XX
CAPITULO 1.....	1
1.    Análisis De Tecnologías De Iluminación .....	1
1.1.    La luz .....	1
1.2.    Propiedades de la luz.....	1
1.2.1.    Reflexión.....	1
1.2.2.    Transmisión .....	2
1.2.3.    Absorción.....	3
1.2.4.    Deslumbramiento .....	4
1.2.5.    Temperatura del color .....	4
1.3.    Métodos de alumbrado.....	4
1.3.1.    Alumbrado general .....	5
1.3.2.    Alumbrado localizado .....	5
1.3.3.    Alumbrado general localizado .....	5
1.4.    Marco legal y norma de la construcción ecuatoriana .....	6

1.4.1. Norma Ecuatoriana De La Construcción Nec-11 .....	6
1.4.2. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores “Decreto Ejecutivo 2393” 7	
1.4.3. Reglamento interno de higiene y seguridad Universidad Técnica del Norte Resolución No. 173-SE-33-CACES-UTN .....	7
1.4.4. Reglamento biblioteca Universidad Técnica del Norte Resolución Nro. 173-SE-33- CACES-2020.....	7
1.5. El sentido de la vista y afectaciones.....	8
1.5.1. Sentido de la vista.....	8
1.5.2. Percepción de la luz. ....	8
1.5.3. Afectaciones en la salud. ....	9
1.6. Tecnologías de iluminación.....	9
1.6.1. Incandescentes .....	10
1.6.2. Fluorescente.....	10
1.6.3. Inducción magnética .....	11
1.7. Nuevas tecnologías de iluminación.....	12
1.7.1. LED.....	13
1.7.2. Iluminación basada en bioluminiscencia utilizando bacterias.....	13
1.7.3. Iluminación mediante nanotubos de carbono. ....	14
1.7.4. Iluminación Mediante láser blanco.....	14
1.8. Análisis de tecnologías de iluminación .....	15
CAPITULO 2 Diagnóstico De Niveles De Iluminación.....	16
2. Introducción.....	16
2.1. Descripción del lugar de estudio .....	16
2.2. Situación actual del sistema de iluminación.....	17
2.2.1. Condiciones Planta baja .....	17
2.2.2. Condiciones Primer piso.....	19
2.2.3. Condiciones Segundo piso .....	21



2.2.4.	Condiciones Tercer Piso .....	23
2.3.	Metodología .....	24
2.3.1.	Pasos.....	25
2.4.	Equipo de medición.....	25
2.4.1.	Características.....	26
2.5.	Niveles de iluminación (NEC-11).....	26
2.6.	Diagnóstico del sistema .....	27
2.6.1.	Diagnostico Planta baja .....	27
2.6.2.	Diagnostico primer piso .....	28
2.6.3.	Diagnostico segundo piso .....	29
2.6.4.	Diagnostico tercer piso.....	29
2.7.	Conclusiones del diagnóstico.....	30
CAPÍTULO 3 Propuesta de rediseño en Dialux .....		32
3.	Introducción.....	32
3.1.	Dialux .....	32
3.2.	AutoCAD.....	32
3.3.	Selección de luminarias .....	33
3.4.	Modelación del edificio Biblioteca en Dialux. ....	38
3.4.1.	Importación de planos .....	39
3.4.2.	Construcción de edificación distribución áreas y locales.....	40
3.4.3.	Colocación de cielos falsos y mueblería .....	42
3.4.4.	Colocación de luminarias.....	44
3.5.	Cálculo y Análisis de Resultados .....	47
3.5.1.	Planta baja análisis de resultados .....	47
3.5.1.1.	Resultado de objetos de cálculo.....	51
3.5.1.2.	Listado de luminarias .....	52
3.5.2.	Primer piso análisis de resultados .....	53

3.5.2.1. Análisis de resultados primer piso.....	55
3.5.2.2. Lista de luminarias primer piso .....	56
3.5.3. Análisis de segundo piso .....	57
3.5.3.1. Análisis de resultados segundo piso .....	60
3.5.3.2. Luminarias segundo piso .....	61
3.5.4. Análisis tercer piso .....	62
3.5.4.1. Análisis de resultados tercer piso .....	65
3.5.4.2. Luminarias tercer piso.....	66
3.6. Propuesta de rediseño .....	67
3.6.1. Presupuesto referencial.....	72
Conclusiones.....	73
Recomendaciones .....	74
Referencias.....	75
Anexos .....	79

## Índice De Figuras

<b>Figura 1</b>	Espectro Electromagnético .....	1
<b>Figura 2</b>	Reflexión de luz.....	2
<b>Figura 3</b>	Transmisión de luz.....	2
<b>Figura 4</b>	Absorción de luz.....	3
<b>Figura 5</b>	Deslumbramiento.....	4
<b>Figura 6</b>	Métodos de alumbrado .....	5
<b>Figura 7</b>	Bombilla Incandescente.....	10
<b>Figura 8</b>	Lampara Fluorescente.....	10
<b>Figura 9</b>	Lampara de Inducción Magnética.....	12
<b>Figura 10</b>	Edificio Biblioteca .....	16
<b>Figura 11</b>	Tubo fluorescente y tipo de lampara.....	17
<b>Figura 12</b>	Distribución Planta Baja .....	18
<b>Figura 13</b>	Distribución Primer Piso.....	19
<b>Figura 14</b>	Distribución Segundo Piso .....	21
<b>Figura 15</b>	Distribución Tercer Piso .....	23
<b>Figura 16</b>	Flujograma.....	24
<b>Figura 17</b>	Luxómetro TM-204 .....	25
<b>Figura 18</b>	Curva fotométrica .....	33
<b>Figura 19</b>	LIGMAN ARU-80002- 38.0 W.....	34
<b>Figura 20</b>	LIGMAN ARU-80001- 28.0 W .....	34
<b>Figura 21</b>	EMOS - LED panel 170mm -12.0 W .....	35
<b>Figura 22</b>	3F Filippi 37769 - 20.0 W .....	36
<b>Figura 23</b>	LIGMAN ARD-80201-O- 14.5 W .....	36
<b>Figura 24</b>	LIGMAN GAV-80321-O- W40-122.0 W .....	37
<b>Figura 25</b>	LIGMAN ARD-90011-O-W40 26.7 W.....	37
<b>Figura 26</b>	LIGMAN ARD-90021-P- W40 40.8 W .....	38
<b>Figura 27</b>	Importación de planos.....	39
<b>Figura 28</b>	Configuración unidad de medida.....	39
<b>Figura 29</b>	Configuración de número de plantas y alturas.....	40
<b>Figura 30</b>	Vista 3D Edificación.....	40
<b>Figura 31</b>	Opción para creación de nuevos locales .....	41
<b>Figura 32</b>	Vista 3D Edificación - Planta baja.....	41
<b>Figura 33</b>	Vista 3D Planta baja colocación de columnas .....	42

<b>Figura 34</b>	Opción de insertar techos locales.....	42
<b>Figura 35</b>	Vista 3D Colocación cielo falso .....	43
<b>Figura 36</b>	Vista 3D de Cuatro plantas mueblería finalizada .....	43
<b>Figura 37</b>	Barra de herramientas luz .....	44
<b>Figura 38</b>	Configuración de valores de luminosidad .....	45
<b>Figura 39</b>	Selección de luminaria.....	46
<b>Figura 40</b>	Colocación de luminarias .....	46
<b>Figura 41</b>	Vista 3D luminarias colocadas .....	47
<b>Figura 42</b>	Vista 3D Planta baja luminarias y Objetos de cálculo.....	48
<b>Figura 43</b>	Sumario de resultados planta baja .....	49
<b>Figura 44</b>	Vista 3D curvas isólineas planta baja .....	50
<b>Figura 45</b>	Vista 2D curvas isólineas planta baja .....	50
<b>Figura 46</b>	Vista 3D colores falsos planta baja.....	51
<b>Figura 47</b>	Vista 3D Luminarias primer piso y objetos de cálculo.....	53
<b>Figura 48</b>	Sumario de resultados primer piso.....	54
<b>Figura 49</b>	Isólineas primer piso vista 2D y3D.....	54
<b>Figura 50</b>	Colores falsos vista 3D primer piso.....	55
<b>Figura 51</b>	Vista 3D luminarias segundo piso y objetos de cálculo .....	57
<b>Figura 52</b>	Sumario de resultados segundo piso.....	58
<b>Figura 53</b>	Vista 2D isólineas segundo piso .....	59
<b>Figura 54</b>	Vista 3D isólineas segundo piso .....	59
<b>Figura 55</b>	Vista 3D colores falsos segundo piso .....	60
<b>Figura 56</b>	Vista 3D luminarias tercer piso y objetos de cálculo.....	62
<b>Figura 57</b>	Luminarias colgantes - Cubículos.....	63
<b>Figura 58</b>	Sumario de resultados tercer piso .....	64
<b>Figura 59</b>	Vista 2D y 3D isólineas tercer piso .....	64
<b>Figura 60</b>	Vista 3D colores falsos tercer piso .....	65
<b>Figura 61</b>	Plano eléctrico planta baja.....	68
<b>Figura 62</b>	Plano Eléctrico Primer Piso .....	69
<b>Figura 63</b>	Plano Eléctrico Segundo Piso.....	70
<b>Figura 64</b>	Plano Eléctrico Tercer Piso .....	71

## Índice De Tablas

<b>Tabla 1</b>	Tipo de lámparas instaladas planta baja.....	18
<b>Tabla 2</b>	Tipo de lámparas instaladas Primer piso.....	20
<b>Tabla 3</b>	Tipo de lámparas instaladas Segundo piso.....	22
<b>Tabla 4</b>	Tipo de lámparas instaladas Tercer Piso .....	24
<b>Tabla 5</b>	Niveles de Iluminación Norma NEC-11 .....	26
<b>Tabla 6</b>	Diagnostico planta baja .....	27
<b>Tabla 7</b>	Diagnóstico primer piso .....	28
<b>Tabla 8</b>	Diagnostico segundo piso.....	29
<b>Tabla 9</b>	Diagnostico Tercer piso .....	30
<b>Tabla 10</b>	Nivel de iluminación sala central y entrada horas nocturnas .....	31
<b>Tabla 11</b>	Resultados Planta Baja.....	51
<b>Tabla 12</b>	Lista de Luminarias Planta Baja.....	52
<b>Tabla 13</b>	Resultados primer piso .....	56
<b>Tabla 14</b>	Lista de luminarias primer piso .....	56
<b>Tabla 15</b>	Resultados segundo piso .....	60
<b>Tabla 16</b>	Lista de luminarias segundo piso .....	62
<b>Tabla 17</b>	Resultados tercer piso.....	65
<b>Tabla 18</b>	Lista de luminarias tercer piso .....	67
<b>Tabla 19</b>	Presupuesto Referencial .....	72

## Índice De Anexos

<b>Anexo 1</b> Toma de medidas con luxómetro planta baja .....	79
<b>Anexo 2</b> Toma de medidas con luxómetro primer piso .....	80
<b>Anexo 3</b> Toma de medidas con luxómetro biblioteca infantil .....	81
<b>Anexo 4</b> Vista real y vista de simulación (planta baja).....	82
<b>Anexo 5</b> Vista real y simulada (Hemeroteca) .....	83
<b>Anexo 6</b> Vista real y simulada (Cubículos) .....	84
<b>Anexo 7</b> Enlace Documentos biblioteca .....	84

## **Resumen**

La iluminación es un elemento esencial en las actividades del día a día de todas las personas, de tal manera este trabajo de investigación consiste en el estudio del sistema de iluminación de la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte. El principal problema se tiene que en las diversas áreas la iluminación natural no es la suficiente, por lo cual la iluminación artificial debe estar encendida la mayor parte del día, un problema que se tiene es que la iluminación artificial no es la correcta debido a que las ubicaciones de las luminarias no se encuentran debidamente posicionadas. De tal manera que se realizará una propuesta de rediseño del sistema de iluminación la cual podrá ser evidenciado en el software Dialux Evo este permite simular y conocer los niveles de iluminación y permitirá una correcta distribución de iluminación. Para ello se realiza un diagnóstico a las instalaciones del edificio con ayuda de un luxómetro se realizará las mediciones en varios puntos diferentes en donde se obtendrá un promedio, el resultado de estas mediciones será comparado con la tabla de la normativa NEC-11 y así conocer cuáles son las áreas más afectadas, como resultados se obtendrá que las áreas el sistema de iluminación no cumple con los niveles de la normativa. La simulación se realizó utilizando la tecnología Led. A partir de un análisis con las diferentes tecnologías de iluminación se determinó que esta es más eficiente y confiable. Como resultados se obtuvo que la nueva propuesta cumple con los niveles de iluminación requeridos, esta propuesta beneficiara a toda la comunidad universitaria que hacen uso de estas instalaciones proporcionado así seguridad y confiabilidad.

**Palabras clave:** Iluminación, Biblioteca, Dialux, Tecnología Led

## **Abastrac**

Lighting is an essential element in the day to day activities of all individuals. Therefore, this research project focuses on studying the lighting system of the Library of the Universidad Técnica del Norte. The main issue arises from insufficient natural lighting in various areas, leading to the need for artificial lighting to be switched on for most of the day. A significant problem is that the artificial lighting is not optimal due to the improper positioning of luminaires.

Thus, a redesign proposal for the lighting system will be developed. This redesign can be visualized using Dialux Evo software, which allows simulation and assessment of lighting levels, ensuring a proper distribution of lamps. A diagnostic assessment of the building's installations will be conducted using a luxometer to measure illumination at various points. The measurements will be averaged, and the results will be compared against the NEC-11 standard table to identify the most affected areas.

The simulation is carried out using LED technology, as an analysis of different lighting technologies has determined its efficiency and reliability. The results indicate that the current lighting system does not meet the standard levels. The proposed redesign, using LED technology, complies with the required illumination levels. This proposal will benefit the entire university community using these facilities, providing safety and reliability.

**Keywords:** Lighting, Library, Dialux, LED Technology



## Introducción

La Universidad Técnica del Norte cuenta con una biblioteca que es un centro de recursos de apoyo al aprendizaje tanto para estudiantes y docentes, a lo largo de los años se ha incrementado el número de estudiantes, docentes y personal administrativo por lo cual el lugar es muy transcurrido a toda hora del día por parte de todos los que forman parte de la Universidad Técnica del Norte.

De las formas de energía existente en el mundo los seres humanos dependen de un tipo de energía esencial para poder subsistir, como es la luz siendo este el más importante debido que gran parte de nuestra capacidad depende del poder ver, lo cual es muy necesario al momento de apreciar los objetos ya sea su forma o color. Gracias al sentido de la vista los humanos obtienen información a través de esta, se puede estimar que alrededor del 80% de la información que poseen es gracias a la vista debido a que disponen de ella en casi todo el tiempo. (Castro Guaman & Paul, s. f.)

Los ambientes con poca luminosidad pueden producir una significativa reducción en la eficiencia visual como consecuencia se tiene que una iluminación que no es tan eficiente puede originar fatiga ocular, dolor de cabeza, cansancio e incluso hasta accidentes. (Castro Guaman & Paul, s. f.)

Con la evolución de la tecnología de iluminación ha permitido un gran desarrollo en las fuentes de iluminación ya que un buen diseño de iluminación es capaz de crear mejores ambientes de trabajo siendo estos más agradables y acogedores de tal forma estos son enérgicamente sostenibles y más eficientes. (Díaz, 2021)

En lo que respecta a la luz artificial al estar expuestos a largos periodos estos pueden causar daños a la salud y reducir el desempeño de una persona por lo que es importante tener un claro diseño para que el aprovechamiento de la luz natural sea el más óptimo y no depender solo de una luz artificial por lo cual es necesario puntualizar aspectos como la ubicación, vegetación y materiales que se tienen en el espacio. (Vaca Rojas, 2019)

Al día de hoy el avance tecnológico se debe ligar al diseño de espacios educativos de tal forma que estos recursos puedan ser aprovechados de la mejor manera tanto por docentes y estudiantes, pero lamentablemente estos recursos no están siendo aprovechados debido a falencias que existen en el sistema de tal forma que estudiantes como docentes se ven forzados adaptarse al

ambiente al que se encuentran expuestos de tal forma si un espacio no evoluciona tampoco el individuo lo hará por lo cual este no podrá desarrollar nuevas capacidades.(Gareca, 2018)

### **Planteamiento del problema**

Los seres humanos son capaces de adaptarse a cualquier tipo de ambiente de tal forma que una de las energías más utilizadas es la luz, ya que de esta depende la mayor parte de actividades que puede realizar, debido a la necesidad de poder apreciar los objetos que se encuentran en el entorno, los seres humanos utilizan el sentido de la vista para obtener información, se estima que alrededor del 80% de información que obtiene las personas es por medio de la vista.

Los niveles de iluminación deben cumplir con la comodidad para que las personas puedan realizar sus actividades con la mayor rapidez y precisión, ya sea en cortos o largos periodos de tal forma debe garantizar la seguridad visual que permitirá apreciar los objetos a sus alrededores, al no contar con los niveles correspondientes de iluminación estos pueden ser causantes de daños en la salud.

En la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte en los últimos años se ha incrementado la cantidad de estudiantes, docentes y personal administrativo. Por lo cual los ambientes en los interiores han sufrido cambios de tal modo que pueden existir falencias en distintas áreas que no son perceptibles como son bajos o altos niveles de iluminación, deslumbramiento.

A medida de estos cambios pueden surgir problemas en el sistema de iluminación ya sea por su forma arquitectónica en el interior existen zonas de lectura donde la luz natural es escasa por lo que es necesario de una luz artificial en toda hora del día, dentro de estos lugares es obligatorio proporcionar el nivel de confort de luminosidad para todas las personas que hacen uso de estas instalaciones, de tal forma que todos puedan desarrollar sus actividades de forma segura y confiable.

Mediante un muestreo de los niveles de iluminación de la Biblioteca, las condiciones actuales deben ser comparadas con la Norma Ecuatoriana De La Construcción Nec-11 Capítulo 13 Eficiencia Energética En La Construcción En Ecuador, la cual indica los niveles adecuados tanto para zonas de lectura, pasillos, estanterías, mostradores y oficinas. (nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-enecuador-021412.pdf, s. f.)

Las zonas detectadas donde existan bajos niveles de iluminación o altos niveles de iluminación, deslumbramientos dependerán al tipo de iluminación que se encuentran instaladas como pueden ser directa, indirecta o difusa. Estas pueden ser causantes de daños visuales o inconformidades en el lugar las cuales pueden ser causantes de daños en la salud ocupacional de las personas.

### **Pregunta De Investigación**

¿Cómo mejorar el sistema de iluminación de las instalaciones en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte con base a un estudio aplicado en el software Dialux?

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

- Realizar una propuesta técnica para el rediseño del sistema de iluminación en los ambientes interiores de las instalaciones de la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte, mediante una simulación en Dialux, con una recopilación de datos de un luxómetro.

#### **Objetivos Específicos**

- Analizar nuevas tecnologías relacionadas a la iluminación, aspectos teóricos de la iluminación y como afecta a la salud de las personas cuando el nivel de iluminación no es el correcto.
- Realizar un diagnóstico del estado actual de los niveles de iluminación de las instalaciones de la biblioteca mediante una adquisición de datos con un luxómetro.
- Realizar una simulación en el software Dialux que permita comparar los niveles de iluminación con los niveles de la normativa y una propuesta con nuevas mejoras aplicando nuevas tecnologías o nueva ubicación de luminarias.

### **Alcance**

El presente trabajo de investigación está enfocado en el análisis y mejoramiento del sistema de iluminación de las instalaciones de la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte, este análisis

pretende detectar zonas que presenten falencias como bajo o alto nivel de iluminación, deslumbramiento, las cuales pueden ser causantes de varias inconformidades con las personas poniendo en riesgo la salud ocupacional de los que utilizan este espacio.

Se analizará los niveles de iluminación de la Tabla 13.A.5 establecidos en la Norma Ecuatoriana De La Construcción Nec-11 Capítulo 13, las cuales son recomendadas para evitar problemas como deslumbramiento o limitaciones del contraste. (nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-laconstruccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf, s. f.)

Además, mediante un luxómetro se obtendrá las mediciones actuales del nivel de luminosidad con las cuales se realizará una comparativa con los niveles de luminosidad proporcionada por la Norma Ecuatoriana.

Mediante software Dialux se procederá a simular el estado actual de los niveles de iluminación de tal manera identificar las áreas que no cumplan con el nivel de iluminación establecido.

Se realizará una propuesta con nuevas mejoras ya sea con la reubicación de luminarias o nuevas tecnologías que permitan que el sistema de iluminación cumpla con los niveles de la norma establecida, este debe garantizar una distribución uniforme de iluminación, contrastes adecuados y evitar deslumbramientos el cual se evidenciará en el software Dialux.

### **Justificación**

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad realizar un estudio en las instalaciones de la biblioteca con el fin conocer el estado del sistema de iluminación, debido a temas de modificaciones o de readecuación en los ambientes interiores la parte lumínica pueden presentar varias falencias como bajo o alto nivel de iluminación que son causantes de deslumbramientos, por lo que se pretende detectar las zonas que se han visto afectadas.

El presente estudio busca proponer un rediseño al sistema de iluminación para la mejora el cual cumpla con los niveles de luminosidad requeridos. El rediseño del sistema de iluminación mejorado se podrá evidenciar en el software Dialux por lo cual se realizará una simulación del sistema actual además de una simulación con nuevas tecnologías o nueva ubicación de luminarias a

las zonas que se encuentren fuera de los límites de confort visual, estas mejoras tendrán como beneficiarios a toda la comunidad Universitaria.

En el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto Ejecutivo No. 2393, se encuentran diversos artículos que justifican que todo espacio público o privado debe contar con los niveles óptimos de iluminación que garanticen un ambiente adecuado para todas las personas.

En el artículo 56, del Decreto Ejecutivo No. 2393, dice que “Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.” (Decreto Ejecutivo 2393 | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios, s. f.)

En el artículo 57, del Decreto Ejecutivo No. 2393, dice que “En las zonas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea ésta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local ni presentar peligro de incendio o explosión.” (Decreto Ejecutivo 2393 | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios, s. f.)

En la Norma Ecuatoriana De La Construcción Nec-11 Capítulo 13 Eficiencia Energética En La Construcción En Ecuador, se puede encontrar los niveles de luminosidad en las diferentes áreas ya que no todas deben estar al mismo nivel de luminosidad debido a que estas son utilizadas para diferentes tipos de tareas. (nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf, s. f.)

# CAPITULO 1

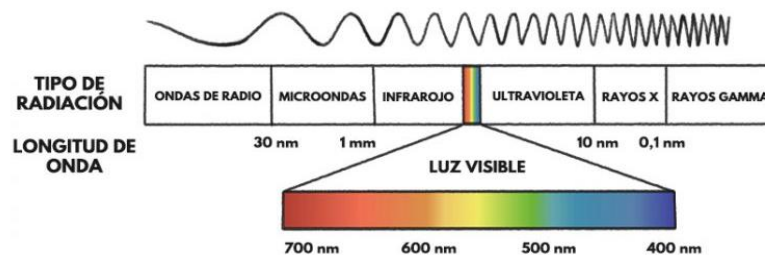
## 1. Análisis De Tecnologías De Iluminación

### 1.1. La luz

La luz o también conocida como espectro electromagnético es una de las formas de energía que se encuentran en la naturaleza, esta puede estar presente en forma de radiaciones electromagnéticas las cuales tiene una longitud de onda estimada de 300 a 700nm tal y como se lo puede observar en la **Figura 1**.

Se puede considerar que una de las características que poseen estas ondas es que no dependen de algún material para poder propagarse, es decir que estas pueden viajar a través del vacío, además se puede determinar que estas ondas viajan a una velocidad estimada de 300000km/s. (FRANCISCO, 2019, p. 3)

**Figura 1**  
*Espectro Electromagnético*



**Nota.** La figura representa el tipo de onda que tiene la luz y que tipo de radiación tiene según la longitud de onda. («Bases del dibujo», 2020)

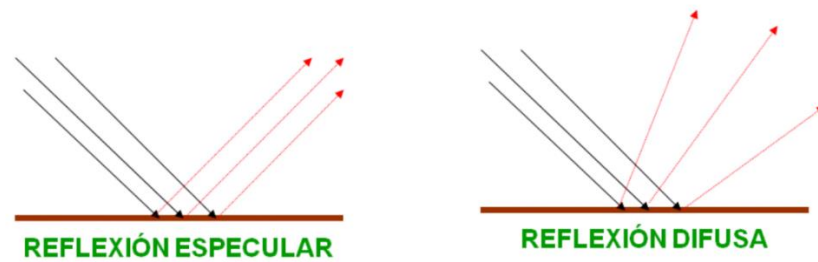
### 1.2. Propiedades de la luz

La luz puede propagarse por cualquier medio este llega a un punto donde alcanza el límite que lo separa. De tal manera cuando llegar a un segundo medio, este puede tomar diferentes reacciones dependiendo del material al que llegue este puede ser, reflexión en donde el rayo de luz es reflejado, o este a la vez puede atravesar el medio y transformarse en otro tipo de energía este se le conoce como absorción y en otra parte del medio no cambiará a esto se le conoce como transmisión.

#### 1.2.1. Reflexión

La reflexión de la luz se la puede describir cuando las ondas que chocan con una superficie la cual no absorbe la energía de radiación y hace rebotar las ondas lejos de la superficie como se puede observar en la **Figura 2**. La reflexión de luz puede categorizarse a grandes rasgos en dos tipos de reflexión. (Thomas J. Fellers & Michael W. Davidson, s. f.)

**Figura 2**  
*Reflexión de luz*



**Nota:** La presente imagen representa los dos tipos de reflexión especular y difusa. (*Reflexión - El Grandioso Rincón de la Física*, s. f.)

- Especular: El ángulo de incidencia es igual al de reflexión como se puede observar en la **Figura 2**. Se produce cuando la superficie reflectora es lisa teniendo así un ángulo determinado. (Castro Guaman & Paul, s. f., p. 56).

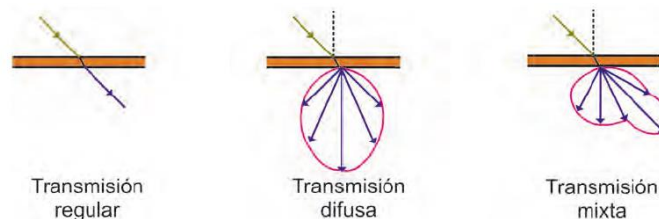
- Difusa: Sucede cuando el flujo que incide sobre una superficie se refleja en todas las direcciones tal y como se observar en la **Figura 2**, siendo el rayo normal a la superficie el de mayor intensidad. Este tipo de reflexión se produce en superficies como el papel blanco mate, las paredes, etc.(Thomas J. Fellers & Michael W. Davidson, s. f.)

### 1.2.2. Transmisión

En la naturaleza existen varios medios de transmisión como es el agua vidrio u otros materiales o líquidos al igual es posible encontrar membranas ya sean naturales o artificiales las cuales permiten el paso de la luz

La transmisión se da gracias al efecto que produce cuando un rayo de luz choca con cualquier medio y este es capaz de atravesarlo dependiendo del material este puede variar su dirección en la **Figura 3** se puede observar los tres tipos de transmisión de la luz. (Borja Reyes, 2017)

**Figura 3**  
*Transmisión de luz*



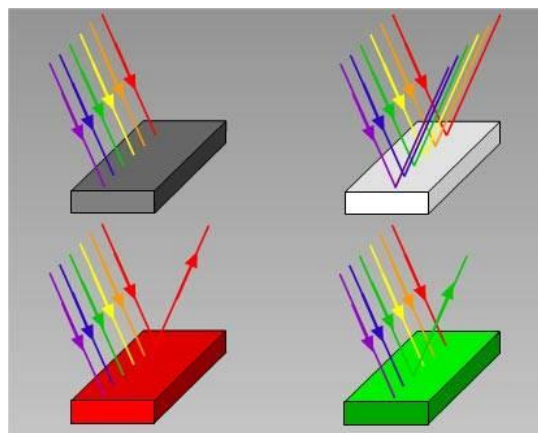
**Nota:** La presente imagen se muestra los 3 tipos de Transmisión.(*La transmisión de la luz a través de un medio transparente*, s. f.)

- Todos los medios que transmiten la luz actúan como filtros.
- Los tipos de transmisión también son variados y dependen del tipo, color, grosor y superficies de las sustancias con que se encuentre la luz.
- Transmisión regular: Conserva contenido en imagen y direccionalidad de la luz tal y como se lo puede observar en la **Figura 3**.
- Transmisión difusa y mixta: No conserva contenido en imagen ni la direccionalidad de la luz como se puede observar en la **Figura 3**.

### 1.2.3. Absorción

Conocida como «absorción» a la conversión de luz en otra forma de energía, generalmente en energía calórica como es el caso del color negro como se mira en la **Figura 4** que es capaz de absorber todos los rayos de luz, así como la energía eléctrica (como en las células fotoeléctricas) o en energía química (como la fotosíntesis realizada por las plantas). También puede ocurrir que cambie a una radiación de diferente longitud de onda (fluorescencia). Un rayo de luz que atraviesa el vacío no sufre pérdida de energía, aun cuando se disperse.(Ortiz, 2022)

**Figura 4**  
*Absorción de luz*



**Nota:** La presente figura representa la absorción de la luz dependiendo del color (*Tema 6. Otras formas de transmitirse la energía; la luz y el sonido., s. f.*)

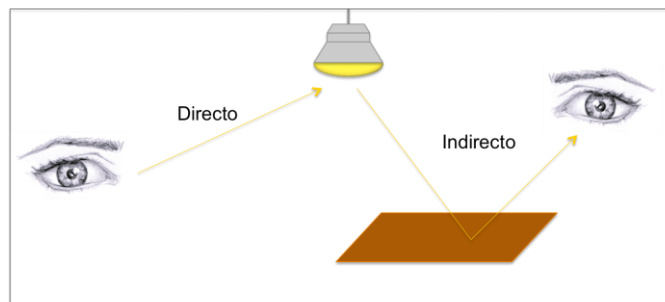
Los rayos de luz cambian la distribución espectral de la luz que los atraviesa y son la base utilizada para los filtros de colores. Las superficies coloreadas funcionan como películas de absorción selectiva de determinadas longitudes de onda del espectro visible y reflejan otras como se puede observar en la **Figura 4** los objetos de colores reflejan el mismo rayo de luz a excepción del blanco que este refleja todos.(Borja Reyes, 2017)



#### 1.2.4. Deslumbramiento

En el momento que la luz tiene contacto con el ojo y la intensidad de luz es bastante elevada produce un efecto molesto en el ojo debido a la gran cantidad de luz, el ojo no puede soportar causando así una fatiga ocular estas pueden ser originadas de manera directa es decir cuando se mira una fuente de luz directamente o también puede presentarse de manera indirecta cuando se observa el de una fuente de luz sobre una superficie estas pueden ser de forma directa o indirecta como se lo observa en la **Figura 5**.(Hidalgo, s. f.)

**Figura 5**  
*Deslumbramiento*



**Nota:** la presente imagen se observa los dos tipos de deslumbramiento.(«UGR o índice de deslumbramiento unificado», 2019)

El deslumbramiento puede causar serios problemas en la salud visual pues el ojo no está diseñado para percibir grandes cantidades de luz, además que puede ser incapacitante debido a que puede causar ceguera al observador.(FRANCISCO, 2019, p. 98)

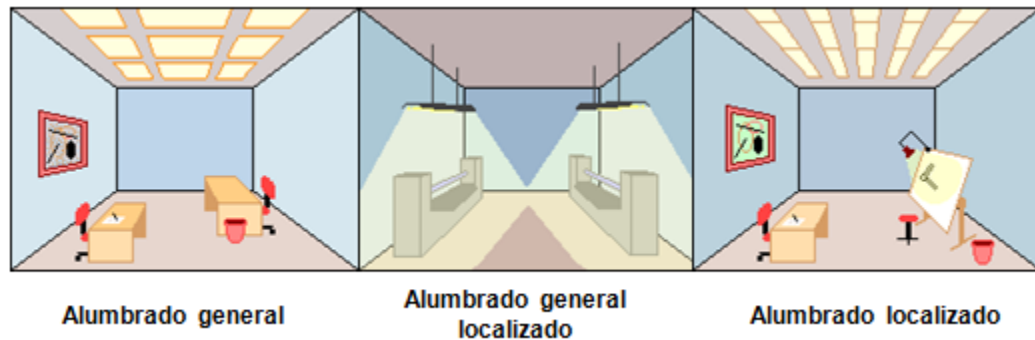
#### 1.2.5. Temperatura del color

La temperatura del color se considera como una medida relativa ya que esta se expresa en la unidad de media kelvin debido a que este define la comparación del color dentro de un espectro luminoso, por lo general en las denominaciones de los colores se toma en cuenta que desde los 5000K se los considera como colores fríos y a los que se encuentran menores a 2700K-3000K estos son considerados como colores cálidos. (*Manual-técnico-de-iluminación-Sylvania.pdf, s. f.*)

### 1.3. Métodos de alumbrado

Cuando una lámpara es encendida, esta emite un flujo que puede llegar a los objetos directa o indirectamente debido a la reflexión en paredes y techo esta varía según el color. La cantidad de luz que llega directa o indirectamente. Los métodos de alumbrado indican como se reparte la luz en los espacios iluminados como se observar en la **Figura 6**. Dependiendo el grado de uniformidad existen tres casos.

**Figura 6**  
*Métodos de alumbrado*



**Nota:** En la figura se observan los 3 tipos de alumbrado más comunes para interiores. (López, 2019)

### 1.3.1. Alumbrado general

Este tipo de alumbrado se caracteriza por tener un área iluminada uniforme. Este método es uno de los más habituales que se puede encontrar ya que la mayoría de este es muy utilizado en centros de enseñanza, auditorios, fábricas y demás espacios amplios tal como se lo puede observar en la **Figura 6**. Este alumbrado se lo puede implementar distribuyendo las luminarias de forma simétrica en el espacio a instalar. (Borja Reyes, 2017)

### 1.3.2. Alumbrado localizado

Este tipo de alumbrado se lo utiliza especialmente cuando el usuario requiera o necesite de una iluminación enfocada a un solo punto como se observa en la **Figura 6**. De tal modo que se lo utiliza para realizar trabajo especial de tarea visual. Para este método el nivel de iluminación debe ser superior a 1000 lux en el caso de que existan objetos que impidan el paso de la luz que viene del alumbrado general. (Borja Reyes, 2017)

### 1.3.3. Alumbrado general localizado

Este tipo de alumbrado tiene como característica que su distribución no es uniforme respecto a la luz la cual se encuentra concentrada especialmente en áreas de trabajo como se puede observar en la **Figura 6**, en donde el resto del lugar se encuentra iluminado con una iluminación diferente general de tal forma que este tipo de alumbrado puede generar inconvenientes como deslumbramientos los cuales pueden ser molestos. (Guaman & Paul, s. f., p. 23)

Otra desventaja de este tipo de alumbrado es cuando se requiere realizar modificaciones en los ambientes interiores se tendrá el problema que las luminarias no se podrán mover ya que estas se encuentran especialmente para ciertos lugares de trabajo. (Guaman & Paul, s. f., p. 23)

#### **1.4. Marco legal y norma de la construcción ecuatoriana**

En el presente ítem se realizó una breve revisión sobre el marco legal en donde el estado ecuatoriano garantiza el derecho de un ambiente seguro y confortable en los espacios educativos, de igual manera estará respaldado por la NEC-11 (Norma de Construcción de Ecuatoriana), esta norma ha sido utilizada debido a que en la norma NEC-18 no cuentan con los niveles de iluminación para interiores en espacios de trabajo.

De igual forma por un reglamento de seguridad y salud manera general dentro del estado ecuatoriano, así también se revisará el reglamento interno de la UTN y también el reglamento de la biblioteca de la UTN siendo estos documentos vigentes.

##### **1.4.1. Norma Ecuatoriana De La Construcción Nec-11**

La norma NEC-11 establece las especificaciones y características técnicas mínimas a ser tomadas en cuenta en el diseño, construcción, uso y mantenimiento de las edificaciones en el país, reduciendo de esta manera el consumo de energía y recursos necesarios, así como establecer los mecanismos de control y verificación esta norma ha sido realizada bajo la norma ISO 8995-1 que trata de la iluminación de las áreas de trabajo “Iluminación de interiores en lugares de trabajo”.

La presente Norma ha sido elaborada para fomentar el diseño y construcción de edificaciones bajo puntos de vista de sostenibilidad, eficiencia y buen manejo de los recursos en el Ecuador, disminuyendo de esta manera el consumo de combustibles fósiles y recursos no renovables y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas. (*nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf*, s. f.)

La iluminación de una edificación deberá ser realizada de modo que se permita satisfacer las exigencias mínimas tomando en cuenta los siguientes criterios:

- **Confort visual**, que permita mantener un nivel de bienestar sin que se afecte el rendimiento ni la salud de los ocupantes de la edificación.
  
- **Prestación visual**, mediante el cual los ocupantes sean capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante periodos largos de tiempo.
  
- **Seguridad**, a través de la utilización de equipos normalizados y eficientes.

#### **1.4.2. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores “Decreto Ejecutivo 2393”**

En el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo Decreto Ejecutivo No. 2393, se encuentran diversos artículos que justifican que todo espacio público o privado debe contar con los niveles óptimos de iluminación que garanticen un ambiente adecuado para todas las personas.

En el artículo 56, del Decreto Ejecutivo No. 2393, indica que “Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.” (*Decreto Ejecutivo 2393 | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios, s. f.*)

En el artículo 57, del Decreto Ejecutivo No. 2393, indica que “En las zonas de trabajo que por su naturaleza carezcan de iluminación natural, sea ésta insuficiente, o se proyecten sombras que dificulten las operaciones, se empleará la iluminación artificial adecuada, que deberá ofrecer garantías de seguridad, no viciar la atmósfera del local ni presentar peligro de incendio o explosión.” (*Decreto Ejecutivo 2393 | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios, s. f.*)

#### **1.4.3. Reglamento interno de higiene y seguridad Universidad Técnica del Norte Resolución No. 173-SE-33-CACES-UTN**

El objetivo de este reglamento es minimizar los posibles riesgos que se encuentran expuestos a toda la comunidad universitaria.

De tal modo en el literal 2.7 Derechos de los funcionarios en el apartado “b”, dice que los usuarios tienen el derecho de “Desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo, adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, que garanticen su Seguridad y Salud” (*Transparencia Institucional UTN - REGLAMENTO INTERNO Y POLÍTICA DE HIGIENE Y SEGURIDAD UTN.pdf - Todos los documentos, s. f., p. 16*)

#### **1.4.4. Reglamento biblioteca Universidad Técnica del Norte Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020**

Artículo 45. Los derechos de los usuarios dice que “Los usuarios de la Biblioteca Universitaria tienen los siguientes derechos” (*Reglamentación – Biblioteca UTN, s. f., p. 12*)

Al igual que en el literal 5 dice “Disponer de espacios y medios adecuados para consulta e investigación.” (*Reglamentación – Biblioteca UTN, s. f., p. 12*)

## **1.5. El sentido de la vista y afectaciones**

Estudios realizados por el profesor Shuelte-Markwort en la clínica de psicología infantil y juvenil en la ciudad de Hamburgo, han tenido como resultado que al tener un aula con la correcta iluminación respecto a la intensidad y temperatura de color es capaz de aumentar en un 35% la velocidad lectora y esta a su vez también es capaz de reducir en un 45% los errores de comprensión.(LAMPCórdoba, s. f.)

### **1.5.1. Sentido de la vista**

El ojo humano es el órgano visual que posee el ser humano el cual es el que le permite observar todo lo que se encuentre a su alrededor, este tiene un tamaño aproximado de 25mm y una forma media esférica el cual tiene a su disposición 6 músculos que le permiten moverse en cualquier dirección .(van Bommel & Rouhana, 2018)

El iris se puede abrir o cerrar, como el diafragma de una cámara, para controlar la cantidad de luz que entra en el ojo. La abertura del centro del iris es la pupila esta se encuentra en la parte frontal. Cuando en el ojo incide mayor cantidad de luz, la pupila se hace más pequeña.(van Bommel & Rouhana, 2018)

### **1.5.2. Percepción de la luz.**

La luz que llega a ellos estimula los órganos receptores de la retina que convierten el estímulo lumínico en impulso eléctrico y lo transmiten, a través de los axones del nervio óptico el cual se encuentra en la parte trasera como se observa en la Figura 2, hacia el cerebro. (Jordi Alberich & David Gómez Fontanills, s. f.)

La información procedente del ojo se puede dividir en tres etapas principales:

- Foto recepción: la luz que llega al ojo estimula en el fondo de la retina las células fotorreceptoras, que transmiten la señal al nervio óptico.
- Transmisión y procesamiento: en la retina empieza un primer nivel de procesamiento que se irá haciendo complejo hasta llegar al tálamo y de éste al córtex cerebral.
- Percepción: en el lóbulo occipital se completa el proceso de percepción y se puede hablar de consciencia de la imagen vista.

### **1.5.3. Afectaciones en la salud.**

Las afectaciones en la salud de una persona pueden ser de carácter variado. Ya que estos dependen del tipo de anomalía al que se encuentran expuestos los daños pueden ser pasajeros o convertirse en crónicos. Se pueden clasificar en:

- Trastorno de carácter visual. Cuando una persona fuerza su vista para mirar un objeto esta causa cansancio en sus ojos por lo que aparece la fatiga visual y si esta tiene un tiempo de larga duración puede presentarse una reducción en su capacidad visual.
- Daños no visuales. Las malas condiciones de iluminación pueden producir fatiga. La persistencia en el tiempo de daños como la fatiga visual genera dolores de cabeza, estrés si los datos que se manejan son muchos o críticos.

Cuando se tiene una mala iluminación aparecen los daños no visuales estos debido a que la persona intenta adaptarse al sitio para tener una mejor vista esta toma malas posturas los cuales pueden terminar en trastornos musculoesqueléticos. En muchas ocasiones, se debe a intentar compensar una iluminación deficiente, deslumbramientos, bajos niveles de iluminación, etc.(Oftalmólogos, 2021)

Adicionalmente siempre existen los riesgos relativos a la seguridad, caídas, choque con objetos y demás por una iluminación deficiente. También se deben considerar las características de la iluminación en situaciones especiales.

Hay que destacar que se reconoce como enfermedad profesional el “Nistagmus”. Originada por el trabajo prolongado en condiciones de iluminación reducida, se caracteriza por el movimiento incontrolado de los ojos.(Oftalmólogos, 2021)

### **1.6. Tecnologías de iluminación**

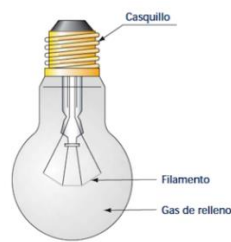
A lo largo de la historia han surgido tecnologías de iluminación con los cuales por varias décadas están se han encargado de iluminar de manera artificial los diferentes espacios requeridos por los seres humanos.

Desde el inicio del uso de la luz para iluminación han surgido diferentes tecnologías, así como la incandescente, fluorescente e inducción magnética siendo estas las más convencionales las cuales se explicará cada una de ellas.

### 1.6.1. Incandescentes

Este tipo de lámpara está basado en el fenómeno del paso de una corriente eléctrica, que se produce por un filamento de tungsteno mediante el calentamiento por efecto joule, lo cual provoca una radiación visible en forma de luz como se puede observar en la **Figura 7** las partes de una bombilla incandescente. Para evitar que el filamento se queme en contacto con el aire, se rodea con una ampolla de vidrio a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado con un gas.(Solivérez, 2023)

**Figura 7**  
*Bombilla Incandescente*



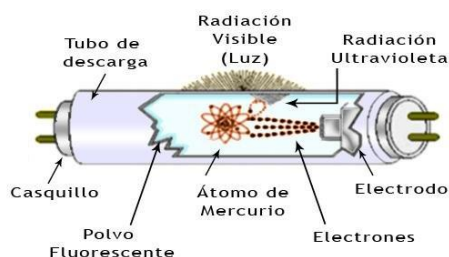
**Fuente:** Manual de iluminación Dial

La lámpara incandescente posee un rendimiento muy bajo, por el motivo que la mayor parte de la energía consumida se convierte en calor, lo que no ofrece muy buena reproducción de los colores. Su beneficio se ve reflejado en sus bajo costos y el color cálido de su luz, su eficiencia es muy baja, ya que solo convierte en trabajo (luz visible) alrededor del 15% de la energía consumida. (Solivérez, 2023)

### 1.6.2. Fluorescente

Las lámparas fluorescentes es la del encendido por precalentamiento, posee dos electrodos dentro de un tubo de vidrio relleno de una mezcla gaseosa y que va interiormente impregnado de una sustancia fluorescente así como se puede observar en la **Figura 8**, al igual que se vuelve luminosa al pasar la corriente entre los dos electrodos, es del tipo de descarga eléctrica en la cual se produce al aplicarse una alta tensión y por la fluorescencia o fosforescencia activada por la tecnología ultravioleta de un arco de mercurio. (*Luminotecnia III - Unidad 8 Luminotecnia. Dispositivos para alumbrado incandescente y fluorescente - Studocu*, s. f., p. 189)

**Figura 8**  
*Lampara Fluorescente*



**Nota:** La presente imagen se observa las partes de una lámpara fluorescente (Figura 1.4.1.1-Lámpara fluorescente tubular., s. f.)

Este tipo de lámpara no puede conectarse directamente a la red. El correspondiente balastro situado entre la corriente de alimentación y la lámpara limita y controla la corriente de la lámpara y asegura así un funcionamiento fiable bajo condiciones específicas. (Luminotecnia III - Unidad 8 Luminotecnia. Dispositivos para alumbrado incandescente y fluorescente - Studocu, s. f.)

Las lámparas fluorescentes se componen principalmente de los siguientes elementos:

- Tubo de descarga
- Casquillos con los filamentos
- Cebador, encendedor o arrancador (starter)
- Balasto (ballast)

### Ventajas

- Vida útil prolongada: tiene una vida útil entre 5 mil y 7 mil horas.
- Sin calor este tipo de luz no emite pérdida de energía en forma de calor.
- Bajo consumo: se trata de un tipo de luz de bajo consumo de corriente eléctrica.

### Desventajas

- Mayor precio en este tipo de tecnología.
- Esta luz es fría y no es adecuada para ambientar lugares fríos
- Alta toxicidad debido al alto contenido en mercurio cuando este se rompe.
- Iluminación discontinua la luz emitida por los focos fluorescentes es discontinua pudiendo llegar a apreciarse un pequeño parpadeo que puede provocar dolor de cabeza.

### 1.6.3. Inducción magnética

Las lámparas de inducción electromagnética (LIEM), trabajan con un “generador de baja frecuencia integrado en un balastro este se encuentra ubicado en la mitad de la lámpara como se observa en la **Figura 9**, cuya frecuencia de operación es de 2.5 kHz. (Lámparas similares con un generador de



alta frecuencia trabajan con una frecuencia de operación en el orden de los 10 GHz).(Erick Hidalgo Martínez, 2013)

### **Figura 9**

#### *Lámpara de Inducción Magnética*



**Nota:** En la presente imagen se puede observar la forma de una lámpara de inducción (inasarre, s. f.)

Esta lámpara está compuesta por un bulbo, una antena de doble poder, dos electroimanes una fuente de poder (balasto o alimentación).

Dentro de las ventajas se tiene:

- Eficacia elevada
- Ahorro de energía
- Vida media muy elevada
- Baja temperatura de operación
- Encendido y reencendido instantáneo
- Intensidad regulable

Desventajas

- Necesita un equipo auxiliar
- Coste elevado

### **1.7. Nuevas tecnologías de iluminación**

Los avances tecnológicos, el crecimiento demográfico y la concentración cosmopolita han incrementado el consumo eléctrico durante las 24 horas del día. Esta reacción produce contaminación en dos sentidos: visual y ambiental. Tras un recorrido histórico de las luminarias urbanas, de antorchas a árboles fosforescentes, las posibles soluciones a la problemática de la contaminación lumínica que hoy se ha ido disminuyendo gracias a los avances tecnológicos y la iluminación LED, con el avance

tecnológico del mundo cada vez se van teniendo nuevas tecnologías de iluminación como las siguientes.

### **1.7.1. LED**

Es una lámpara de estado sólido que usan unos conjuntos de diodos, LED son las siglas de “Light Emission Diode”, (diodo de emisión de luz), son componentes electrónicos constituidos por la unión de materiales semiconductores de diferentes características, capaces de convertir la energía eléctrica directamente en energía luminosa cuando son polarizados por medio de un campo eléctrico.(JORGE & ALFONSO, 2012)

Este tipo de lámparas en la actualidad tienen muchos usos, ya que su gama es muy amplia y abarca casi todos los campos lumínicos, son dispositivos capaces de generar importantes ahorros en el consumo energético.

Los sistemas de iluminación LED son una ventaja frente a la iluminación convencional su larga vida útil, su escaso consumo, y la reducción al mínimo de la emisión de calor y rayos ultravioleta. Además contienen gases ni metales pesados, por lo tanto, son menos contaminantes que el resto.(JORGE & ALFONSO, 2012)

Las lámparas led poseen muchas ventajas:

- Voltaje de operación muy bajos.
- Tiempo de vida útil muy prolongado.
- Posee muy alta eficiencia.
- Reducción costo de mantenimiento.
- Flexibilidad de instalación.
- Encendido instantáneamente al 100% de sus rendimientos.
- Es insensible a las vibraciones.
- Ausencia de radiaciones.
- Colores vivos y saturados sin filtro.

### **1.7.2. Iluminación basada en bioluminiscencia utilizando bacterias.**

La luminiscencia es la emisión de luz por parte de una sustancia como resultado de una reacción química (quimioluminiscencia) o enzimática (bioluminiscencia).

La bioluminiscencia es el proceso por el cual los organismos generan luz, lo que lleva a reacciones bioquímicas, que generalmente involucran una enzima llamada luciferasa. La reacción

ocurre de la siguiente manera: el oxígeno oxida el sustrato (una proteína llamada luciferina); la luciferasa acelera la reacción y el ATP proporciona energía para la reacción, produciendo agua y luz, la cual es más visible por la noche.(Montejo Santa Inés, 2021).

La radiación bioluminiscente se compone habitualmente de entre un 69% y un 90% de luz fría y entre un 10% y un 20% de emisión de calor, aunque hay ciertos estudios que hacen estimaciones cercanas al 100% de luz fría sin pérdida de emisión calorífica.(Montejo Santa Inés, 2021)

### **1.7.3. Iluminación mediante nanotubos de carbono.**

Esta invención de científicos japoneses se basa en las propiedades únicas de los nanotubos de carbonos. Estos nanotubos son estructuras tubulares del orden del nanómetro, fabricadas con átomos de carbono.(Bahena-Garrido et al., 2014)

Por sus propiedades tienen gran cantidad de aplicaciones en tecnología. En lo que respecta a la iluminación, estos científicos han demostrado que se pueden utilizar para generar una fuente de iluminación hasta 100 veces más eficiente que la luz led. El dispositivo ideado utiliza una pantalla de fósforo y una pared de nanotubos de carbono altamente cristalizados que hace las veces de electrodos en una estructura de diodo. Su funcionamiento es similar a la de los tubos de rayos catódicos, los nanotubos hacen de cátodo y la pantalla de fósforo de ánodo.(Bahena-Garrido et al., 2014)

Los nanotubos, cuando se encuentra bajo un fuerte campo eléctrico, emiten haces de electrones a altas velocidades en un fenómeno conocido como “emisión de campo”. Estos electrones impactan sobre la pantalla de fósforo provocando la iluminación. La fabricación del dispositivo se completa ensamblado mediante una mezcla líquida formado por un disolvente orgánico y un producto similar al jabón. La mezcla se pone sobre los catodos y posteriormente se rascan con papel de lija, lo que formará un panel capaz de iluminarse forma estable.(Bahena-Garrido et al., 2014)

### **1.7.4. Iluminación Mediante láser blanco.**

Se encuentra todavía en sus primeras fases de desarrollo, aunque los resultados parecen prometedores. Su funcionamiento se basaría en los descubrimientos realizados por investigadores de la Universidad Estatal de Arizona, que han conseguido desarrollar el primer láser blanco de la historia. (Forbes & Perumal, 2023)

Aunque el láser es una tecnología con más de 60 años de historia, es la primera vez que se consigue un láser de color blanco. Hasta ahora los colores eran principalmente rojos o verdes. Para conseguirlo, los investigadores han utilizado una nano plantilla fabricada con una aleación de cinc, cadmio, azufre y selenio. La utilización del láser blanco como dispositivo de iluminación requerirá de

dispositivos de refracción capaces de dispersar la luz generada en diferentes direcciones. (Forbes & Perumal, 2023)

### **1.8. Análisis de tecnologías de iluminación**

Debido a que las nuevas tecnologías de iluminación la mayoría se encuentra en desarrollo estas no se encuentran disponibles en los mercados actuales por lo cual a día de hoy la mejor tecnología de iluminación es la (LED) ya que distintos estudios y análisis han concluido en que el diodo emisor de luz (LED) es la fuente de iluminación para interior más viable, esto como resultado de ser puesto a prueba sus diferentes características luminotécnicas y contrastadas con las características luminotécnicas de luminarias de otras tecnologías, a más de esto son las que mayor confort visual generan en lo que a percepción visual.

Si bien las nuevas tendencias energéticas y ambientales están orientado el uso de tecnologías lumínicas hacia fuentes de luz más eficientes energéticamente estas no se encuentran al 100% si bien prometen que estas nuevas tecnologías sean más viables que la (LED) tanto en eficiencia como en durabilidad esto ha conllevado a que los estudios de iluminación hacen más que simplemente proporcionar seguridad y orden.

La iluminación además de ofrecer una mejor experiencia debe cumplir con los requisitos más elevados de sostenibilidad. La tecnología LED ha permitido reducir los consumos eléctricos, haciendo las instalaciones cada vez más eficientes desde el punto de vista energético. Además, la ausencia de mercurio en su fabricación supuso un aspecto positivo en comparación con otras fuentes de luz como la fluorescencia.

## CAPITULO 2

### Diagnóstico De Niveles De Iluminación

#### 2. Introducción

Para iniciar con la propuesta de rediseño del sistema de iluminación de en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte, se utilizó un equipo de medición luxómetro el cual permite conocer el nivel de iluminación que existen en las diferentes áreas, de tal forma poder aplicar la metodología correspondiente para su diagnóstico el cual será validado con los niveles de iluminación tomada de la norma de construcción ecuatoriana.

#### 2.1. Descripción del lugar de estudio

La biblioteca forma parte de la unidad académica de la Universidad Técnica del Norte ubicada en la parte norte del campus universitario el Olivo, esta se encuentra rodeada de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA), Facultad de Ingenierías en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA), Facultad Ciencias de la Salud (FCCSS) y el edificio de Centro Académico de Idiomas (CAI) tal y como se muestra en la **Figura 10**.

#### Figura 10

*Edificio Biblioteca*



**Nota:** La presente imagen se observa la ubicación de la edificación de la biblioteca (Google Maps)

Esta edificación cuenta con cuatro plantas de las cuales las tres primeras plantas son uso de la biblioteca dentro de estas plantas se encuentran diferentes áreas como estanterías para almacenamiento de libros, salas de lecturas, mostradores, salas multipropósitos y oficinas de dirección. La última planta es para uso de los docentes de la universidad en esta planta se encuentran cubículos privados.

Actualmente la en la biblioteca ingresan alrededor de mil estudiantes diarios a realizar sus diferentes actividades así también el personal que se encuentra en la biblioteca cuenta con 18 personas a cargo de la parte administrativa y 3 personas a cargo de la limpieza, esta información fue otorgada por parte de la oficina de dirección de la biblioteca UTN.

## 2.2. Situación actual del sistema de iluminación

Dentro de las instalaciones se encuentran lámparas de tubos fluorescentes de la marca SYLVANIA con características de 32W de 2100 lm y 6500K tal como se puede ver en la **Figura 11** de igual manera se encuentran instaladas lámparas de 3 y 2 tubos tal y como se observa en la **Figura 11**.

### Figura 11

*Tubo fluorescente y tipo de lampara*



**Nota:** En la imagen se observa el tipo de luminaria que se encuentran instaladas en la edificación

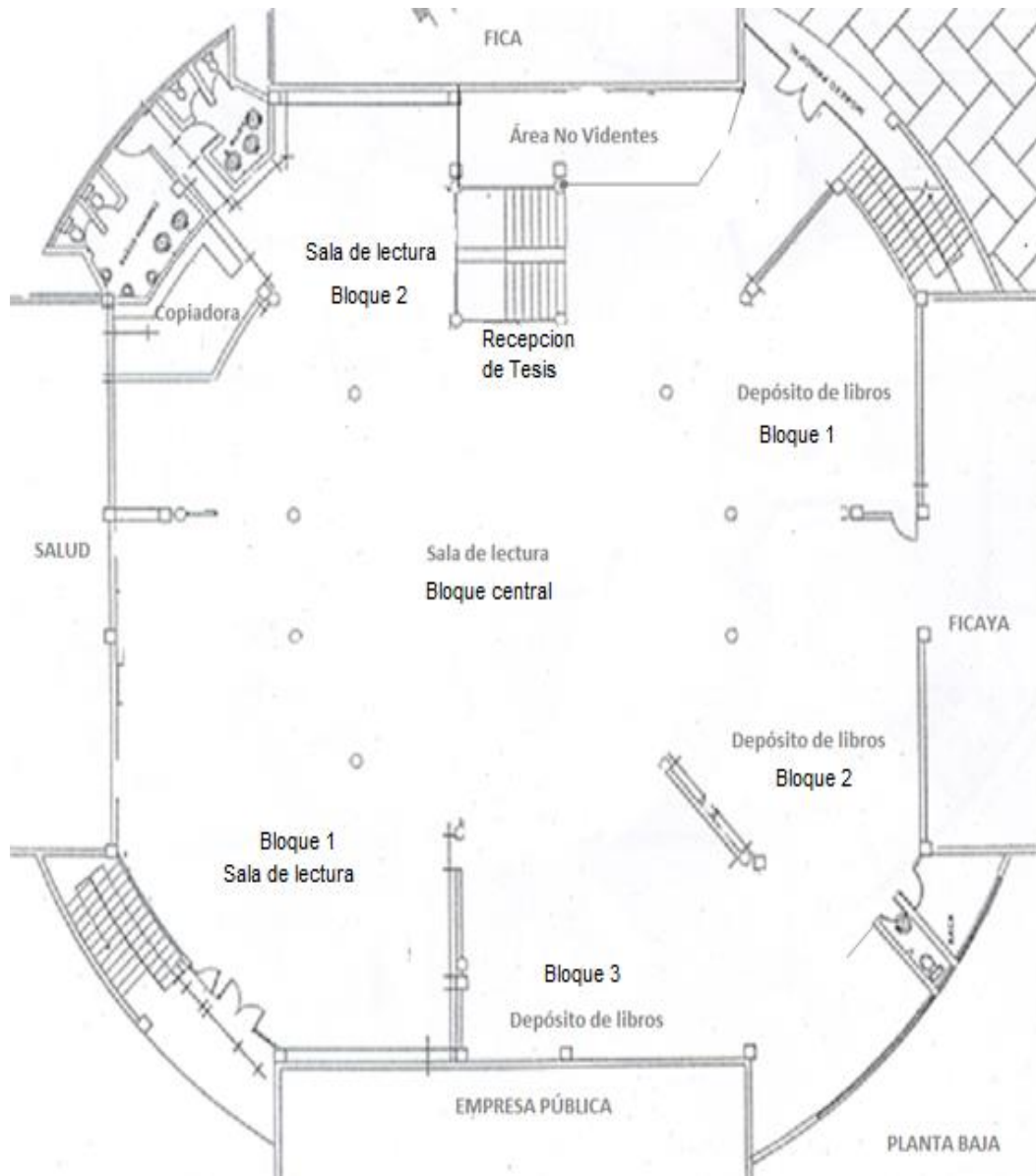
### 2.2.1. Condiciones Planta baja

La planta baja se encuentra distribuido acorde a lo detallado en la **Figura 12** dentro de este piso se encuentran diferentes áreas como salas de lecturas, depósitos de libros, entrada principal, área de no videntes, escaleras, baños y copiadora.

En la **Tabla 1** muestra que tipo de luminarias se encuentran instaladas esta se encuentra dividida por áreas según lo detallado en la **Figura 12** dentro de la tabla se encuentra la información de las cantidades y tipo de lámparas instaladas.

**Figura 12**

*Distribución Planta Baja*



**Nota:** La presente imagen muestra la distribución de la planta baja (Dirección Biblioteca)

**Tabla 1**

*Tipo de lámparas instaladas planta baja*

Área	Lámpara de tubo fluorescente 3 unidades	Focos fluorescentes	Dicroicos

Entrada	2	*	*
áreas no videntes	4	*	*
Depósito de libros	10	*	*
Bloque 1			
Depósito de libros	10	*	*
Bloque 2			
Depósito de libros	10	*	*
Bloque 3			
Sala de lectura	12	*	*
Bloque 1			
Sala de lectura	9	*	*
Bloque 2			
Sala de lectura central	5	5	*
Recepción de tesis	*	1	*
Copiadora	2	*	*
Baños	5	*	*
Decoración	*	*	14

### 2.2.2. Condiciones Primer piso.

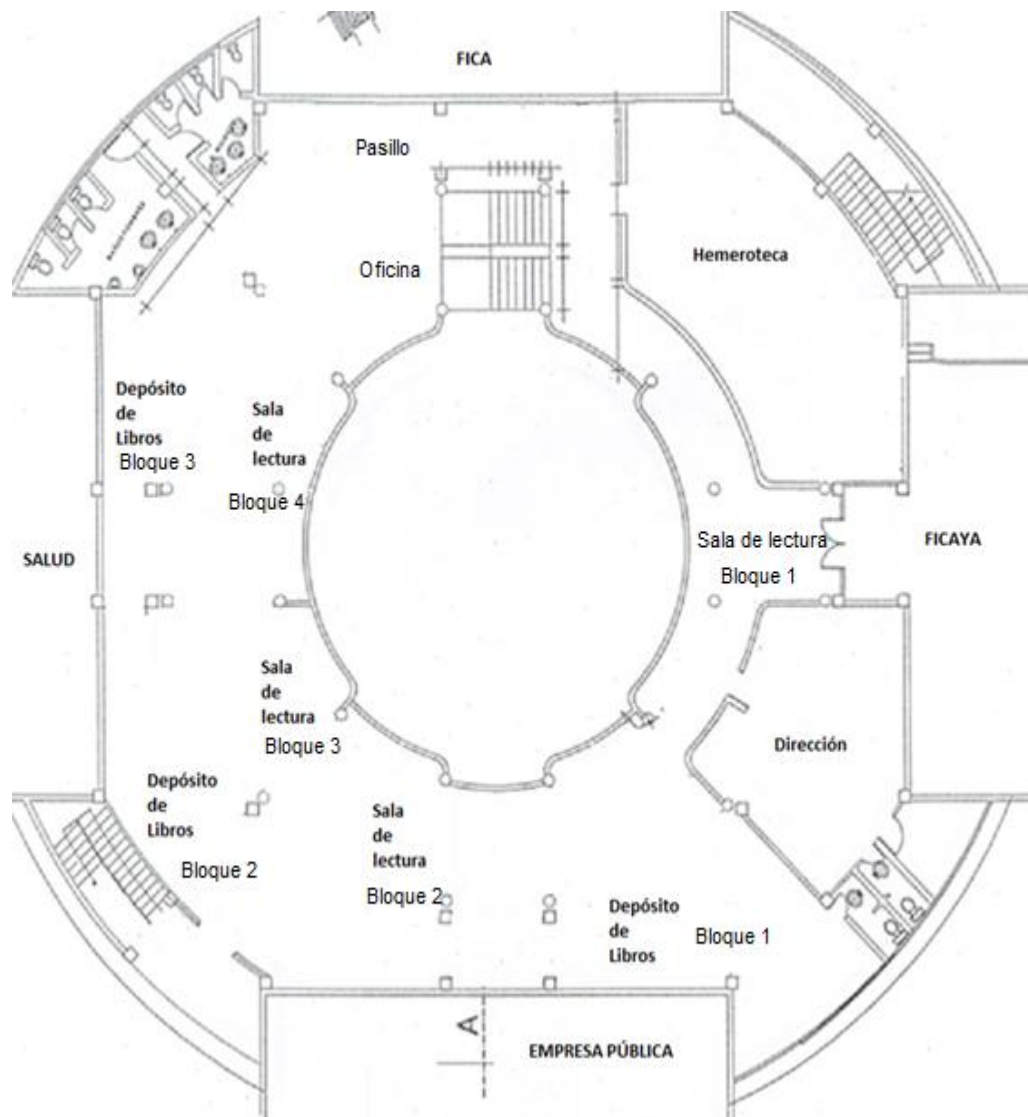
El primer piso se encuentra distribuido acorde a lo detallado en la **Figura 13** dentro de este piso se encuentran diferentes áreas como salas de lectura, depósitos de libros, oficinas de dirección salas de reuniones para personal administrativo.

En la **Tabla 2** muestra que tipo de luminarias se encuentran instaladas esta se encuentra dividida por áreas según lo detallado en la **Figura 13** dentro de la tabla se encuentra la información de las cantidades y tipo de lámparas instaladas.

### Figura 13

*Distribución Primer Piso*





**Nota:** La presente imagen muestra la distribución del primer piso (Dirección Biblioteca)

**Tabla 2**  
*Tipo de lámparas instaladas Primer piso*

Área	Lámparas fluorescentes 3 unidades	Lámparas fluorescentes 2 unidades	Focos fluorescentes
Hemeroteca	10	*	*
Dirección	5	*	*
Depósito de libros Bloque 1	11	*	*
Depósito de libros Bloque 2	11	*	*

Depósito de libros	9	*	*
Bloque 3			
Sala de lectura	7	*	4
Bloque 1			
Sala de lectura	6	*	2
Bloque 2			
Sala de lectura	9	*	2
Bloque 3			
Sala de lectura	7	*	*
Bloque 4			
Oficina	1	*	*
Pasillo	3	*	*

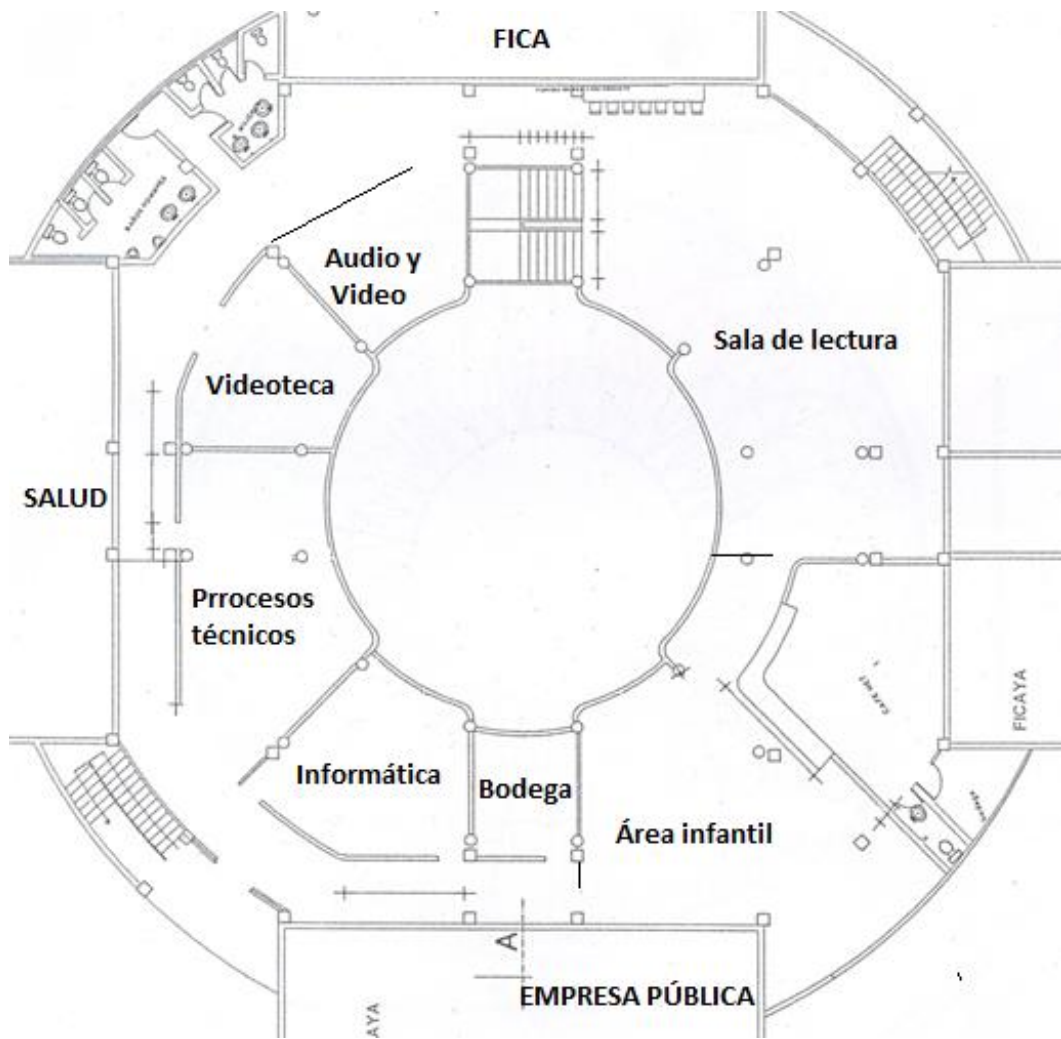
### 2.2.3. Condiciones Segundo piso

El segundo piso se encuentra distribuido acorde a lo detallado en la **Figura 14** dentro de este piso se encuentran diferentes áreas como son sala de lectura, audio y video, videoteca, procesos técnicos, informática, bodega y área infantil.

En la **Tabla 3** muestra que tipo de luminarias se encuentran instaladas esta se encuentra dividida por áreas según lo detallado en la **Figura 14** dentro de la tabla se encuentra la información de las cantidades y tipo de lámparas instaladas

#### **Figura 14**

*Distribución Segundo Piso*



**Nota:** La presente imagen muestra la distribución del segundo piso (Dirección Biblioteca)

**Tabla 3**  
*Tipo de lámparas instaladas Segundo piso*

Área	Lámparas fluorescentes 3 unidades	Lámparas fluorescentes 2 unidades	Focos fluorescentes	Dicroicos
Audio y video	3	*	*	*
Videoteca	3	*	1	*
Procesos Técnicos	6	*	*	*
Informática	3	*	*	*
Bodega		2	*	*
Área Infantil	10	*	*	13
Sala de lectura	15	*	3	*
Pasillo	12	*	*	*
Baños	*	4	*	*

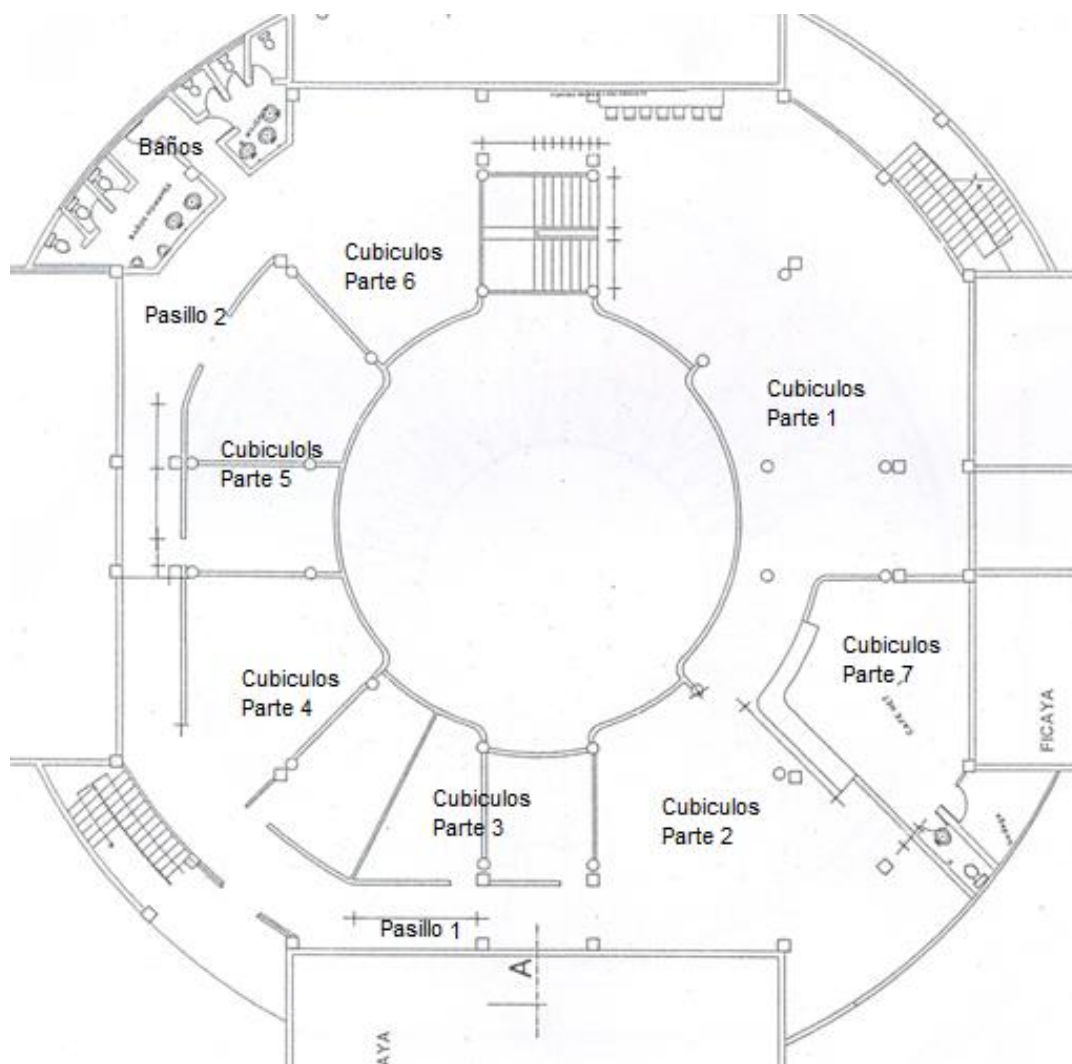
#### 2.2.4. Condiciones Tercer Piso

El tercer piso se encuentra distribuido acorde a lo detallado en la **Figura 15** este piso es utilizado como cubículos para los docentes de la universidad. Dentro de este piso se evidencio que el tipo de alumbrado es general por consecuencia se observó que varios cubículos su iluminación es muy escasa.

En la **Tabla 4** se muestra el tipo de luminarias se encuentran instaladas esta se encuentra dividida por áreas según lo detallado en la **Figura 15** dentro de la tabla se encuentra la información de las cantidades y tipo de lámparas instaladas.

**Figura 15**

*Distribución Tercer Piso*



**Nota:** La presente imagen muestra la distribución del tercer piso (Dirección Biblioteca)

**Tabla 4**  
*Tipo de lámparas instaladas Tercer Piso*

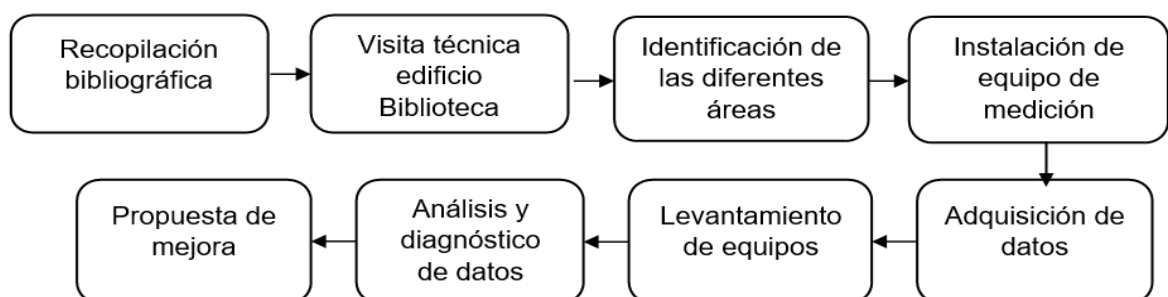
Área	Lámparas fluorescentes 3 unidades	Lámparas fluorescentes 2 unidades
Cubículos Parte 1	13	9
Cubículos Parte 2	12	14
Cubículos Parte 3	5	1
Cubículos Parte 4	*	6
Cubículos Parte 5	*	2
Cubículos Parte 6	*	6
Cubículos Parte 7	*	5
Pasillo 1	*	6
Pasillo 2	*	7
Baños	*	2

### 2.3. Metodología

Para realizar el diagnóstico de las instalaciones se hizo una recopilación de datos y análisis de la información esto se implementó en la metodología mostrada en la **Figura 16** de igual manera los pasos a detalle sobre la medición de la luminosidad en las áreas de la biblioteca.

**Figura 16**

*Flujograma*



### 2.3.1. Pasos

1. Recopilación de información bibliográfica sobre tecnologías de iluminación.
2. Visita técnica al edificio Biblioteca la cual consiste en identificar los circuitos de iluminación que tipo de lámparas están instaladas e identificar las diferentes áreas según los planos.
3. Identificar el punto en el área la cual va a ser medida.
4. Colocar el equipó de medición en el punto requerido verificando que este se encuentre calibrado en la escala requerida este muestreo se realizar en 5 posiciones dentro del área delimitada.
5. Recopilar los datos de las diferentes plantas y secciones.
6. Analizar los diferentes datos recopilados y comparar con la tabla de niveles de iluminación si estos cumplen o no con la tabla de la normativa.
7. Realizar una propuesta de rediseño en las instalaciones de iluminación de la biblioteca con el fin de que esta cumpla con los niveles de iluminación requeridos y asi mejorar el ambiente dentro de la edificación.

### 2.4. Equipo de medición.

El equipo que se utilizo es un luxómetro digital TM-204 de la marca TENMARS, el cual fue suministrado por el técnico docente de la carrera de Electricidad, el cual ha sido diseñado con el fin de medir la cantidad de luminosidad de un área.

**Figura 17**

*Luxómetro TM-204*



**Nota:** En la presente figura se muestra el luxómetro que fue utilizado para tomar las medidas de iluminación este fue proporcionado por el laboratorio de la carrera de electricidad.

### 2.4.1. Características.

Este es un dispositivo compacto que integra controles, visor y sensor en un mismo dispositivo manejable con una sola mano. Modelo con funciones de bloqueo de la muestra, ajuste a cero y bloqueo de valor máximo.

- Compatible con unidades de nivel de iluminación LUX y FC (foot candle o candelas por pie).
- Visor digital de 3,5 para una cómoda y fácil lectura de los valores con un máximo de 2000 unidades.
- Indicador de sobrecarga y batería baja.
- Cumple JISC 1609:1993 y CNS 5119 clase A genérica.
- Respuesta espectral CIE.
- Sensor basado en fotodiodo y filtro.
- Rango de medida: 200, 2000, 20000 o 200000 LUX o bien 20, 200, 2000 o 20000 FC.
- Precisión: +/- 3% (calibrado a una lámpara incandescente estándar de 2856°K) o bien +/- 8% (otro tipo de fuente lumínica visible).
- Ángulo de desviación de características del coseno: 30° a +/- 2%, 60° a +/- 6% y 80° a +/- 25%.
- Funciones: Bloqueo de la muestra, ajuste a cero y bloqueo de valor máximo.
- Tamaño: 172 x 55 x 38 mm.
- Peso con pila de 9V instalada: 250 g.

### 2.5. Niveles de iluminación (NEC-11).

Dentro de la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-11) se encuentran los niveles de iluminación recomendados los cuales serán utilizados para evaluar el sistema de iluminación si este se encuentra dentro de los niveles permitidos estos han sido tomados del anexo 3 y se los ha resumido en base a las áreas que existen mostrados en la **Tabla 5**.

**Tabla 5**  
*Niveles de Iluminación Norma NEC-11*

Tipo de interior o actividad	Em lux	CUD <sub>L</sub>	Ra	Observaciones
Áreas de lectura, mostradores	500	19	80	
Estanterías	200	19	80	
Vestíbulos de entrada	100	22	60	En las entradas y salidas proporcionar una zona de transición
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40	

Escaleras	150	25	40
Áreas de descanso	100	22	80
Cuartos técnicos	200	25	60
Baños	200	25	80
Oficinas o cubículos	500	18	80

**Nota:** Significado de siglas.

**Em lux:** Nivel de iluminación media.

**CUDI:** Capacidad unificada de deslumbramiento.

**Ra:** Rendimiento de color.

## 2.6. Diagnóstico del sistema

En este apartado con los datos recopilados de las diferentes áreas se realizó una comparación con los datos de los niveles recomendados por la **Tabla 5** con los cuales existe un apartado donde se observa si este cumple o no con los niveles según la normativa.

Para obtención del dato del nivel de iluminación medido esta se la realizo tomando diferentes mediciones en puntos y horas a diferentes horas así obtenido un promedio.

### 2.6.1. Diagnostico Planta baja

En la planta baja se encuentran lámparas son de tipo tubo de 3 unidades con rejillas cromáticas y otra parte de luminarias fluorescentes entre ellas lámparas y focos en la **Tabla 6** se puede observar los niveles de iluminación actuales contra los que proporciona la **Tabla 5**.

**Tabla 6**  
*Diagnostico planta baja*

Tipo de interior o actividad planta baja	Em lux (medido)	Em lux (Normativa)	Cumplimiento
Entrada	432	100	SI
Área de no videntes	103	500	NO
Depósito de libros Bloque 1	113	200	NO
Depósito de libros Bloque 2	110	200	NO
Depósito de libros Bloque 3	145	200	NO
Sala de lectura Bloque 1	160	500	NO



Sala de lectura Bloque 2	139	500	NO
Sala de lectura Bloque 3	138	500	NO
Sala de lectura Central	2088	500	NO
Recepción de tesis	72	200	NO
Baños	170	200	NO
Escaleras	88	150	NO
Copiadora	114	300	NO

**Nota:** En la Entrada y Sala de Lectura Central su nivel de iluminación es alto debido a que estas tienen una iluminación natural general por lo que en estos lugares la iluminación de las lámparas durante horas del día debe estar apagadas.

Si bien el nivel de iluminación en la entrada principal sobrepasa la norma esta no presenta molestias en los usuarios debido a que es un nivel dentro de las tolerancias, caso contrario de la sala de lectura central debido a que su nivel de iluminación supera los 2000lux esta cantidad de iluminación puede ser molesta para los usuarios debido a que pueden presentar deslumbramientos que dificulten la visión de aquellos que se encuentren en esta área.

### 2.6.2. Diagnóstico primer piso

En el primer piso se realizó el diagnóstico dentro de 18 áreas diferentes donde se pudo observar que todas las áreas incumplen con el nivel adecuado de iluminación tal como se puede observar en la **Tabla 7**.

**Tabla 7**  
*Diagnóstico primer piso*

Tipo de interior o actividad planta baja	Em lux (medido)	Em lux Normativa	Cumplimiento
Hemeroteca	123	500	NO
Dirección	94	200	NO
Sala de Lectura	219	500	NO
Escaleras	125	150	NO
Depósito de libros Bloque 1	155	200	NO
Depósito de libros Bloque 2	172	200	NO

Depósito de libros	119	200	NO
Bloque 3			
Sala de lectura Bloque 1	399	500	NO
Sala de lectura Bloque 2	424	500	NO
Sala de lectura Bloque 3	327	500	NO
Sala de lectura Bloque 4	377	500	NO
Oficina	173	200	NO
Pasillo	172	100	NO

### 2.6.3. Diagnostico segundo piso

En el segundo piso se realizó la toma de datos en 9 áreas diferentes se puede observar que todas las áreas incumplen principalmente en el área de la videoteca tal y como se observar en la **Tabla 8**.

**Tabla 8**  
*Diagnostico segundo piso*

Tipo de interior o actividad planta baja	Em lux (medido)	Em lux Normativa	Cumplimiento
Audio y video	83	300	NO
Videoteca	94	300	NO
Procesos Técnicos	181	200	NO
Informática	170	200	NO
Bodega	160	300	NO
Área Infantil	448	500	NO
Sala de lectura	114	500	NO
Pasillo	95	100	NO
Baños	121	200	NO

### 2.6.4. Diagnostico tercer piso.

En el tercer piso existe el inconveniente que la división de los cubículos no tiene una iluminación localizada para cada cubículo, esta se encuentra basada en una iluminación general por lo que la iluminación no se encuentra correctamente distribuida esto se puede ver en la **Tabla 9** donde los niveles de iluminación son muy bajos.

**Tabla 9**  
*Diagnostico Tercer piso*

Tipo de interior o actividad planta baja	Em lux (medido)	Em lux Normativa	Cumplimiento
Cubículos Parte 1	170	500	NO
Cubículos Parte 2	137	500	NO
Cubículos Parte 3	262	500	NO
Cubículos Parte 4	191	500	NO
Cubículos Parte 5	147	500	NO
Cubículos Parte 6	181	500	NO
Cubículos Parte 7	183	500	NO
Pasillo 1	72	100	NO
Pasillo 2	75	100	NO
Baños	208	200	SI

**Nota:** Para las mediciones es este piso se los separa por partes según la distribución que existe en el lugar respecto a los cubículos que se encuentra cerca a la ventana central no presentan niveles de bajo gracias a la luz natural que existe a lo contrario en horas de la tarde su nivel baja debajo de la normativa ya que la luz natural es poca y la iluminación artificial es baja.

## 2.7. Conclusiones del diagnóstico.

Para la toma de datos se realizó varias medidas diferentes en el área a diferentes horas del cual se realizó un promedio de la cantidad de luz que existe en el lugar, se determinó que el 95.5% de las áreas no cumplen con el nivel adecuado de tal manera que estos lugares deben ser intervenidos.

De tal manera se pudo detectar que las áreas que se encuentran más cercanas a los ventanales del área central no tienen problemas de iluminación caso contrario las áreas que se encuentran mayormente centradas su nivel de iluminación se encuentra un aproximado del 60% debajo del nivel requerido.

Además de que en varios cubículos la iluminación es compartida y esta no se encuentra distribuida adecuadamente siendo así esta zona donde más problemas de iluminación existen debido a que su iluminación no es localizada esta tiene una iluminación general.

Con respecto a la iluminación de la sala de lectura central y la entrada ambas ubicadas en la planta baja su iluminación en horas del día sobre pasa el nivel por lo que es recomendable que las

luminarias de esta zona sean apagadas durante horas del día el tener una excesiva iluminación puede ser un problema para usuarios o materiales almacenados.

Dentro de los problemas de tener un excesivo nivel de iluminación están la fatiga visual que puede ser causante de dolores de cabeza y afectar la negativamente en la comodidad y la productividad de los usuarios. Además de que los excesivos niveles pueden causar daños a la parte mobiliaria como es el caso de muebles, mesas de trabajo que tienden a su decoloración con el paso del tiempo. Además de que la luz intensa provoca un deslumbramiento, que dificulta la concentración de lectura en una biblioteca.

Las dos zonas anteriores si bien presenta excesivos niveles durante el día, en horas de la noche si existe una baja iluminación como se puede observar en la siguiente **Tabla 10** debido a que la iluminación natural ya es escasa.

**Tabla 10**  
*Nivel de iluminación sala central y entrada horas nocturnas*

<b>Iluminación en sala central y entrada horas nocturnas</b>			
Tipo de interior o actividad planta baja	Em lux (medido)	Em lux	Cumplimiento
Entrada	71	300	NO
Sala de lectura central	79	500	NO

## CAPÍTULO 3

### Propuesta de rediseño en Dialux

#### 3. Introducción

En el presente capítulo se realizó una propuesta de rediseño del sistema de iluminación del edificio de la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte, el cual los resultados se podrán observar el software Dialux estos resultados cumplen con los niveles de iluminación de la **Tabla 5**.

#### 3.1. Dialux

Dialux es un software completo y libre para proyectos de iluminación en espacios interiores y exteriores, desarrollado en 1994 por la compañía alemana DIAL especialista en domótica e iluminación, con laboratorios acreditados conforme a DIN EN ISO/IEC 17025.

Un software hecho por planificadores para planificadores. En Dialux se puede crear muy fácilmente proyectos de iluminación de forma eficaz y profesional, evaluación energética al instante y la calidad de obtener datos actualizados de luminarias de diferentes fabricantes líderes a nivel mundial como PHILIPS, LIGHTING, SYLVANIA, LIGMAN etc.

Este software permite de la manera más simple e intuitiva crear ambientes virtuales con respecto a un proyecto real, el cual consta de muchas herramientas que permiten que el desarrollo del evento cumpla con las normas y estándares conocidos a nivel mundial. Permite tomar como base documentos de CAD exportando un archivo en formato \*.dwg o utilizar modelos 3D.

Con este software se construirá el edificio de la biblioteca el cual podrá ser observado tanto en 2D como en 3D, el cual permite ver el estado del nuevo sistema de iluminación como base del proyecto se utilizó los planos arquitectónicos proporcionados por el departamento de construcciones de la Universidad Técnica del Norte.

#### 3.2. AutoCAD

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora que permite crear y modificar dibujos técnicos en 2D y 3D. AutoCAD se utiliza para diversos fines, como la arquitectura, la ingeniería, el diseño industrial, la cartografía y el modelado 3D. AutoCAD ofrece una interfaz gráfica de usuario (GUI) que facilita el uso de sus herramientas y comandos. Además, AutoCAD permite personalizar sus funciones mediante lenguajes de programación como AutoLISP, Visual Basic y C++. AutoCAD es compatible con varios formatos de archivo, como DWG, DXF, DWF y PDF.

Mediante este software se visualizará los planos de arquitectura del edificio de la biblioteca los cuales fueron proporcionados por el departamento de construcciones de la Universidad Técnica del Norte.

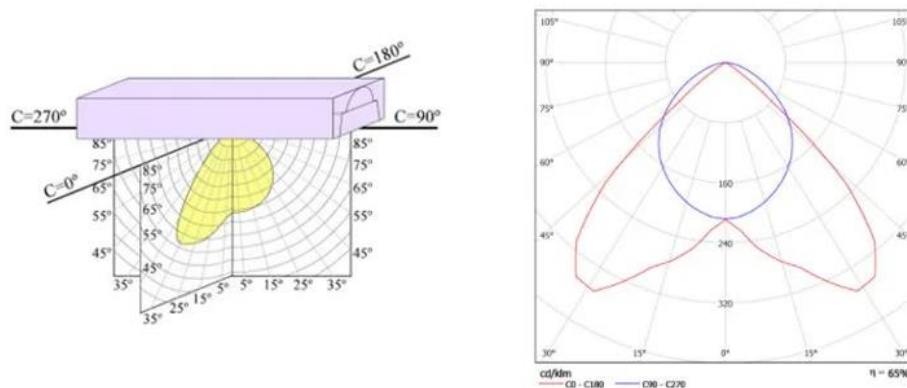
### 3.3. Selección de luminarias

Para la selección de luminarias de esta propuesta se ha tomado en cuenta las dimensiones del cielo falso que se encuentra instalado, de igual todas las luminarias serán de tecnología Led los modelos y potencia variarán según el área a iluminar.

Para el rediseño del sistema de iluminación se ha tomado en cuenta las marcas LIGMAN, 3F Filippi y EMOS, por su gran variedad de productos en el mercado y disponibilidad en la tecnología LED.

Dentro de las diferentes figuras de características de luminarias se encuentran la gráfica de curvas fotométricas que indican la representación gráfica del comportamiento de luz de la luminaria estas son proporcionadas por el fabricante como se observa en la **Figura 18**.

**Figura 18**  
*Curva fotométrica*



**Nota:** La presente figura representa la curva fotométrica de una lámpara fluorescente tomado de (*La utilidad de las curvas fotométricas*, 2017)

En la **Figura 18** se observa dos tipos de gráficos una es la representación tridimensional y la otra una representación en un plano, dentro de la representación del plano se observa dos curvas diferentes una de color rojo y otra de color azul, estas dos curvas representan la dirección e intensidad en la que se distribuye la luz entorno a la fuente luminosa. (*La utilidad de las curvas fotométricas*, 2017)

La curva de color azul representa el largo del eje longitudinal que va desde los 90° hasta los 270° y la curva de color rojo representa el largo del eje transversal que va desde los 0° hasta los 180°. Debido a esto el plano lleva el nombre de C90-C270 y C0-C180 respectivamente. (La utilidad de las curvas fotométricas, 2017)

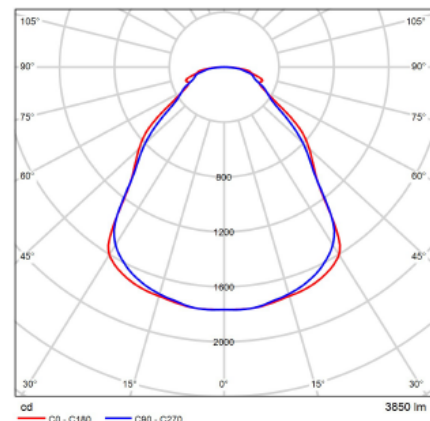
Para las diferentes áreas se ha considera luminarias de diferente potencia según el área de trabajo que se realiza en dicha área, en su mayoría en oficinas salas de lecturas se utiliza las luminarias LIGMAN ARU-80002- 38.0 W **Figura 19** y para zonas donde la exigencia de luminosidad es menor se utiliza luminarias LIGMAN ARU-80001- 28.0 W **Figura 20**, estas luminarias tienen unas dimensiones de 60cmx60cm que son ideales para la instalación en el cielo falso.

**Figura 19**  
LIGMAN ARU-80002- 38.0 W

LIGMAN - Aruba 1 Recessed ceiling luminaires



N° de artículo	ARU-80002-P-9040
P	38.0 W
ΦLuminaria	3850 lm
Rendimiento lumínico	101.3 lm/W
CCT	4032 K
CRI	90



CDL polar

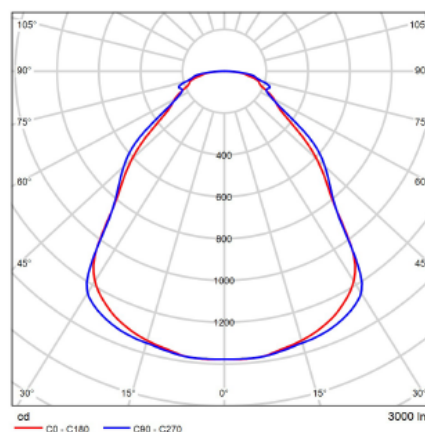
**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (Proyecto Planta Baja)

**Figura 20**  
LIGMAN ARU-80001- 28.0 W

## LIGMAN - Aruba 1 Recessed ceiling luminaires



N° de artículo	ARU-80001-P-9040
P	28.0 W
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	3000 lm
Rendimiento lumínico	107.1 lm/W
CCT	4032 K
CRI	90



CDL polar

**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (Proyecto Planta Baja)

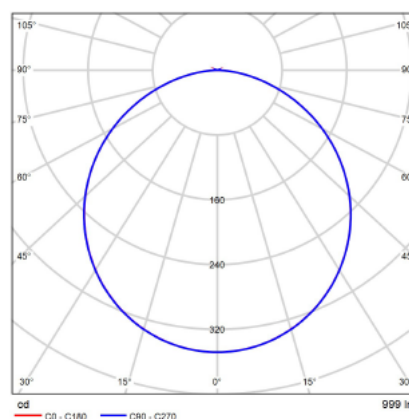
De igual forma para lugares con necesitan de menos iluminación como bodegas o baños se ha seleccionado luminarias como EMOS - LED panel 170mm -12.0 W **Figura 21** y 3F Filippi 37769 - 20.0 W **Figura 22**, debido a que su potencia es menor lo cual es ideal para iluminar este tipo de áreas y para pasillo que necesitan un poco más de iluminación se utiliza luminarias como LIGMAN ARD-80201-O- 14.5 W **Figura 23**.

**Figura 21**  
EMOS - LED panel 170mm -12.0 W

EMOS - LED panel 170mm, round, attached, white, 12W neutral white



N° de artículo	ZM5132
P	12.0 W
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	999 lm
Rendimiento lumínico	83.2 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



CDL polar

**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (Proyecto Planta Baja)

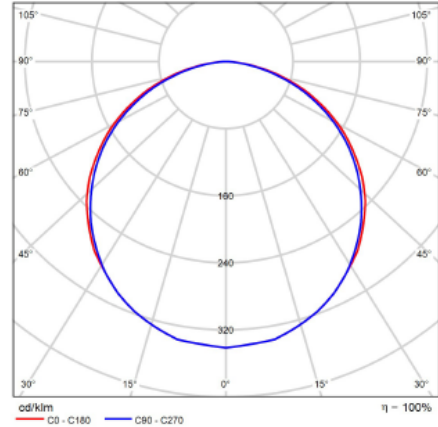


**Figura 22**  
 3F Filippi 37769 - 20.0 W

3F Filippi - Galassia 220 LED 2000 DALI VOP



Nº de artículo	37769
P	20.0 W
Φ <sub>Lámpara</sub>	1434 lm
Φ <sub>Luminaria</sub>	1434 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	71.7 lm/W
CCT	4000 K



CDL polar

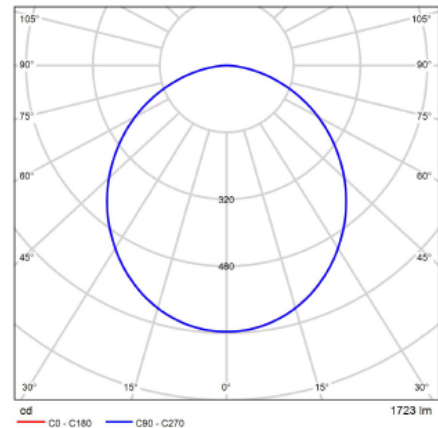
**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (Proyecto Planta Baja)

**Figura 23**  
 LIGMAN ARD-80201-O- 14.5 W

LIGMAN - Arden 3 Surface ceiling luminaires



Nº de artículo	ARD-80201-O-W40
P	14.5 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	1723 lm
Rendimiento lumínico	118.8 lm/W
CCT	4032 K
CRI	80



CDL polar

**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (Proyecto Planta Baja)

Al igual en la sala de lectura central debido a las condiciones de esta área se procedió a seleccionar luminarias colgantes de tal forma que estas puedan estar suspendidas en el área, como lo son LIGMAN GAV-80321-O- W40-122.0 W **Figura 24**.

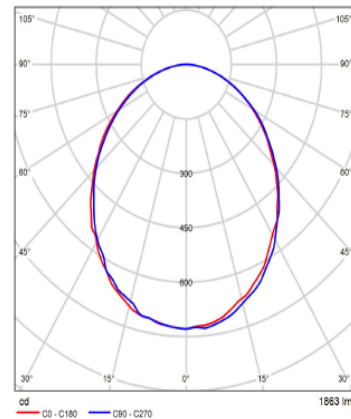
**Figura 24**

LIGMAN GAV-80321-O- W40-122.0 W

LIGMAN - Gavle 2 Recessed ceiling luminaires



Nº de artículo	GAV-80321-O-W40
P	122.0 W
ΦLuminaria	14901 lm
Rendimiento lumínico	122.1 lm/W
CCT	4032 K
CRI	80



CDL polar para Emisiones luminosas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8

**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (*Proyecto Planta Baja*)

En el tercer piso directamente para el sector de los de los cubículos se utilizó luminarias colgantes debido a que las divisiones de 2.10mtrs esto hace que al colocar luminarias directamente al cielo falso provoca la luz incida a la oficina que se encuentra a su lado.

Para ello se ha seleccionado luminarias colgantes como LIGMAN ARD-90011-O-W40 26.7W **Figura 25** para cubículos pequeños y para cubículos más grandes se utilizó LIGMAN ARD-90021-P- W40 40.8 W **Figura 26**.

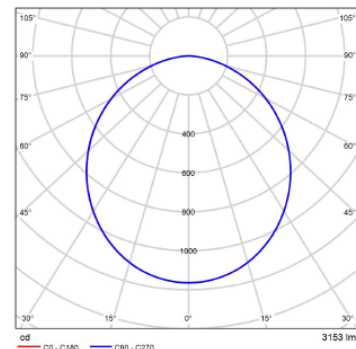
**Figura 25**

LIGMAN ARD-90011-O-W40 26.7 W

LIGMAN - Arden 4 Pendant luminaires



N° de artículo	ARD-90011-O-W40
P	26.7 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	3153 lm
Rendimiento lumínico	118.1 lm/W
CCT	4032 K
CRI	80



CDL polar

**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (Proyecto Planta Baja)

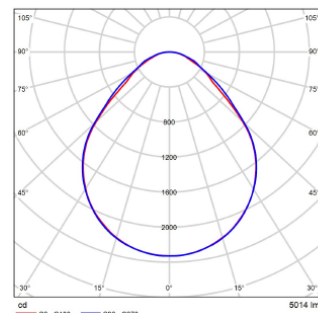
**Figura 26**

LIGMAN ARD-90021-P- W40 40.8 W

LIGMAN - Arden 4 Pendant luminaires



N° de artículo	ARD-90021-P-W40
P	40.8 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	5014 lm
Rendimiento lumínico	122.9 lm/W
CCT	4032 K
CRI	80



CDL polar

**Nota:** La presente figura muestra la ficha técnica de la luminaria esta ha sido obtenida de la memoria técnica (Proyecto Planta Baja)

**3.4. Modelación del edificio Biblioteca en Dialux.**

Para la modelación del edificio de la biblioteca se realizó varias etapas en las cuales como primera etapa está en la importación de planos en formato .dwg proporcionados por el departamento de construcciones de la Universidad Técnica del Norte.

Como segunda etapa se realizó la construcción del edificio con la distribución de áreas y locales la cual se tomó como base los planos de distribución proporcionados por el departamento de dirección a cargo de la biblioteca.

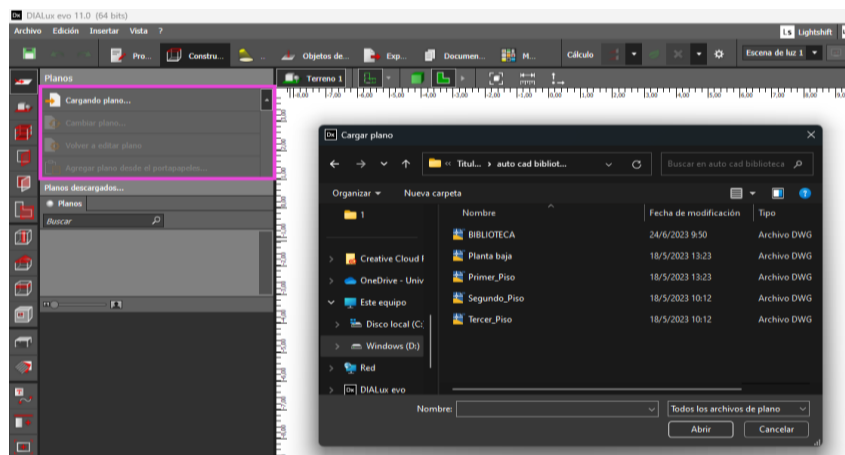
Como tercera etapa se procedió a colocar la parte de mueblería y cielos falsos, como cuarta etapa se procedió a colocar las luminarias que fueron seleccionadas previamente.

En la etapa final se realizó el análisis de los resultados adquiridos por el software Dialux los cuales serán comparados con la tabla de luminosidad de la norma NEC-11.

### 3.4.1. Importación de planos

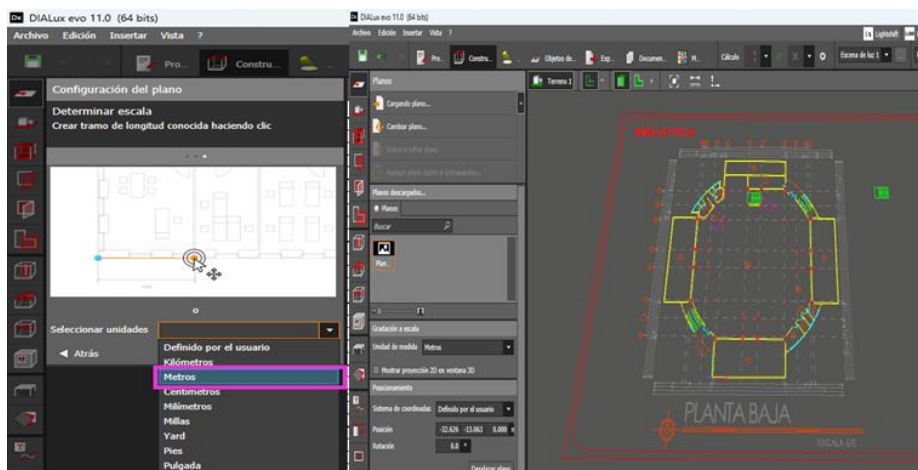
Para la importación de los planos en Dialux en la barra de herramientas lateral izquierda donde se da clic en el primer botón planos se abrirá una ventana de archivos en donde se selecciona el archivo de AutoCAD de los planos tal como se observa en la **Figura 27**.

**Figura 27**  
*Importación de planos*



Una vez seleccionado el archivo en Dialux se configura la unidad de medida sobre la cual se va a trabajar, este proyecto se lo realizo en metros así automáticamente Dialux muestra los planos en su ventana principal como se observa en la **Figura 28**.

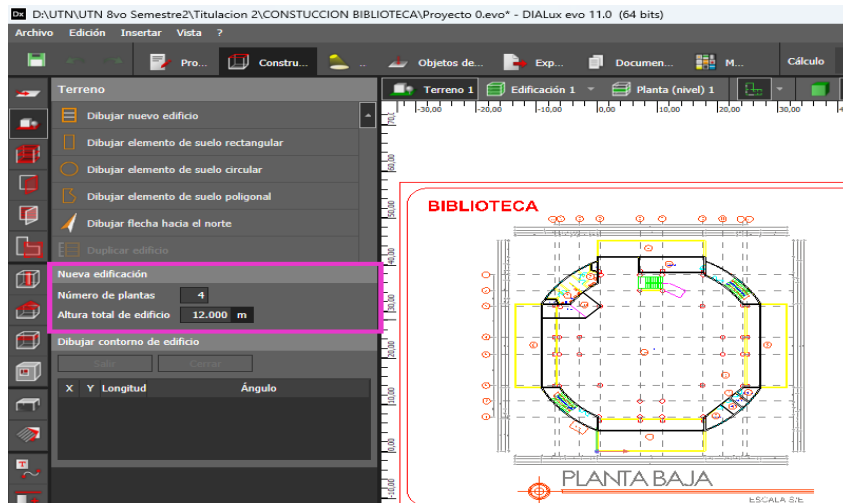
**Figura 28**  
*Configuración unidad de medida*



### 3.4.2. Construcción de edificación distribución áreas y locales

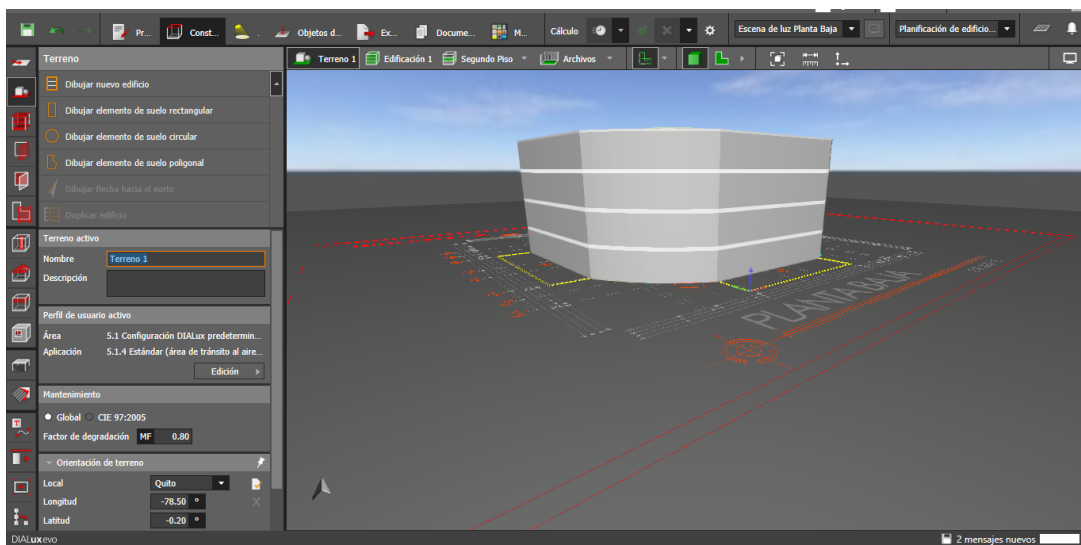
Para la construcción de la edificación se en la barra de herramientas izquierda se encuentra la pestaña de terreno y se utilizara el botón de “Dibujar nuevo edificio” donde sé que colocan los parámetros del número de plantas que corresponde al igual que su altura tal y como se observa en la **Figura 29**.

**Figura 29**  
*Configuración de número de plantas y alturas.*



Ya seleccionado los parámetros se procede a dibujar el perímetro de la edificación usando como guía el plano que se tiene como base el cual se lo realiza a detalle y al finalizar el dibujo se podrá observar en la vista 3D de como quedo la edificación el resultado se lo puede observar en la **Figura 30**.

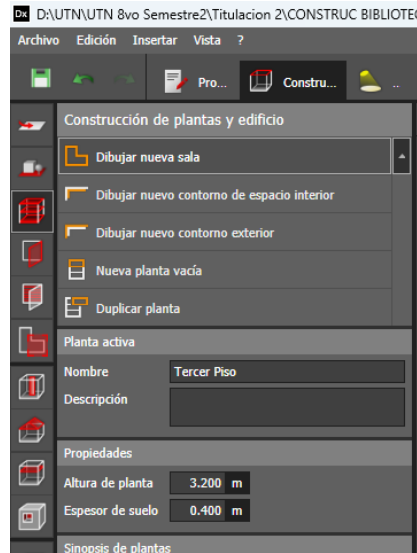
**Figura 30**  
*Vista 3D Edificación*



Con la edificación ya realizada se procederá a la distribución de áreas y locales para esto en la barra de tareas izquierda en el tercer botón “Construcción de plantas y edificio” en la opción dibujar nueva sala tal como se puede observar en la **Figura 31**.

**Figura 31**

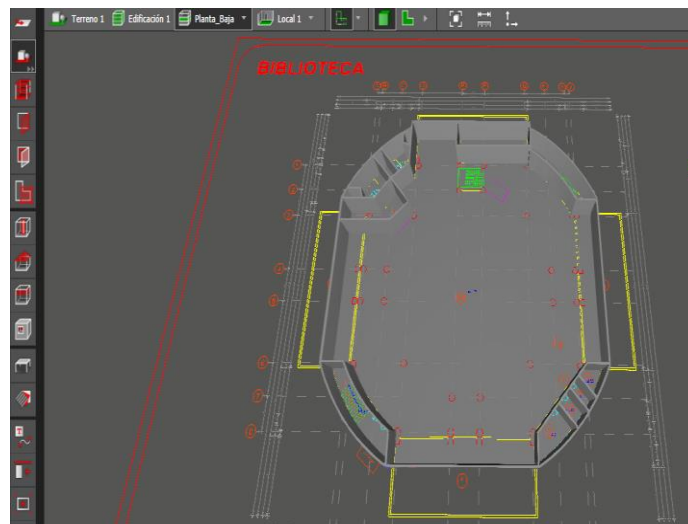
*Opción para creación de nuevos locales*



De tal forma se dibujara las áreas interiores al igual es necesario guiarse del plano base con el cual se identifica cada área, una vez terminado de dibujar cada área tendrá un nombre, el cual se identifica en los planos de distribución esto se debe realizar en cada planta individual debido a que en las diferentes plantas su distribución es diferente, esto se puede observar en la **Figura 32**, en la vista 3D se tendrá una mejor vista de cómo la edificación está distribuido sus áreas y locales.

**Figura 32**

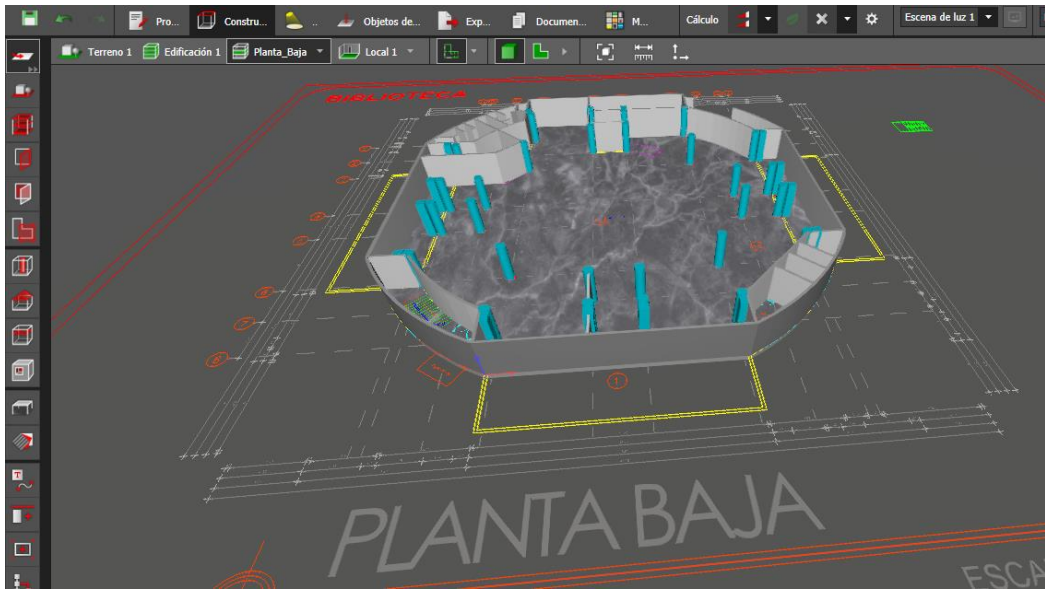
*Vista 3D Edificación - Planta baja*



Una vez ya trazado la edificación se procede a colocar las columnas del sitio estas al igual para su ubicación se encuentran en el plano base, en el apartado de texturas se puede darle color tanto a paredes pisos columnas ya insertado estos parámetros la edificación va asimilando la realidad tal como se observa en la **Figura 33**.

**Figura 33**

Vista 3D Planta baja colocación de columnas

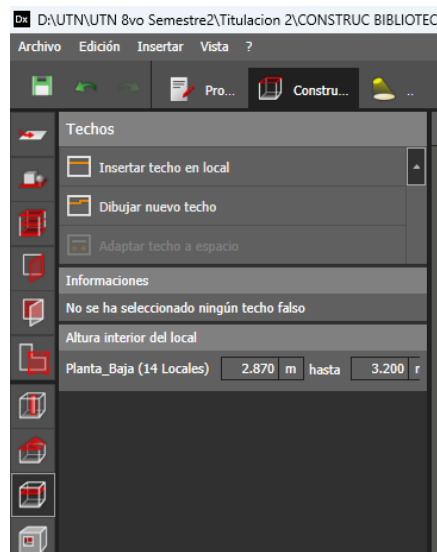


### 3.4.3. Colocación de cielos falsos y mueblería

Para la colocación de los cielos falsos se utiliza la herramienta “Techos” esta se la puede encontrar en la barra de herramientas izquierda precisamente el noveno botón dentro de esta herramienta se encuentra la opción de Insertar techo local como se observa en la **Figura 34**.

**Figura 34**

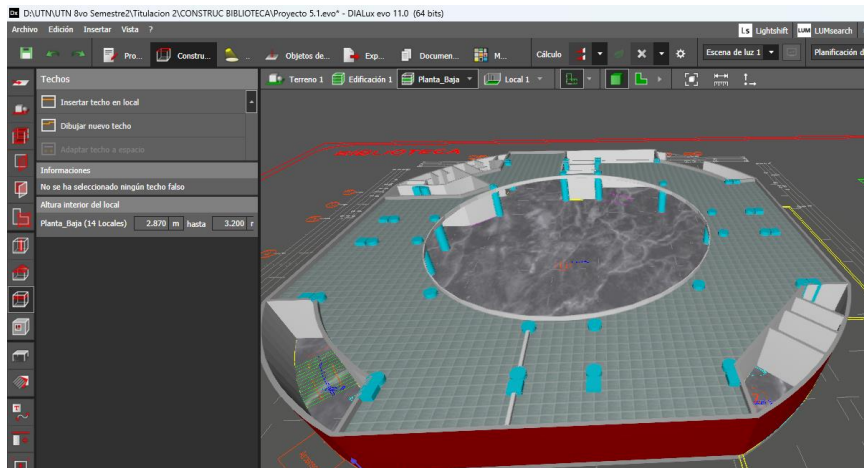
*Opción de insertar techos locales*





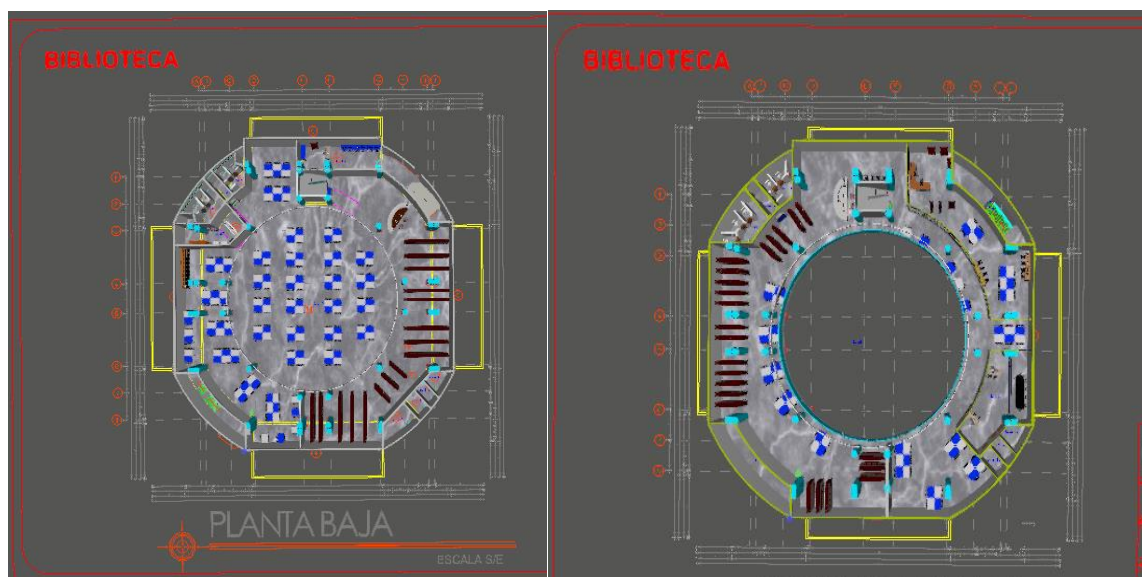
Con la opción de insertar techo local ya seleccionada Dialux muestra los locales ya antes creados, lo cual solo será necesario un clic y este se colocará automáticamente, antes de este proceso se es necesario colocar la información a que altura se colocara este como se puede observar en la **Figura 35**, este proceso se lo debe realizar en todos los locales y plantas de manera individual.

**Figura 35**  
*Vista 3D Colocación cielo falso*

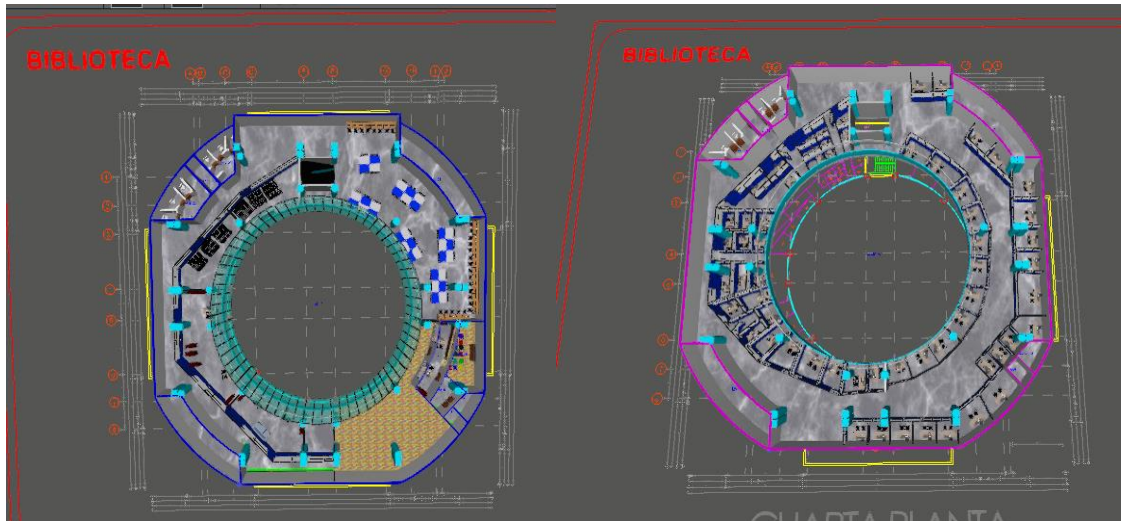


Para la colocación de la mueblería Dialux presenta una herramienta de objetos en donde existen todo tipo de muebles de tal manera que se puede seleccionar los deseados he insertarlos en el plano de trabajo, una vez terminado de insertar la mueblería en la edificación se puede ver en la vista 3D tal como se observa en la **Figura 36**.

**Figura 36**  
*Vista 3D de Cuatro plantas mueblería finalizada*





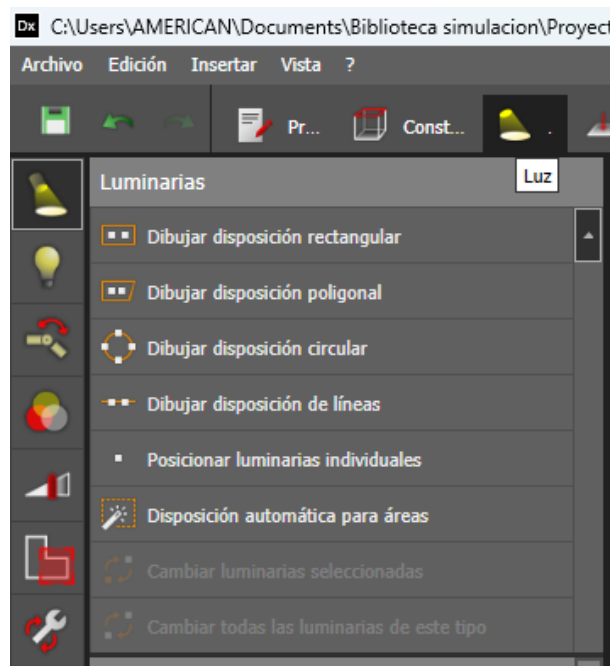


#### 3.4.4. Colocación de luminarias

Para la colocación de luminarias en Dialux primeramente se debe configurar cada área para esto se debe ingresar en el apartado de luminarias que se encuentra en la parte superior en el botón luz esta se puede observar en la **Figura 37**.

Cabe recalcar que para este sistema de iluminación será diseñado con un método de alumbrado general debido a que la edificación se puede ver afectada con cambios ya sea con retiros o adiciones de nuevas áreas por lo cual en caso de ser una iluminación localizada esta ya no cumpliría su función.

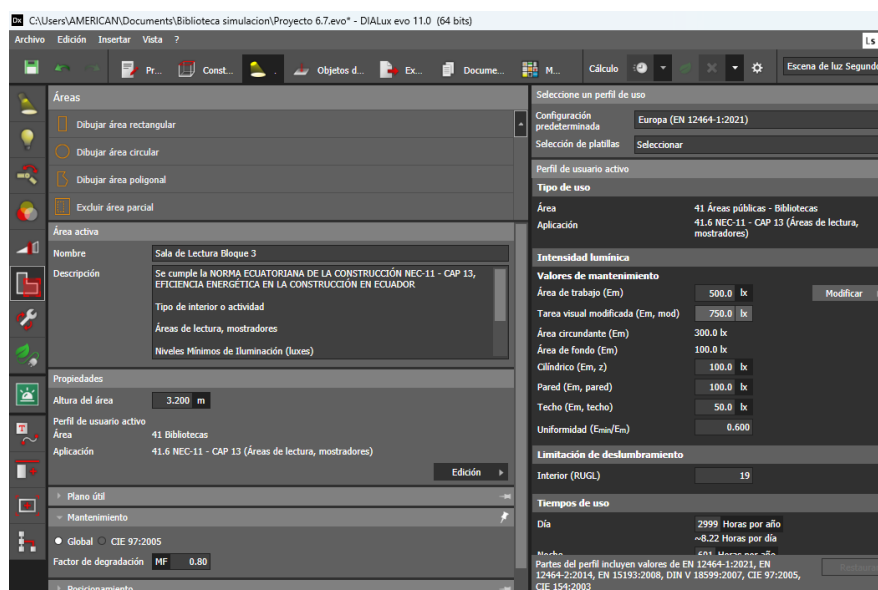
**Figura 37**  
*Barra de herramientas luz*



Para configurar el área en el sexto botón “Áreas” de la barra de herramientas izquierda y se seleccionara el área individual, en el menú desplegado del apartado de área activa se coloca el nombre del área correspondiente, seguido en la descripción se colocará el nombre de la norma que se ejecutara, el tipo de actividad que se realiza en dicha zona y los niveles de iluminación de correspondientes a la tabla de la norma utilizada tal como se lo puede observar en la **Figura 38**.

En la parte de propiedades se ingresa en la parte de edición en donde se configura los parámetros como lo son el nivel de luxes para esa área, el nivel de uniformidad, el valor de deslumbramiento máximo y el rendimiento del color estos valores serán configurados con los valores de cada tabla este proceso se debe realizar individualmente con cada área debido a que los niveles cambian según el tipo de actividad que se realiza esto se lo puede ver en la **Figura 38**.

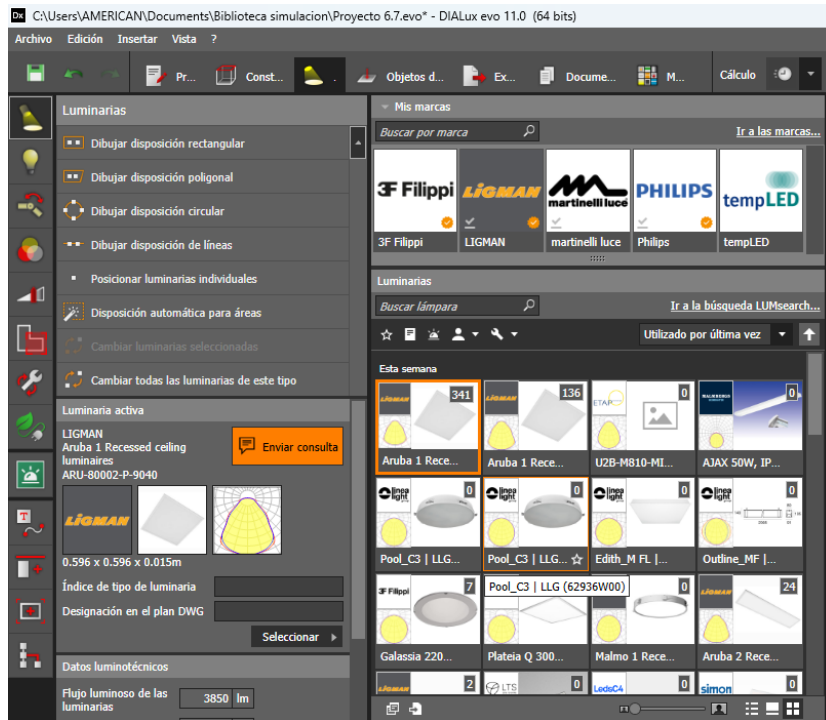
**Figura 38**  
*Configuración de valores de luminosidad*



Para la colocación de las luminarias se ingresa en el primer botón “Luminarias” de la barra de herramientas del lado izquierdo, en el apartado de “luminaria activa” se selecciona la luminaria que se utilizara en esa área como se observa en la **Figura 39**.

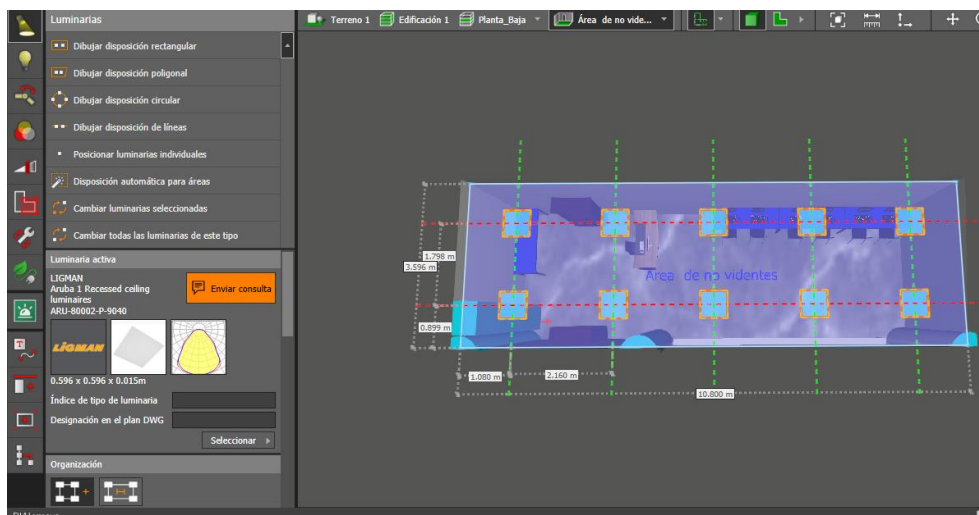
Una vez seleccionado la luminaria Dialux cuenta con una herramienta llamada “disposición automática de áreas” esta permitirá colocar las luminarias de manera automática

**Figura 39**  
Selección de luminaria



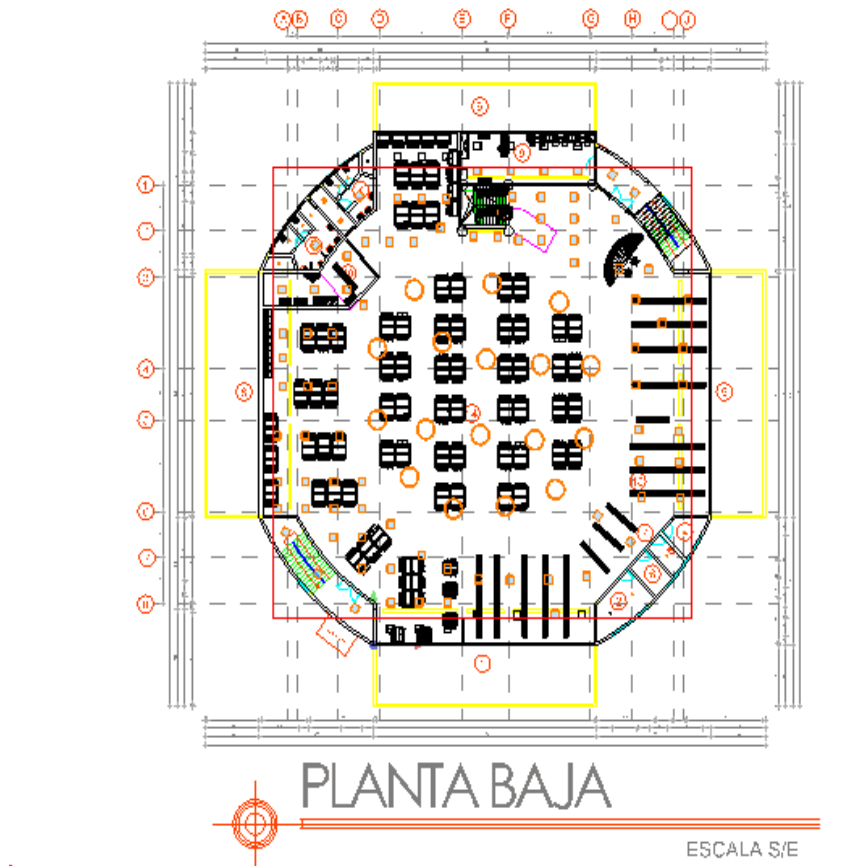
Dialux conociendo los niveles de iluminación configurados para esa área, calcula la cantidad y ubicación para cumplir con esos parámetros tal como se observa en la **Figura 40** este proceso se debe realizar en todas las áreas de manera individual.

**Figura 40**  
Colocación de luminarias



Una vez culminado de colocar todas las luminarias en todas las áreas y locales en la vista 2D del plano de trabajo se puede observar la distribución de las luminarias en toda el área de trabajo tal como se observa en la **Figura 41**.

**Figura 41**  
Vista 3D luminarias colocadas



### 3.5. Cálculo y Análisis de Resultados

En esta sección se procederá a usar la herramienta de cálculo donde se podrá hacer visible los niveles de iluminación y se podrá observar una simulación de como los locas y áreas se verán iluminadas con la instalación de luminarias seleccionadas.

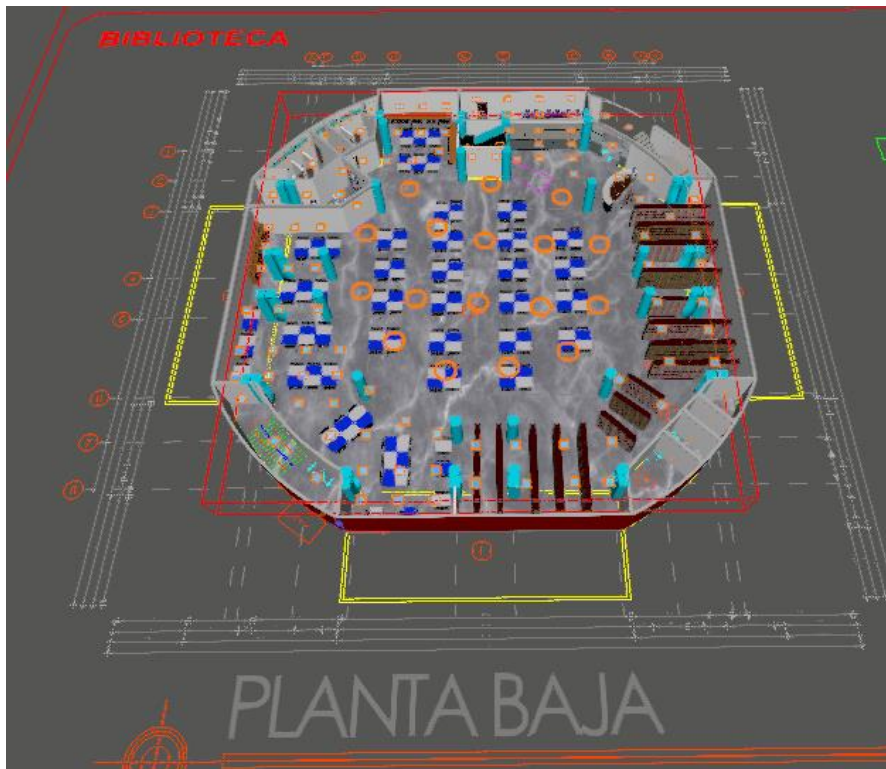
Debido a la gran cantidad de áreas se presentará un análisis por planta para su respectiva observación de igual manera las memorias técnicas se encuentran divididas por plantas.

#### 3.5.1. Planta baja análisis de resultados

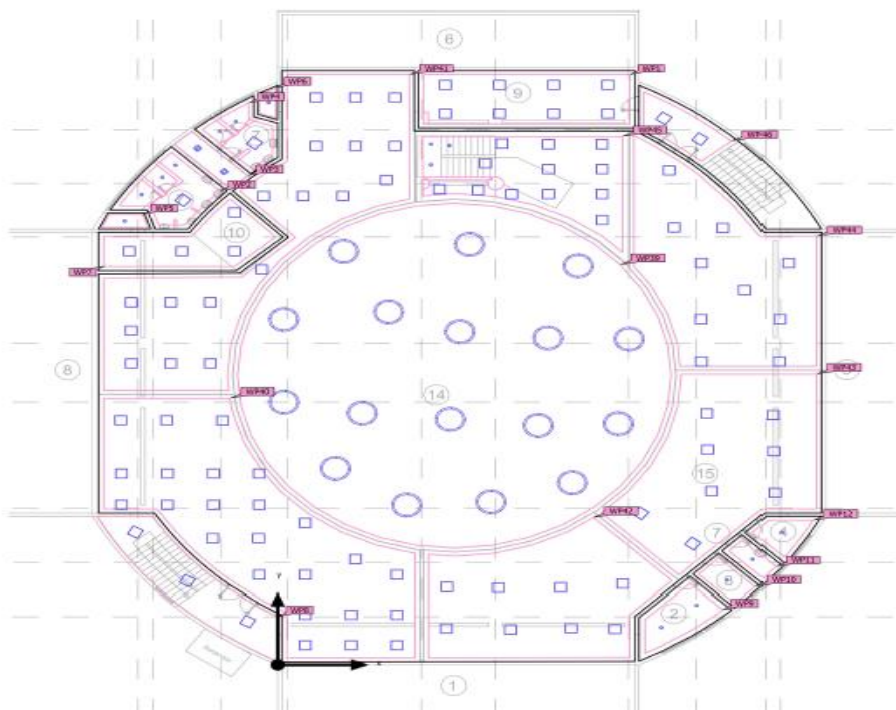
En la planta baja se encuentran 20 objetos de cálculo los cuales vienen a ser la cada área o local de la distribución del piso tal como se observa en la **Figura 42**.

Para el análisis de la planta baja se utiliza la herramienta de cálculo de Dialux donde se puede ver los niveles de iluminación que se han obtenido en la **Figura 42** se observa cómo está la distribución de las luminarias en una vista 3D.

**Figura 42**  
Vista 3D Planta baja luminarias y Objetos de cálculo



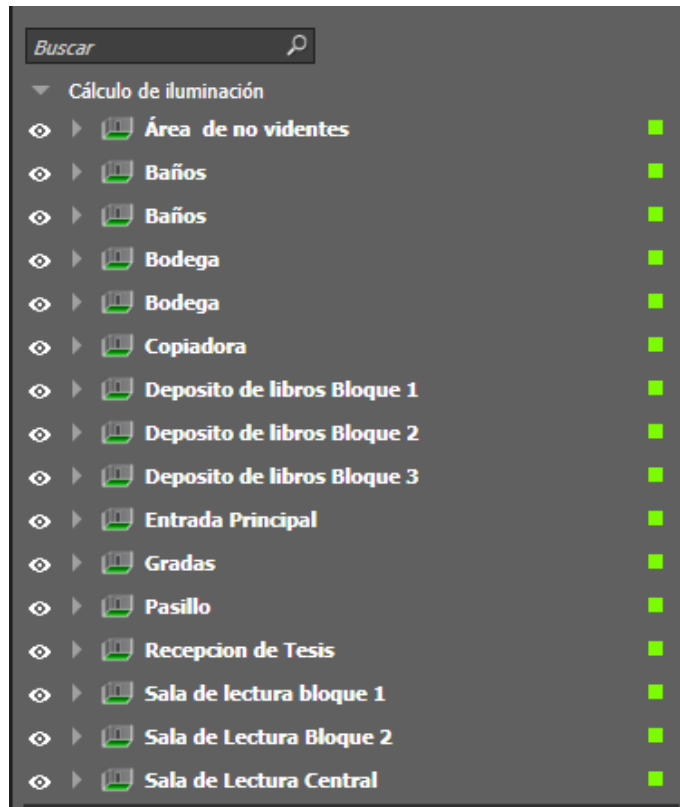
Edificación 1 · Planta\_Baja (Escena de luz Planta Baja)  
**Objetos de cálculo**



Con el cálculo ya obtenido Dialux presenta un sumario de resultados el cual aparece automáticamente al lado derecho de la pantalla como se observa en la **Figura 43**.

### Figura 43

Sumario de resultados planta baja



Cálculo de iluminación	
Área de no videntes	■
Baños	■
Baños	■
Bodega	■
Bodega	■
Copiadora	■
Deposito de libros Bloque 1	■
Deposito de libros Bloque 2	■
Deposito de libros Bloque 3	■
Entrada Principal	■
Gradas	■
Pasillo	■
Recepcion de Tesis	■
Sala de lectura bloque 1	■
Sala de Lectura Bloque 2	■
Sala de Lectura Central	■

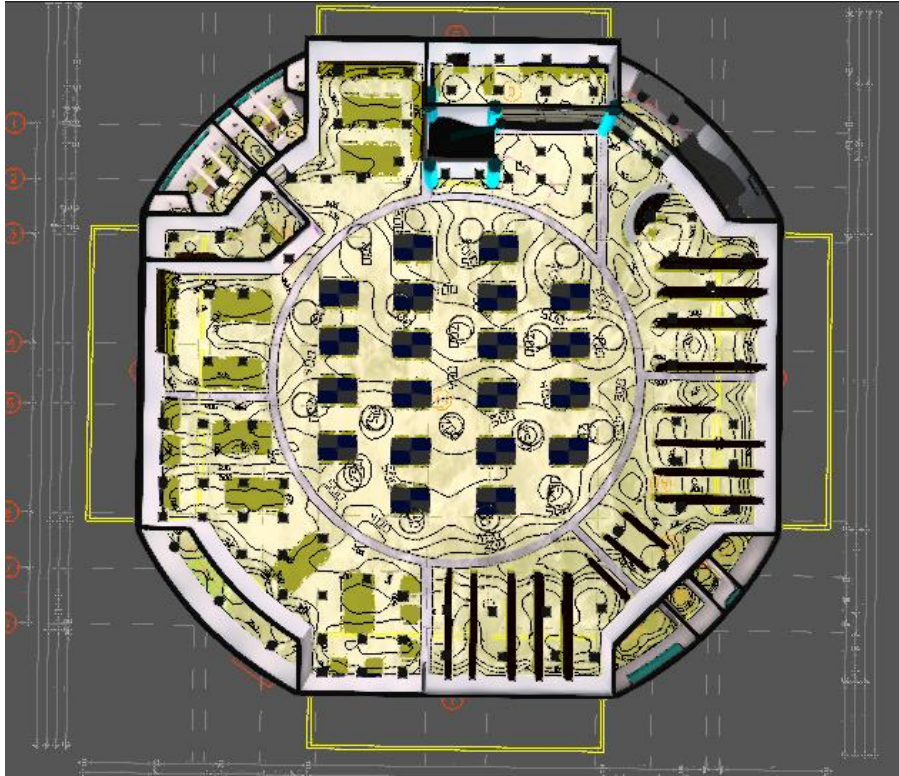
En el sumario de resultados se observa al lado derecho una señal de color verde esta señal da a entender que el local sobre el cual se ha realizado el cálculo cumple con los niveles que iluminación, los cuales se han configurado previamente si bien Dialux coloca las luminarias automáticamente al momento de realizar el cálculo los niveles no siempre son los correctos por los cual es necesario ver el sumario de resultados y observar en donde no se cumple con los niveles propuestos.

Para ciertos incumplimientos de niveles es importante analizar cuáles son los parámetros que no cumplen , una vez detectado una herramienta muy útil que se puede utilizar es la de colores falsos, en donde se puede observar los niveles de iluminación según el color o también se puede habilitar la opción de mostrar resultado de gráficos, en donde se observa las isolíneas en nuestro plano de trabajo, las isolíneas se puede apreciar en una vista 2D como se observa en la **Figura 45**, de igual manera también en una vista 3D se puede mover a través del local tal como en la **Figura 44**, en cambio los colores falsos solo se pueden observar en una vista 3D tal como en la

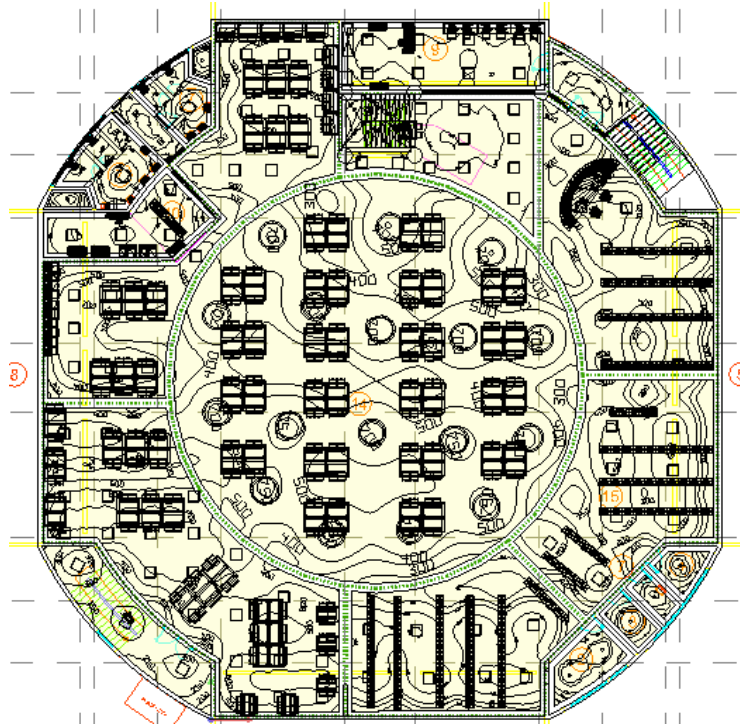
**Figura 46 .**



**Figura 44**  
*Vista 3D curvas isolíneas planta baja*

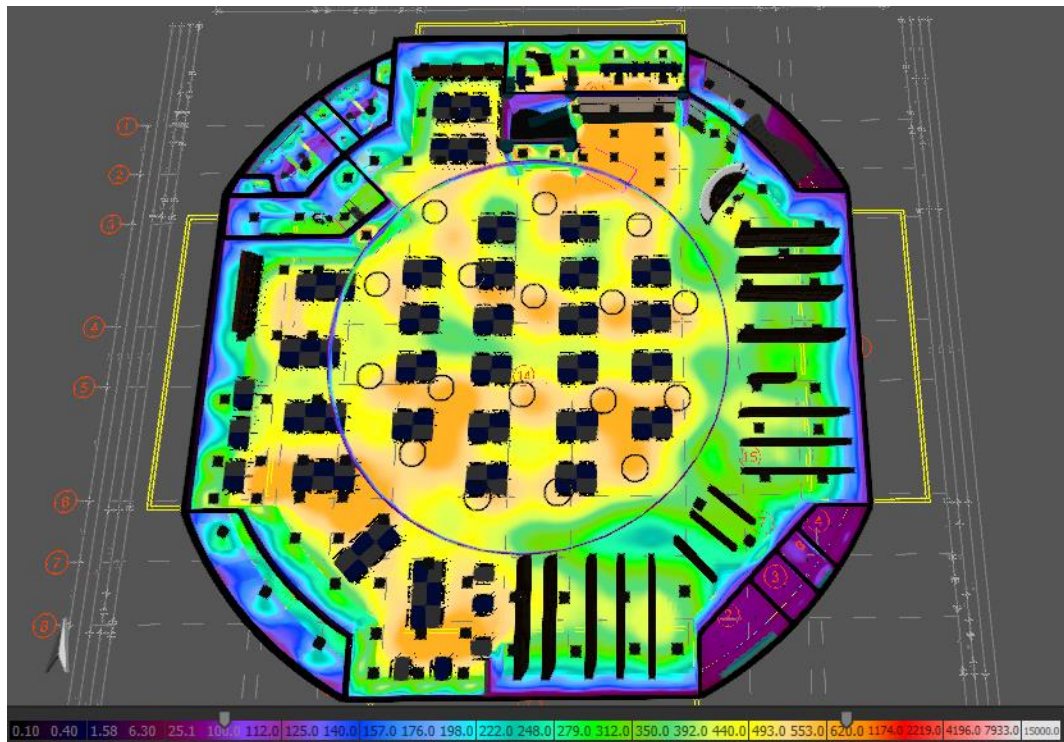


**Figura 45**  
*Vista 2D curvas isolíneas planta baja*



**Figura 46**

Vista 3D colores falsos planta baja



### 3.5.1.1. Resultado de objetos de cálculo

Después de haber realizado el cálculo se puede encontrar los resultados del proyecto *Tabla 11* en donde se observa los resultados individuales de cada escena de luz esta tabla de resultados ayuda a



identificar los niveles obtenidos y si estos cumplen o no con lo requerido, además es posible identificar un símbolo de un visto en color verde que indica que el área cumple con las norma establecida en caso de que no se cumpla con los parámetros el símbolo se presenta una X de color rojo.

**Tabla 11**  
*Resultados Planta Baja*

<b>Edificación 1 · Planta Baja (Escena de luz Planta Baja)</b>						
<b>Objetos de cálculo</b>						
Propiedades	Ē (Nominal)	Emín	Emáx	g1(Nominal)	g2	Índice
Plano útil (Área de no videntes) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	612 lx (≥ 500 lx) ✓	305 lx	718 lx	0.50 (≥ 0.40) ✓	0.42	WP1
Plano útil (Baños) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	292 lx (≥ 200 lx) ✓	159 lx	482 lx	0.54 (≥ 0.40) ✓	0.33	WP2
Plano útil (Pasillo) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000m	231 lx (≥ 100 lx) ✓	175 lx	259 lx	0.76 (≥ 0.40) ✓	0.68	WP3
Plano útil (Bodega) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.100 m	208 lx (≥ 100 lx) ✓	179 lx	225 lx	0.86 (≥ 0.40) ✓	0.80	WP5
Plano útil (Copiadora) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	377 lx (≥ 300 lx) ✓	184 lx	480 lx	0.49 (≥ 0.40) ✓	0.38	WP7
Plano útil (Sala de Lectura Central) Altura: 0.700 m, Zona marginal: 0.250 m	513 lx (≥ 500 lx) ✓	260 lx	784 lx	0.51 (≥ 0.40) ✓	0.33	WP39
Plano útil (Deposito libros Bloque 1) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	379 lx (≥ 200 lx) ✓	163 lx	554 lx	0.43 (≥ 0.40) ✓	0.29	WP44
Plano útil (Recepción de Tesis) Altura: 0.250 m, Zona marginal: 0.350 m	621 lx (≥ 500 lx) ✓	297 lx	773 lx	0.48 (≥ 0.40) ✓	0.38	WP45
Plano útil (Entrada Principal) Altura: 0.00 m, Zona marginal: 0.250 m	260 lx (≥ 100 lx) ✓	162 lx	353 lx	0.62 (≥ 0.40) ✓	0.46	WP46

**Nota:** Esta es una tabla resumida la tabla completa se la puede ver anexos en la memoria técnica (*Proyecto Planta Baja pag.40-41*).

### 3.5.1.2. Listado de luminarias

En la propuesta de rediseño en el documento de memoria técnica se encuentra el listado de luminarias que serán necesarias para ejecutar el proyecto en la **Tabla 12** se puede encontrar información como el número de luminarias que se van a utilizar, Fabricante, el nombre del artículo además de características como la potencia, rendimiento lumínico y la cantidad de lúmenes que esta produce.

**Tabla 12**  
*Lista de Luminarias Planta Baja*

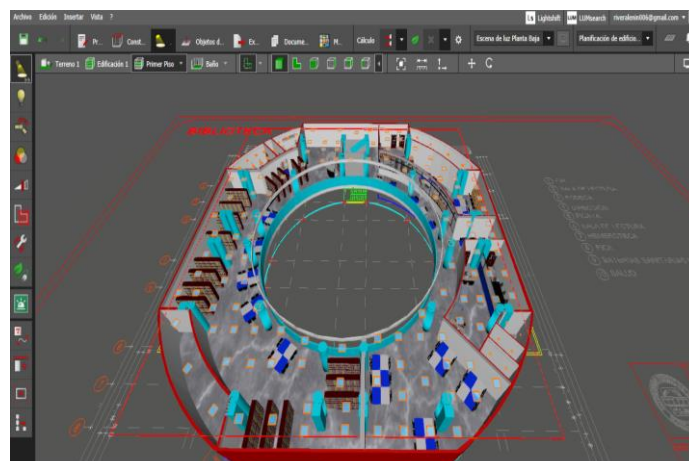
<b>Lista de Luminarias Planta Baja</b>						
<b>Unidades</b>	<b>Fabricante</b>	<b>N° de artículo</b>	<b>Nombre del artículo</b>	<b>P</b>	<b>Φ</b>	<b>Rendimiento lumínico</b>
15	EMOS	ZM5132	LED panel 170mm, round, attached, white, 12W	12.0 W	999 lm	83.2 lm/W
2	LIGMAN	ARD-80201-OW40	Arden 3 Surface ceiling luminaires	14.5 W	1723 lm	118.8 lm/W
7	LIGMAN	ARU-80001P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	28.0 W	3000 lm	107.1 lm/W
92	LIGMAN	ARU-80002P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	38.0 W	3850 lm	101.3 lm/W
17	LIGMAN	GAV-80321-OW40	Gavle 2 Recessed ceiling luminaires	122.0 W	14901 lm	122.1 lm/W

**Nota:** Lista de luminarias tomada de (**Proyecto Planta Baja pag 38**).

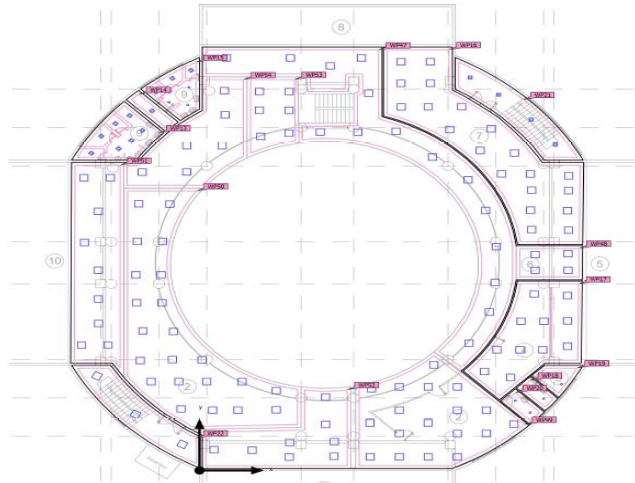
### 3.5.2. Primer piso análisis de resultados

Dentro del primer piso se encuentran 42 áreas diferentes de tal manera una vez colocadas las luminarias en el sitio como se observa en la **Figura 47** , se procede a correr la simulación de igual forma solo con dar clic en el botón calcular.

**Figura 47**  
*Vista 3D Luminarias primer piso y objetos de cálculo*



#### Objetos de cálculo



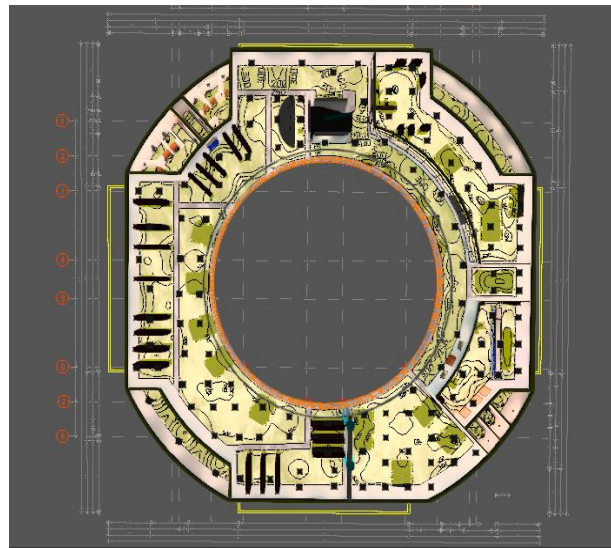
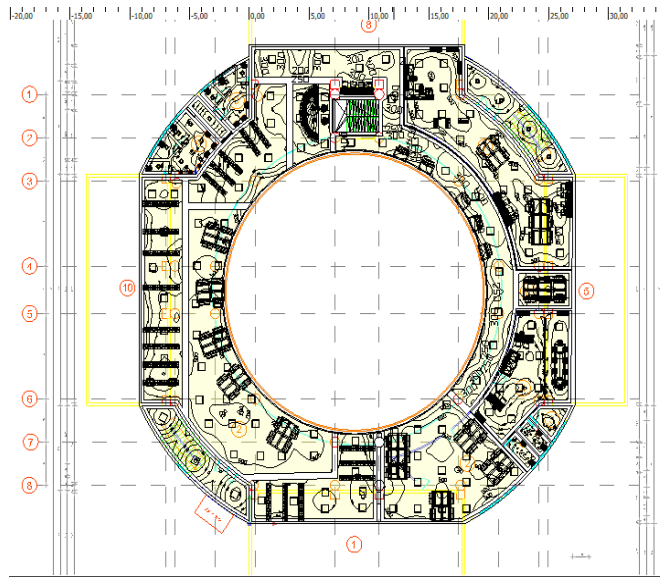
De igual manera Dialux presenta un sumario de resultados donde se puede evidenciar si el área o local cumple con los niveles configurados este se puede observar en la **Figura 48**, de igual forma Dialux indica con un cuadro verde si este cumple con el nivel configurado de no ser así el cuadro seria de color rojo.

**Figura 48**  
*Sumario de resultados primer piso*



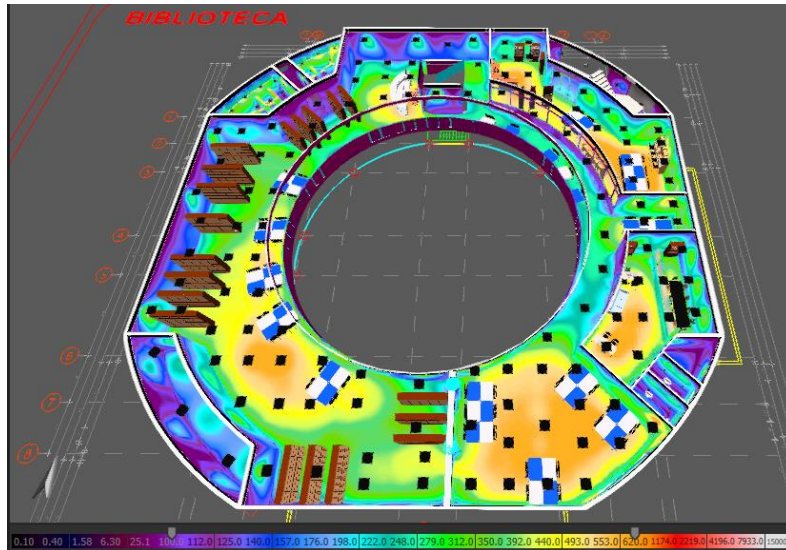
Así mismo Dialux permite observar las isolíneas de plano de trabajo como se observa en la **Figura 49**, estas se las puede apreciar tanto en vista 2D y 3D por lo cual es importante interpretar estas isolíneas ya que en caso de cualquier error se puede identificar el lugar donde la iluminación no es la correcta.

**Figura 49**  
*Isolíneas primer piso vista 2D y3D*



De igual manera se puede observar el sitio de trabajo con la vista 3D de colores falsos en el cual se observa la calidad de luz que se tiene en el ambiente del primer piso como se observa en la **Figura 50** en el cual los colores más claros son los que tienen mayor cantidad de luz y los colores oscuros son los que tienen menor cantidad de luz.

**Figura 50**  
*Colores falsos vista 3D primer piso*



### 3.5.2.1. Análisis de resultados primer piso

Una vez ya realizado el cálculo del primer piso Dialux proporciona la memoria técnica. La

**Tabla 13** presenta los niveles de iluminación individuales de cada área y local que se encuentra en el primer piso en donde se puede comprobar que los niveles de iluminación si cumplen con lo establecido.

**Tabla 13**  
*Resultados primer piso*

#### Edificación 1 · Primer Piso (Escena de luz Primer piso)

#### Objetos de cálculo

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$ (Nominal)	$g_2$	Índice
Plano útil (Baños H) Altura: 0.500 m, Zona marginal: 0.250 m	321 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	133 lx	423 lx	0.41 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.31	WP13
Plano útil (Pasillo) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	171 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	108 lx	225 lx	0.63 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.48	WP14
Plano útil (Hemeroteca) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	617 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	336 lx	848 lx	0.54 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.40	WP16
Plano útil (Dirección) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	579 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	306 lx	779 lx	0.53 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.39	WP17

Plano útil (Sala de Lectura Bloque 1) (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	608 lx (≥ 500 lx) ✓	434 lx	709 lx	0.71(≥0.60) ✓	0.61	WP48
Plano útil (Deposito de Libros Bloque 1) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	398 lx (≥ 200 lx) ✓	190 lx	604 lx	0.48(≥0.40) ✓	0.31	WP52

**Nota:** Esta es una tabla resumida la tabla completa se la puede ver anexos en la memoria técnica (*Proyecto primer piso pag.39-40*).

### 3.5.2.2. Lista de luminarias primer piso

En la **Tabla 14** se encuentran el número de luminarias que son necesarias en el primer piso en esta tabla se observa el modelo y marca que son utilizadas además de las características individuales de cada una.

**Tabla 14**

*Lista de luminarias primer piso*

Edificación 1 · Primer Piso						
Lista de luminarias						
Uni	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
9	EMOS	ZM5132	LED panel 170mm, round, attached, white, 12W neutral white	12.0 W	999 lm	83.2 lm/W
15	LIGMAN	ARD-80201-OW40	Arden 3 Surface ceiling luminaires	14.5 W	1723 lm	118.8 lm/W
45	LIGMAN	ARU-80001P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	28.0W	3000 lm	107.1 lm/W
77	LIGMAN	ARU-80002P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	38.0 W	3850lm	101.3 lm/W

**Nota:** Lista de luminarias tomada de (*Proyecto primer piso pág. 37*)

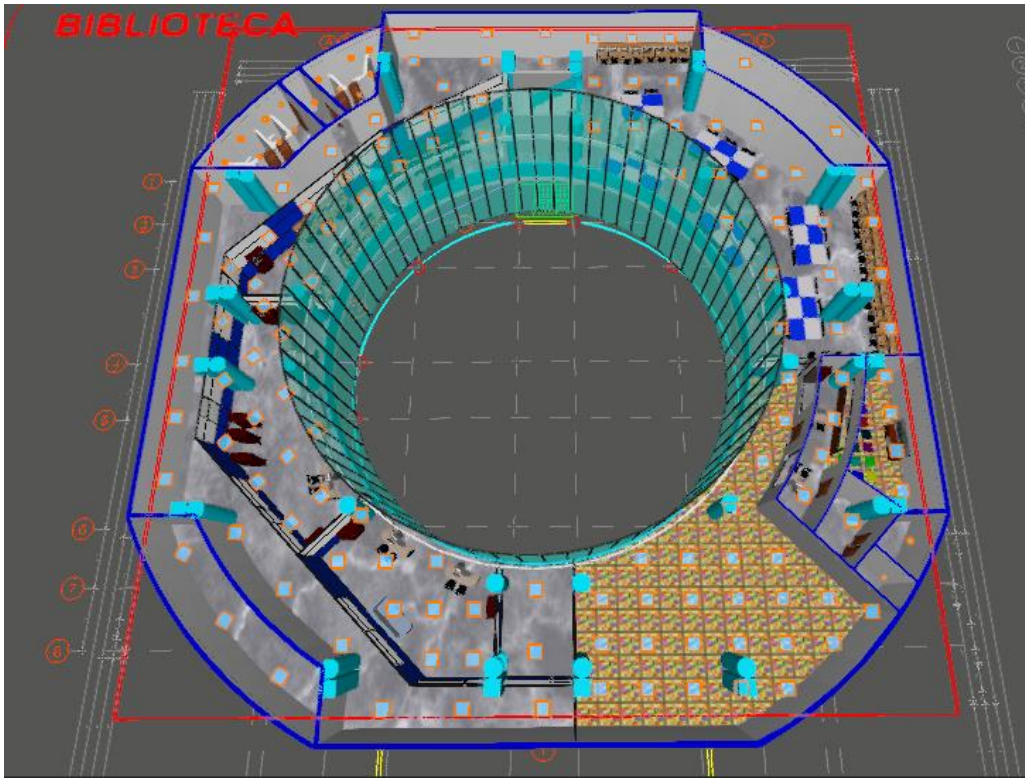
### 3.5.3. Análisis de segundo piso

Dentro del segundo piso se encuentran 18 áreas diferentes las cuales sus luminarias están colocadas tal como se observa en la **Figura 51** así mismo se observa los objetos o áreas de cálculo.

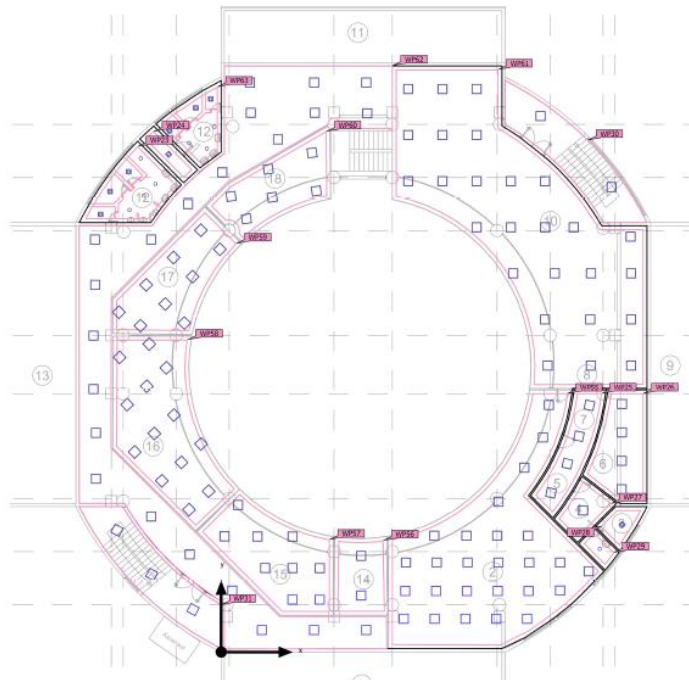
**Figura 51**

*Vista 3D luminarias segundo piso y objetos de cálculo*





Edificación 1 · Segundo Piso (Escena de luz Segundo Piso)  
Objetos de cálculo



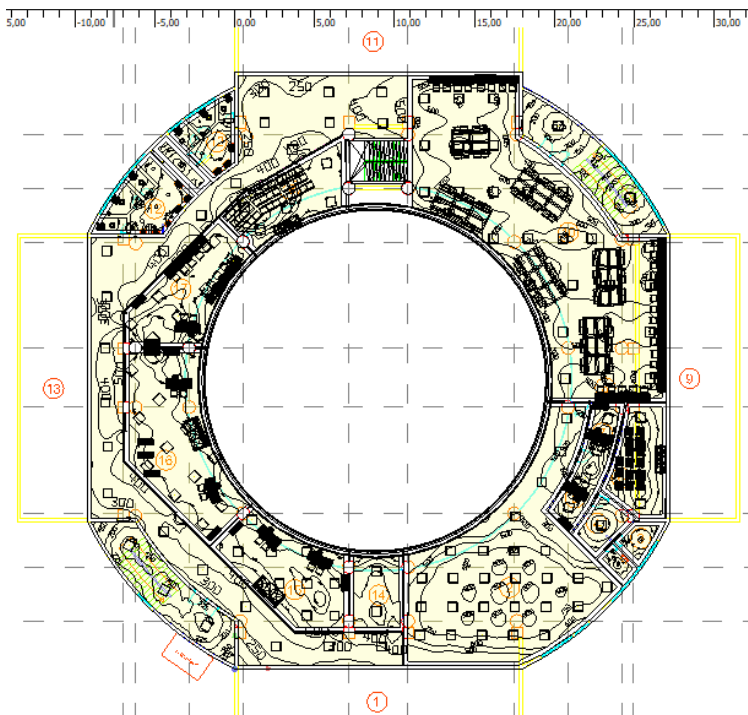
Con la colocación de las luminarias se procede a correr la simulación dando clic en el botón calcular, ya finalizado el cálculo Dialux presenta el sumario de resultados tal como se observa en la **Figura 52**, se puede observar que todas las áreas de este piso cumplen con los niveles requeridos.

**Figura 52**  
*Sumario de resultados segundo piso*

Cálculo de iluminación		
◇ ▶	Archivos	■
◇ ▶	Área de Lectura	■
◇ ▶	Baño	■
◇ ▶	Baño M	■
◇ ▶	Baños H	■
◇ ▶	Biblioteca Infantil	■
◇ ▶	Bodega	■
◇ ▶	Gradas	■
◇ ▶	Informatica	■
◇ ▶	Oficina Area Infantil	■
◇ ▶	Pasillo	■
◇ ▶	Procesos Técnicos	■
◇ ▶	Restauracion Y Mantenimiento	■
◇ ▶	Sala de Audio y Video	■
◇ ▶	Sala multiproposito	■
◇ ▶	Videoteca	■

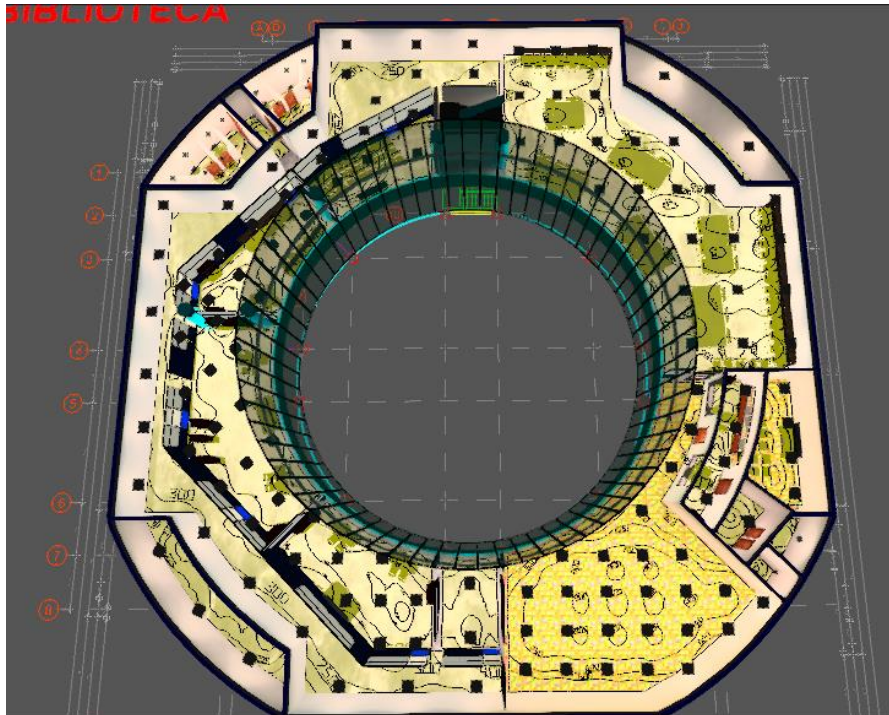
Si bien Dialux indica en el sumario de resultados que todas las áreas cumplen con los niveles se debe analizar las isolíneas viendo así que la distribución de la luz sea uniforme, se puede observar tan en vista 2D como se observa en la **Figura 53** de igual manera estas isolíneas se las puede observar en 3d tal como en la **Figura 54**.

**Figura 53**  
*Vista 2D isolíneas segundo piso*



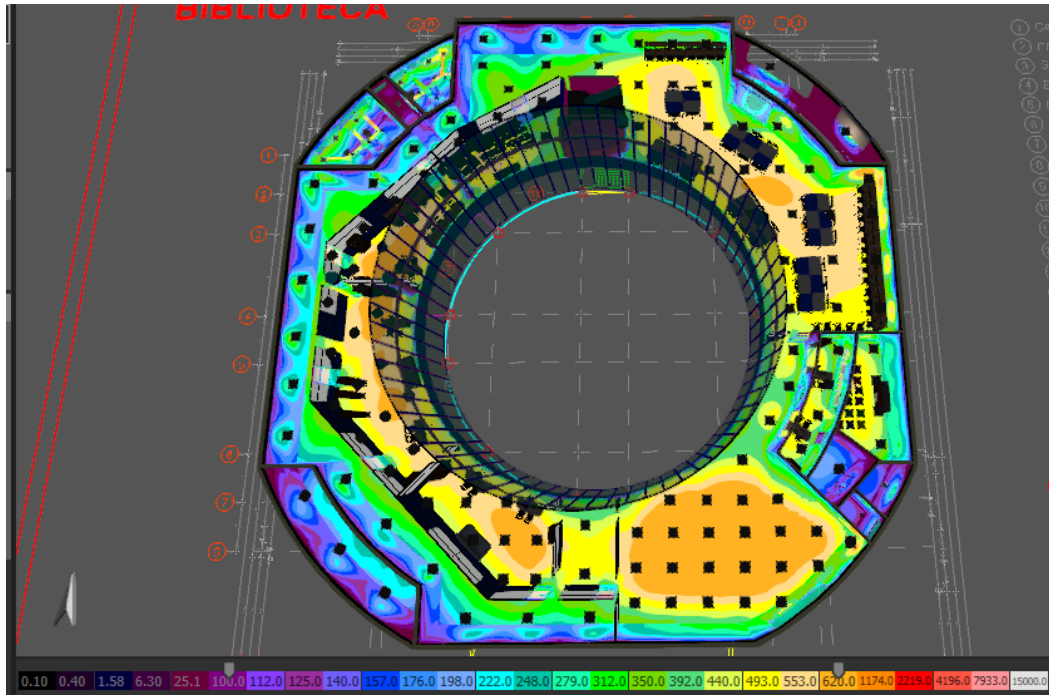


**Figura 54**  
*Vista 3D isolíneas segundo piso*



Al igual que en la vista 3D de colores falsos se observa las áreas donde se presenta mayor cantidad de luz estas se las identifica con los colores claros son donde hay más cantidad de luz, así mismo lo contrario los colores oscuros son las áreas donde hay menos cantidad de luz tal como se observa en la *Figura 55*.

**Figura 55**  
*Vista 3D colores falsos segundo piso*



### 3.5.3.1. Análisis de resultados segundo piso

Una vez finalizado con la simulación y el cálculo de segundo piso se procede a obtener la memoria técnica donde la tabla de resultados se encuentran los niveles de iluminación individuales de área como se observa en la **Tabla 15**, esta tabla muestra si el área que se calcula cumple o no con los niveles establecidos.

**Tabla 15**  
*Resultados segundo piso*

Edificación 1 · Segundo Piso (Escena de luz Segundo Piso)						
Objetos de cálculo						
Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	Emín	Emáx	g1(Nominal)	g2	Índice
Plano útil (Baños H) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	311 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	123 lx	414 lx	0.40 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.30	WP23
Plano útil (Oficina Área Infantil) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	613 lx ( $\geq 500$ lx) ✓	489 lx	694 lx	0.80 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.70	WP25
Plano útil (Sala multipropósito) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	562 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	286 lx	682 lx	0.51 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.42	WP26
Plano útil (Bodega) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	221 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	154 lx	250 lx	0.70 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.62	WP28

Plano útil (Baño) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	225 lx (≥ 200 lx) ✓	174 lx	244 lx	0.77 (≥ 0.40) ✓	0.71	WP29
Plano útil (Biblioteca Infantil) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	684 lx (≥ 500 lx) ✓	281 lx	953 lx	0.41 (≥ 0.40) ✓	0.29	WP55
Plano útil (Restauración Y Mantenimiento) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	493 lx (≥ 100 lx) ✓	303 lx	576 lx	0.61 (≥ 0.40) ✓	0.53	WP56
Plano útil (Informática) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	611 lx (≥ 500 lx) ✓	271 lx	832 lx	0.44 (≥ 0.40) ✓	0.33	WP57
Plano útil (Procesos Técnicos) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	613 lx (≥ 500 lx) ✓	266 lx	850 lx	0.43 (≥ 0.40) ✓	0.31	WP58
Plano útil (Videoteca) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	655 lx (≥ 500 lx) ✓	407 lx	873 lx	0.62 (≥ 0.40) ✓	0.47	WP59
Plano útil (Sala de Audio y Video) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	527 lx (≥ 300 lx) ✓	358 lx	695 lx	0.68 (≥ 0.40) ✓	0.52	WP60
Plano útil (Área de Lectura) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	590 lx (≥ 500 lx) ✓	303 lx	758 lx	0.51 (≥ 0.40) ✓	0.40	WP61

**Nota:** Es tabla ha sido obtenida de la memoria técnica (*Proyecto segundo piso pag.39-40*)

### 3.5.3.2. Luminarias segundo piso

En la **Tabla 16** se encuentran las luminarias necesarias para el segundo piso dentro de esta tabla indica cuantas luminarias se necesita el dando a conocer el la marca, modelo y características como la potencia y rendimiento lumínico.

**Tabla 16**

*Lista de luminarias segundo piso*

Edificación 1 · Segundo Piso							
Lista de luminarias							
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico	
8	3F Filippi	37769	Galassia 220 LED 2000 DALI VOP	20.0 W	1434 lm	71.7 lm/W	

8	LIGMAN	ARD-80201-OW40	Arden 3 Surface ceiling luminaires	14.5 W	1723 lm	118.8 lm/W
25	LIGMAN	ARU-80001P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	28.0 W	3000 lm	107.1 lm/W
76	LIGMAN	ARU-80002P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	38.0 W	3850 lm	101.3 lm/W
26	LIGMAN	VIE-80003O-9040	Vienna 1 Recessed ceiling luminaires	49.0 W	5300 lm	108.2 lm/W

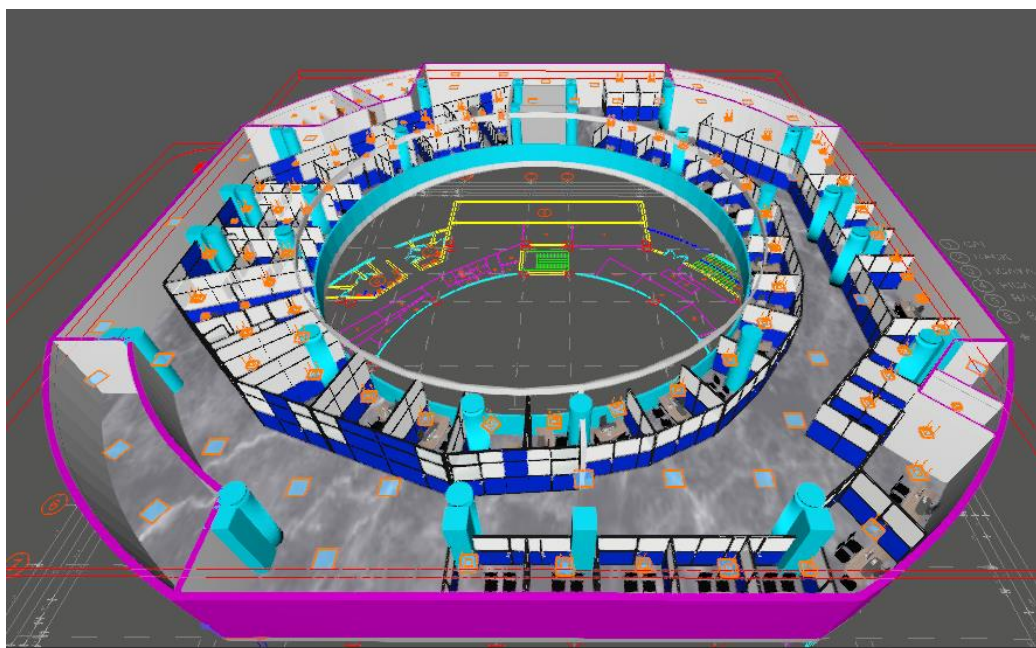
**Nota:** Lista de luminarias tomada de (**Proyecto segundo piso pág. 37**)

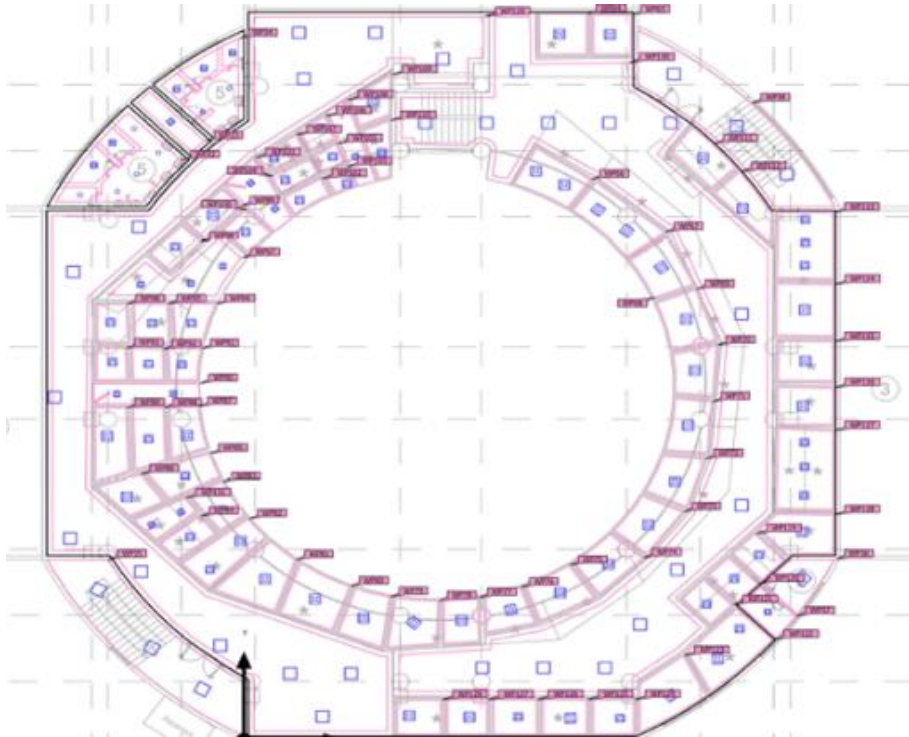
### 3.5.4. Análisis tercer piso

En el tercer piso las áreas son muy diferentes debido a que este piso es únicamente para cubículos de los docentes por lo cual este piso se encuentra distribuido en 62 oficinas y 6 áreas comunes como se observa en la **Figura 56**.

#### Figura 56

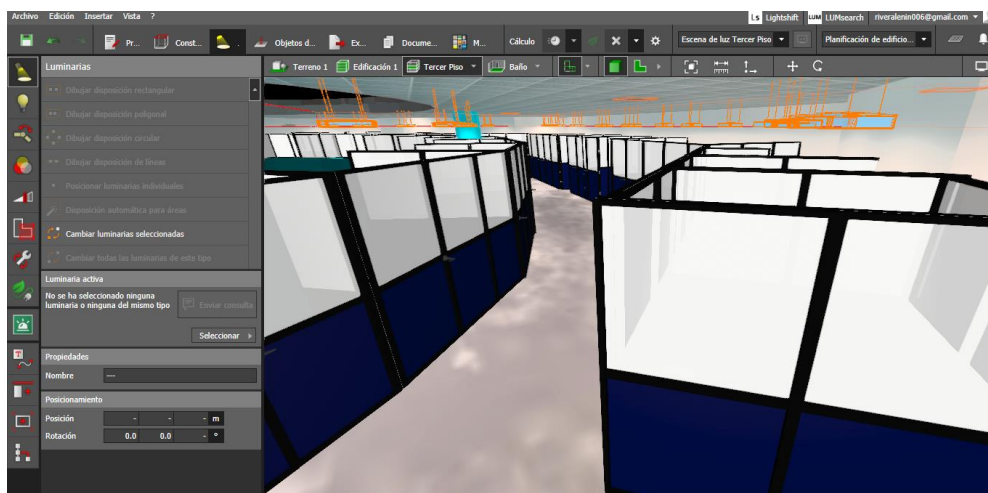
Vista 3D luminarias tercer piso y objetos de cálculo





Por lo cual para todos los cubículos contarán con luminarias colgantes debido a que el área a iluminar es pequeña y sus divisiones no llegan al cielo falso, por lo que al estar arriba la iluminación índice a los cubículos de alado tal como se observa en la **Figura 57**.

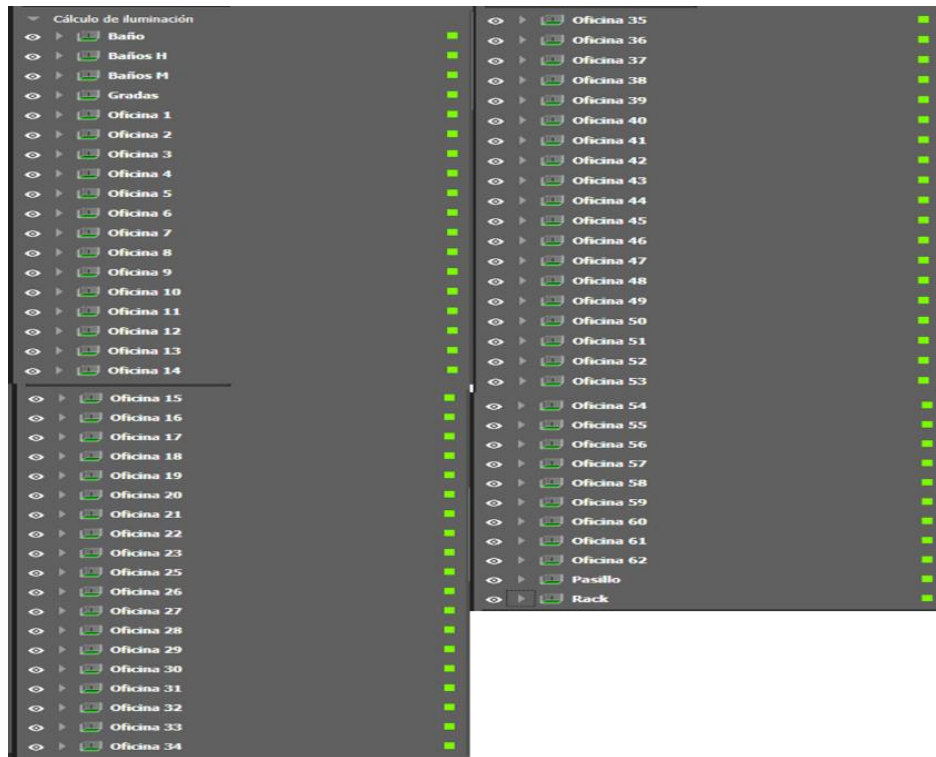
**Figura 57**  
*Luminarias colgantes - Cubículos*



Con las luminarias ya colocadas se procede a correr la simulación una vez finalizada Dialux presenta un sumario de resultados como se observa en la **Figura 58** donde se puede observar cada área individualmente, en el cual se observa si área donde se calculó cumple o no con los niveles que se ha configurado.

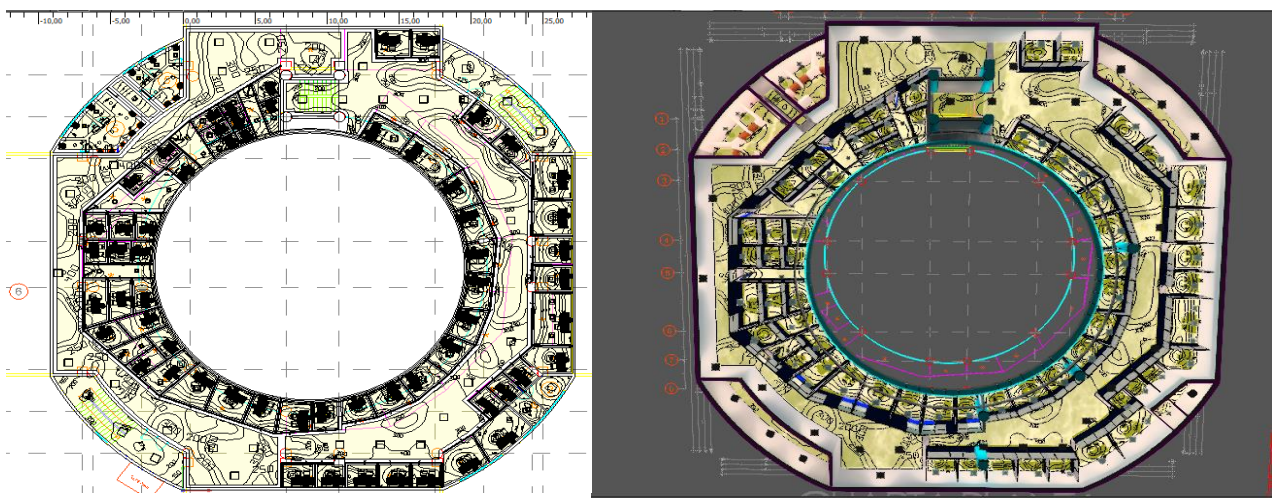


**Figura 58**  
*Sumario de resultados tercer piso*



Con el cálculo ya realizado se procede a analizar las isolíneas con el fin de reconocer como está la distribución de la luz debido a que en algunas áreas van a estar más iluminadas que otras, esto porque cada área tiene un nivel de luminosidad diferente estas isolíneas se las puede observar tanto en la vista 2D y 3D tal como se observa en la *Figura 59*.

**Figura 59**  
*Vista 2D y 3D isolíneas tercer piso*

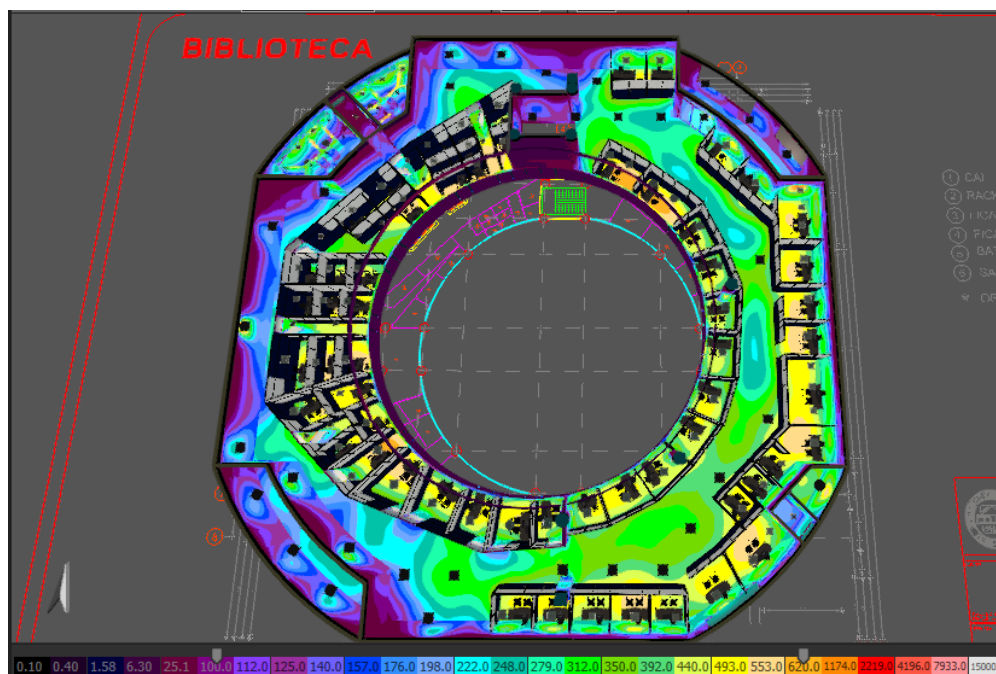


Otra de las vistas que se analiza es la de colores falsos con esta vista se observa donde existe mayor incidencia de luz como se observa en la *Figura 60* en esta vista se puede apreciar que los

cubículos presentan un color claro a diferencia de los pasillos que presentan un color más oscuro, con ello es posible ver como los niveles de iluminación cambian según el área donde se ubique.

**Figura 60**

Vista 3D colores falsos tercer piso



### 3.5.4.1. Análisis de resultados tercer piso

En la **Tabla 17** se observa los resultados de los cálculos en donde cada área individual puede ser comparada los datos obtenidos por la simulación con los niveles de mínimos que deben tener en cada área, esta tabla también muestra una simbología si el área cumple o no con lo solicitado este símbolo es un visto de color verde.

**Tabla 17**

Resultados tercer piso

Edificación 1 · Tercer Piso (Escena de luz Tercer Piso)						
Objetos de cálculo						
Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{mín}$	$E_{máx}$	$g_1$ (Nominal)	$g_2$	Índice
Plano útil (Pasillo) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.200 m	173 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	108 lx	227 lx	0.62 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.48	WP33
Plano útil (Baños M) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.250 m	260 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	110 lx	343 lx	0.42 ( $\geq 0.40$ ) ✓	0.32	WP34

Plano útil (Gradas) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	230 lx (≥ 150 lx) ✓	115 lx	281 lx	0.50 (≥ 0.40) ✓	0.41	WP35
Plano útil (Rack) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	511 lx (≥ 500 lx) ✓	326 lx	613 lx	0.64 (≥ 0.40) ✓	0.53	WP36
Plano útil (Oficina 1) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	607 lx (≥ 500 lx) ✓	388 lx	768 lx	0.64 (≥ 0.50) ✓	0.51	WP64
Plano útil (Oficina 2) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	634 lx (≥ 500 lx) ✓	414 lx	791 lx	0.65 (≥ 0.50) ✓	0.52	WP65
Plano útil (Oficina 3) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	781 lx (≥ 500 lx) ✓	454 lx	962 lx	0.58 (≥ 0.50) ✓	0.47	WP66
Plano útil (Oficina 4) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	707 lx (≥ 500 lx) ✓	355 lx	896 lx	0.50 (≥ 0.50) ✓	0.40	WP67
Plano útil (Oficina 5) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	545 lx (≥ 500 lx) ✓	345 lx	724 lx	0.63 (≥ 0.50) ✓	0.48	WP68
Plano útil (Oficina 6) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	537 lx (≥ 500 lx) ✓	304 lx	731 lx	0.57 (≥ 0.50) ✓	0.42	WP69
Plano útil (Oficina 7) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	542 lx (≥ 500 lx) ✓	318 lx	721 lx	0.59 (≥ 0.50) ✓	0.44	WP70
Plano útil (Oficina 8) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	520 lx (≥ 500 lx) ✓	322 lx	708 lx	0.62 (≥ 0.60) ✓	0.45	WP71
Plano útil (Oficina 9) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	552 lx (≥ 500 lx) ✓	333 lx	725 lx	0.60 (≥ 0.50) ✓	0.46	WP72
Plano útil (Oficina 10) Altura: 0.680 m, Zona marginal: 0.100 m	554 lx (≥ 500 lx) ✓	382 lx	727 lx	0.69 (≥ 0.50) ✓	0.53	WP73
Plano útil (Pasillo) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.100 m	457 lx (≥ 100 lx) ✓	227 lx	571 lx	0.50 (≥ 0.40) ✓	0.40	WP131

**Nota:** Es tabla ha sido obtenida de la memoria técnica (*Proyecto tercer piso pag.72-78*)

### 3.5.4.2. Luminarias tercer piso

En la **Tabla 18** se encuentra la lista de luminarias que serán ocupadas en el tercer piso esta tabla muestra la cantidad que serán necesarias además de la marca, modelo y potencia.



**Tabla 18***Lista de luminarias tercer piso*

Edificación 1 · Tercer Piso						
Lista de luminarias						
Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
7	3F Filippi	37769	Galassia 220 LED 2000 DALI VOP	20.0 W	1434lm	71.7 lm/W
17	LIGMAN	ARD-80201-OW40	Arden 3 Surface ceiling luminaires	14.5 W	1723lm	118.8 lm/W
32	LIGMAN	ARD-90011-OW40	Arden 4 Pendant luminaires	26.7 W	3153lm	118.1 lm/W
37	LIGMAN	ARD-90021-PW40	Arden 4 Pendant luminaires	40.8 W	5014lm	122.9 lm/W
32	LIGMAN	ARU-80001P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	28.0 W	3000lm	107.1 lm/W
1	LIGMAN	ARU-80002P-9040	Aruba 1 Recessed ceiling luminaires	38.0 W	3850lm	101.3 lm/W

**Nota:** Lista de luminarias tomada de (**Proyecto tercer piso pág. 70**)

### 3.6. Propuesta de rediseño

Dadas las condiciones actuales de iluminación del edificio de la biblioteca se propone el cambio de todas las luminarias de tecnología de tubos fluorescente por la de paneles Led, debido a que la tecnología Led brinda más confiabilidad y confort en lo que se refiere a espacios de trabajos como lo son las bibliotecas. esta propuesta tiene como beneficiarios a toda la comunidad universitaria conformada por estudiantes, personal docente y administrativo brindándoles así un lugar seguro y confiable.

El rediseño del sistema de iluminación de la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte fue realizado en el software Dialux utilizando la Norma de Construcción Ecuatoriana (NEC-11), en donde todo el sistema de iluminación cuenta con los niveles de la **Tabla 5** respectivamente el área de trabajo a la que pertenece.

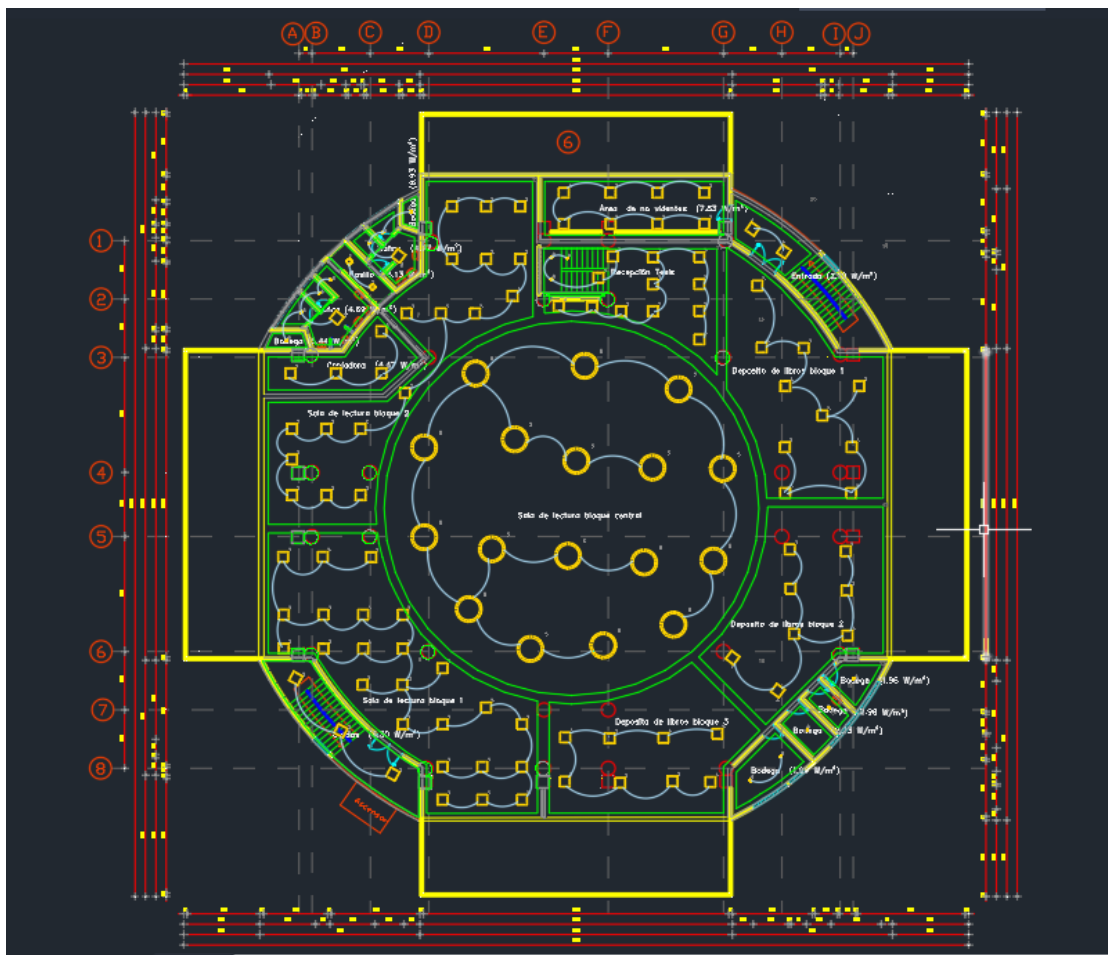
Para realizar de este proyecto en la edificación se ha creado las memorias técnicas individuales por plantas las cuales serán detalladas a continuación.

En la **planta baja** fueron 20 las áreas donde se realizó el cálculo de las cuales el 100%, con la nueva propuesta cumplen con los niveles de iluminación correspondientes según la norma.

El tipo de alumbrado que se realizó es general debido a que si existen cambios dentro de este espacio la iluminación no se vea afectada.

En este piso se utilizó 133 luminarias diferentes las cuales son necesarias adquirir la cantidad que muestra la **Tabla 12**, para la instalación de las luminarias se debe seguir el plano eléctrico como se observa en la **Figura 61** las ubicaciones de las luminarias se pueden ver en el **Anexo 7** dentro de la memoria **“BIBLIOTECA UTN\_PLANTA BAJA”**.

**Figura 61**  
*Plano eléctrico planta baja*



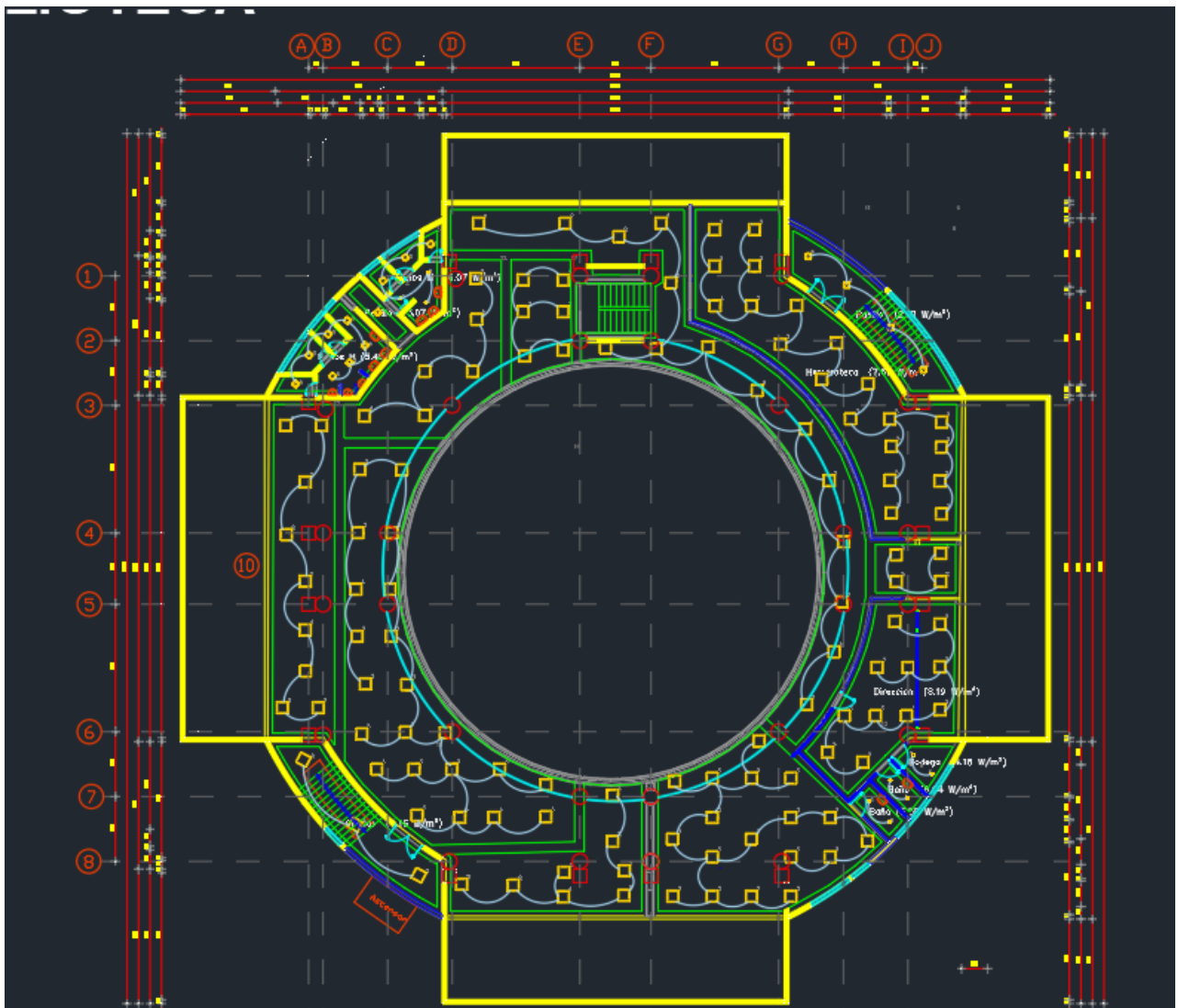
**Nota:** La presente figura representa el plano eléctrico de la planta baja.

En el **primer piso** fueron 18 las áreas donde se realizó el cálculo de las cuales el 100% con la nueva propuesta cumplen con los niveles correspondientes según la norma.

El tipo de alumbrado que se realizó es general debido a que si existen cambios dentro de este espacio la iluminación no se vea afectada.

En este piso se utilizó 146 luminarias diferentes las cuales son necesarias adquirir según la cantidad que muestra la **Tabla 14**, para la instalación de las luminarias se debe seguir el plano eléctrico como se muestra en la **Figura 62**, las ubicaciones de las luminarias se pueden ver en el **Anexo 7** dentro de la memoria técnica **“BIBLIOTECA UTN\_PRIMER PISO”**.

**Figura 62**  
*Plano Eléctrico Primer Piso*



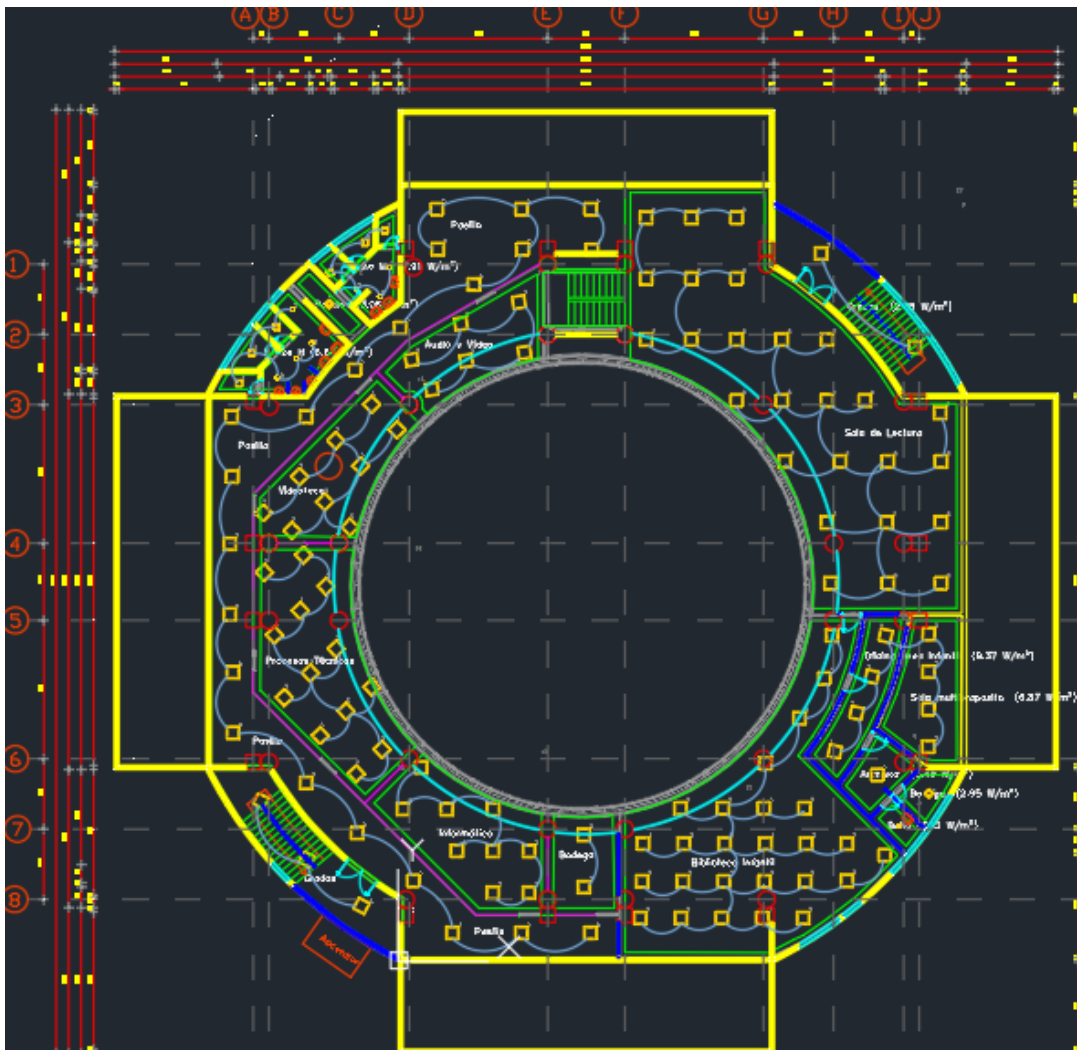
**Nota:** La presente figura representa el plano eléctrico del primer piso.

En el **segundo piso** fueron 18 las áreas donde se realizó el cálculo de las cuales el 100% con la nueva propuesta cumplen con los niveles correspondientes según la norma.

El tipo de alumbrado que se realizó fue general debido a que si existen cambios dentro de este espacio la iluminación no se vea afectada.

En este piso se utilizó 143 luminarias diferentes las cuales son necesarias adquirir según la cantidad que muestra la **Tabla 16**, para la instalación de las luminarias se debe seguir el plano eléctrico como se muestra en la **Figura 63**, las ubicaciones de las luminarias se pueden ver en el **Anexo 7**, dentro de la memoria técnica **“BIBLIOTECA UTN\_SEGUNDO PISO”**.

**Figura 63**  
*Plano Eléctrico Segundo Piso*



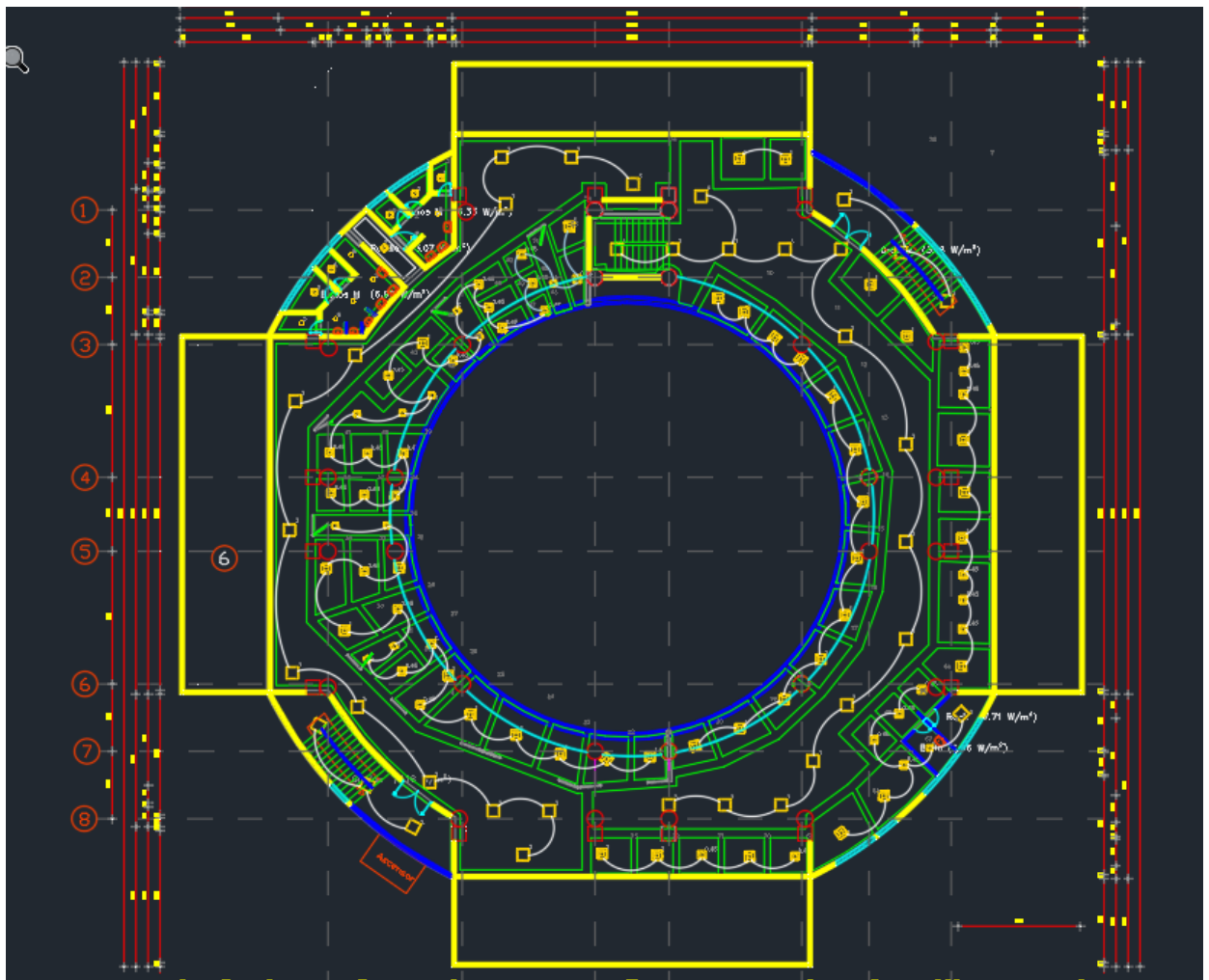
**Nota:** La presente figura representa el plano eléctrico del segundo piso.

En el **tercer piso** se encuentran 6 áreas comunes y 62 cubículos donde se realizó el cálculo de las cuales el 100% con la nueva propuesta cumplen con los niveles correspondientes según la norma.

El tipo de alumbrado que se realizó fue general en todos los pasillos, la iluminación para los cubículos fue una iluminación localizada debido a que estos ya no se pueden modificar.

En este piso se utilizó 126 luminarias diferentes las cuales son necesarias adquirir según la cantidad que muestra la **Tabla 18** para la instalación de las luminarias se debe seguir el plano eléctrico como se muestra en la **Figura 64** las ubicaciones de las luminarias se pueden ver en el **Anexo 7** dentro de la memoria técnica **“BIBLIOTECA UTN\_TERCER PISO”**.

**Figura 64**  
*Plano Eléctrico Tercer Piso*



**Nota:** La presente figura representa el plano eléctrico del tercer piso.

### 3.6.1. Presupuesto referencial

**Tabla 19**

*Presupuesto Referencial*

PRESUPUESTO REFERENCIAL				
PROYECTO DE REDISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION DE LA BIBLIOTECA UTN				
Lista de material y especificaciones				
Luminarias				
Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
LIGMAN ARD-80201 / 14.5 W	U	42	2,10	88,20
LIGMAN ARD-90011 / 26.7 W	U	32	30	960,00
LIGMAN ARD-90021 / 40.8 W	U	37	46,5	1720,50
LIGMAN ARU-80001 / 28.0 W	U	110	37,75	4152,50
LIGMAN ARU-80002 / 38.0 W	U	245	40,90	10020,50
LIGMAN GAV-80321 / 122.0 W	U	17	85,49	1453,33
LIGMAN VIE-80003 / 49.0 W	U	26	47,6	1237,60
EMOS ZM5132 LED / 12.0 W	U	24	1,95	46,80
3F Filippi 37769 Galassia / 20W	U	15	1,80	27,00
SUBTOTAL				19706,43
Interruptores y Conductores				
Interruptor simple (Veto)	U	124	1,60	198,40
Conductor flexible THHN #14 (FASE)	m	890	0,59	525,10
Conductor flexible THHN #14 (NEUTRO)	m	890	0,59	525,10
SUBTOTAL				1248,60
Mano de obra				
Punto eléctrico de iluminación	U	548	12	6576,00
Desmontaje de luminarias antiguas	U	297	4	1188,00
SUBTOTAL				7764,00
TOTAL				28719,03

En el **Anexo 7** se encuentra el enlace donde se puede descargar las carpetas:

- Planos en AutoCAD
- Simulación en Dialux
- Memorias técnicas

## **Conclusiones**

Dada las características de las tecnologías de iluminación se pudo concluir que el avance tecnológico en el mundo cada día evoluciona, trayendo nuevas tecnologías que cada vez se vuelven más eficientes, la importancia de tener una buena iluminación es fundamental en estos espacios debido a que este tiene un impacto en la salud de las personas tanto físicos como mentales debido a que esta proporciona un ambiente de trabajo cómodo y saludable, ya que al no contar con una buena iluminación es causante de daños pasajeros o crónicos como la fatiga visual al forzar la vista y convertirse en reducción de la capacidad visual además de dolores de cabeza y estrés.

Con el diagnóstico realizado a los niveles de iluminación del edificio de la biblioteca se pudo concluir que el 95.5% de las áreas que se encuentran en la edificación no cuentan con los niveles mínimos de iluminación requeridos por la norma establecida, por lo cual es necesario realizar un rediseño en el sistema de iluminación con el que se pueda contar con una iluminación adecuada en toda la edificación.

Dada la propuesta del rediseño del sistema de iluminación los resultados de simulación del software Dialux indican que el 100% las áreas cuentan con los niveles de iluminación mínimos de la normativa (NEC-11), así obteniendo una mejor calidad de iluminación utilizando la tecnología Led, la cual es más eficiente en calidad de iluminación y optimizando el consumo eléctrico de tal manera que esta proporciona seguridad, confort y confiabilidad en comparación a los resultados del diagnóstico actual que solo 4.5% áreas existentes cumplen con los niveles requeridos, esta nueva propuesta tiene como beneficiarios a toda la comunidad universitaria.

## **Recomendaciones**

Se recomienda al personal de mantenimiento eléctrico elaborar un plan de mantenimiento para la limpieza de las luminarias, si bien los paneles Led son sellados la acumulación de polvo puede afectar su temperatura de tal manera que su vida útil pueda verse afectada, esto como trabajo complementario para garantizar el máximo rendimiento de las luminarias.

Se recomienda realizar un estudio de eficiencia energética con la finalidad de dar un uso racional a la energía eléctrica, debido a que en las áreas de los cubículos el encendido de las luminarias es uno solo para varios cubículos, existiendo así un desperdicio de energía en áreas que nadie utiliza de tal forma que se pueda evitar el desperdicio de la energía eléctrica creando un ahorro que se pueda ver reflejado en las planillas eléctricas.

Se recomienda ya que el sistema de iluminación será intervenido, implementar un estudio al sistema eléctrico de fuerza y tomas de corrientes en el edificio ya que la gran mayoría de estos siempre se encuentran en uso por parte de los estudiantes en su mayor parte conectados a sus computadores portátiles, esto como un trabajo complementario ejecutar tanto la parte de iluminación y de fuerza de tal forma que todo el sistema eléctrico del edificio cuente con una mejor calidad en sus instalaciones.



## Referencias

- Bahena-Garrido, S., Shimoi, N., Abe, D., Hojo, T., Tanaka, Y., & Tohji, K. (2014). Planar light source using a phosphor screen with single-walled carbon nanotubes as field emitters. *The Review of scientific instruments*, 85, 104704. <https://doi.org/10.1063/1.4895913>
- Bases del dibujo: La luz (Aprender a dibujar). (2020, agosto 26). *La Mona Lista*. <https://lamonalista.com/valor-y-luz/>
- Borja Reyes, A. G. (2017). *Confort lumínico en los espacios interiores de la Biblioteca de la Ciudad y Provincia, en la ciudad de Ambato* [bachelorThesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Diseño, Arquitectura y Artes. Carrera de Espacios Arquitectónicos.]. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/26336>
- Castro Guaman, & Paul, M. (s. f.). *Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. 222.
- Decreto Ejecutivo 2393 | Ecuador—Guía Oficial de Trámites y Servicios*. (s. f.). Recuperado 5 de diciembre de 2022, de <https://www.gob.ec/regulaciones/decreto-ejecutivo-2393>
- Díaz, S. P. (2021). *Diseño de iluminación enfocado a la eficiencia energética de la biblioteca ACDA de la Universidad del Norte*. 49.
- Erick Hidalgo Martínez. (2013). *DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO. Análisis y tendencias de las tecnologías actuales en iluminación aplicadas en el ahorro de energía eléctrica TESIS - PDF Free Download* [Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji,]. <https://docplayer.es/52125738-Division-de-estudios-de-posgrado-analisis-y-tendencias-de-las-tecnologias-actuales-en-iluminacion-aplicadas-en-el-ahorro-de-energia-electrica-tesis.html>
- Figura 1.4.1.1-Lámpara fluorescente tubular*. (s. f.). ResearchGate. Recuperado 30 de diciembre de 2023, de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1411-Lampara-fluorescente-tubular\\_fig1\\_281559266](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1411-Lampara-fluorescente-tubular_fig1_281559266)
- FRANCISCO, B. R. (2019). *Control de la iluminación*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Gareca, M. (2018). Aulas eficientes para nivel secundario: ¿qué parámetros de diseño seguir? *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 16(18), 09-28.

- Guaman, C., & Paul, M. (s. f.). *Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas.*
- Hidalgo, L. A. (s. f.). *Estudio de la influencia de la iluminación en la percepción de los estudiantes universitarios.*
- inasarre. (s. f.). *Lamparas de inducción. ON-ENERGIA.* Recuperado 8 de mayo de 2023, de <https://www.on-energia.es/inducccion/>
- Jordi Alberich & David Gómez Fontanills. (s. f.). *Percepción visual.* Recuperado 7 de febrero de 2023, de <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-misiones/arquitectura-de-computadoras/percepcion-visual/3744579>
- JORGE, F. V., & ALFONSO, G. C. (2012). *Iluminación con tecnología led.* Ediciones Paraninfo, S.A.
- La transmisión de la luz a través de un medio transparente.* (s. f.). Luces CEI. Recuperado 8 de mayo de 2023, de <https://lucescEI.com/estudios-y-eficiencia/extractos-libro-blanco-de-iluminacion/la-transmision-de-la-luz-a-traves-de-un-medio-transparente/>
- La utilidad de las curvas fotométricas.* (2017, agosto 18). Iluminet revista de iluminación. <https://iluminet.com/curvas-fotometria-iluminacion/>
- LAMP Córdoba, 1608226TerrassaBarcelonaEspaña+34 937 36 68 00Fax+34 937 86 15 51. (s. f.). *La importancia de una buena iluminación en espacios educativos.* LAMP. Recuperado 15 de mayo de 2023, de [https://www.lamp.es/es/news/la-importancia-de-una-buena-iluminacion-en-espacios-educativos\\_500258](https://www.lamp.es/es/news/la-importancia-de-una-buena-iluminacion-en-espacios-educativos_500258)
- López, B. S. (2019, septiembre 3). Iluminación» Ingeniería Industrial Online. *Ingeniería Industrial Online.* <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disen-y-distribucion-en-planta/iluminacion/>
- Luminotecnia III - Unidad 8 Luminotecnia. Dispositivos para alumbrado incandescente y fluorescente—Studocu.* (s. f.). Recuperado 15 de febrero de 2023, de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-don-bosco/fisica/luminotecnia-iii/5388427>

*Manual-técnico-de-iluminación-Sylvania.pdf*. (s. f.). Recuperado 3 de julio de 2023, de <https://sylvania.com.ec/wp-content/uploads/2021/01/Manual-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-Sylvania.pdf>

Montejo Santa Inés, C. (2021). *Bioluminiscencia, la iluminación del mañana*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/50426>

*Nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf*. (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2022, de <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-13-eficiencia-energ3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf>

Oftalmólogos, V. (2021, enero 28). ¿Cómo funciona el sentido de la vista? Vista Oftalmólogos. *Vista Oftalmólogos - Safe & Visible*. <https://www.vistaoftalmologos.es/como-funcion-el-sentiod-de-la-vista/>

Ortiz, P. P. (2022). *Principios elementales de la física*. BoD – Books on Demand.

*Reflexión—El Grandioso Rincón de la Física*. (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2023, de <https://sites.google.com/site/elgrandiosorincondelafisica/reflexion>

*Reglamentación – Biblioteca UTN*. (s. f.). Recuperado 1 de marzo de 2023, de <https://biblioteca.utn.edu.ec/index.php/reglamentacion/>

Solivárez, C. (2023). *ANÁLISIS DE UN OBJETO TECNOLÓGICO: LÁMPARA ELÉCTRICA INCANDESCENTE*.

*Tema 6. Otras formas de transmitirse la energía; la luz y el sonido*. (s. f.). Recuperado 8 de mayo de 2023, de [http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/Tema\\_06/Tema\\_06\\_luz.html](http://fresno.pntic.mec.es/msap0005/2eso/Tema_06/Tema_06_luz.html)

Thomas J. Fellers & Michael W. Davidson. (s. f.). *La reflexión de la luz: Introducción / Olympus LS*. Recuperado 10 de febrero de 2023, de <https://www.olympus-lifescience.com/es/microscope-resource/primer/lightandcolor/reflectionintro/>

*Transparencia Institucional UTN - REGLAMENTO INTERNO Y POLÍTICA DE HIGIENE Y SEGURIDAD UTN.pdf—Todos los documentos*. (s. f.). Recuperado 12 de abril de 2023, de [https://utneduec.sharepoint.com/sites/transparencia/Documentos/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Ftransparencia%2FDocumentos%2FLEGLISLACI%C3%93N%2FREGLAMENTO%](https://utneduec.sharepoint.com/sites/transparencia/Documentos/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Ftransparencia%2FDocumentos%2FLEGLISLACI%C3%93N%2FREGLAMENTO%2F)

20INTERNO%20%20Y%20POL%C3%8DTICA%20DE%20HIGIENE%20Y%20SEGURID  
AD%20UTN%20Epdf&parent=%20sites%20transparencia%20Documentos%20FLEGLACI  
%C3%93N&p=true&ga=1

UGR o índice de deslumbramiento unificado. (2019, enero 14). *B·LED - Blog*.  
<https://www.barcelonaed.com/blog/informacion-led/ugr-indice-deslumbramiento-unificado/>

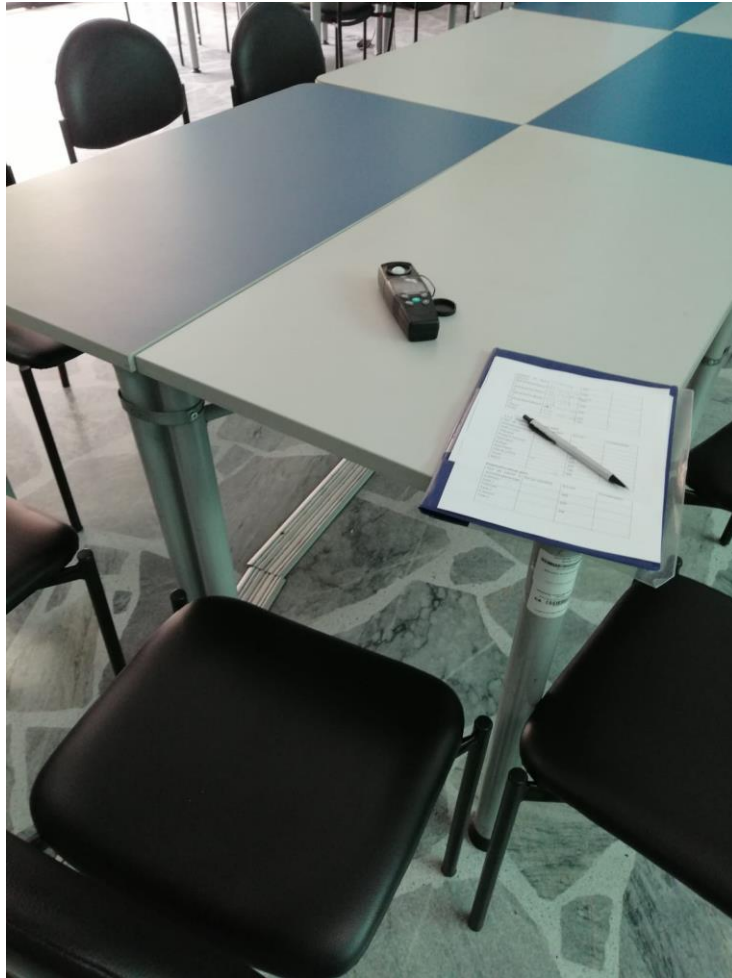
Vaca Rojas, N. del R. (2019). *Propuesta de parámetros técnicos y de diseño para la optimización de la iluminación natural en espacios de oficinas de la ciudad de Quito* [masterThesis, PUCE - Quito]. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/17128>

van Bommel, W., & Rouhana, A. (2018). Fundamentos sobre la generación de la luz y el alumbrado. *Philips*, 60.

## Anexos



*Anexo 1 Toma de medidas con luxómetro planta baja*



*Anexo 2 Toma de medidas con luxómetro primer piso*



*Anexo 3 Toma de medidas con luxómetro biblioteca infantil*



*Anexo 4 Vista real y vista de simulación (planta baja)*







*Anexo 6 Vista real y simulada (Cubículos)*

[Documentos Rediseño Sistema de iluminación Biblioteca UTN](#)

*Anexo 7 Enlace Documentos biblioteca*