

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
ORNAMENTAL PARA LA BASÍLICA Y  
TORRE DEL SANTUARIO NACIONAL  
NUESTRA SEÑORA DEL CISNE UBICADO EN  
LA PARROQUIA EL CISNE CANTÓN LOJA.**





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE QUITO  
CARRERA DE ELECTRICIDAD**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN  
ORNAMENTAL PARA LA BASÍLICA Y  
TORRE DEL SANTUARIO NACIONAL  
NUESTRA SEÑORA DEL CISNE UBICADO EN  
LA PARROQUIA EL CISNE CANTÓN LOJA.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: ROGER VINICIO MICHAY CUENCA  
TUTOR: DIEGO FRANCISCO CARRIÓN  
GALARZA

Quito -Ecuador  
2022

Roger Vinicio Michay Cuenca

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL PARA LA BASÍLICA Y TORRE DEL SANTUARIO NACIONAL NUESTRA SEÑORA DEL CISNE UBICADO EN LA PARROQUIA EL CISNE CANTÓN LOJA**

Universidad Politécnica Salesiana, Quito – Ecuador 2022

Carrera de Electricidad

Breve reseña histórica e información de contacto.



**Roger Vinicio Michay Cuenca** (Y'1995 – M'05). Realizó sus estudios de nivel secundario en el Colegio Nacional “El Cisne” de la ciudad de Loja. Egresado de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana. Su trabajo se basa en Iluminación ornamental led para obras arquitectónicas.

[rmichay@est.ups.edu.ec](mailto:rmichay@est.ups.edu.ec)

*Dirigido por:*



**Diego Francisco Carrión Galarza** (Y'1981 – M'12). Se graduó en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador en 2010. Se graduó de Doctor en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana - Medellín Colombia. Es profesor e investigador en la Universidad Politécnica Salesiana - Quito Ecuador. En la actualidad es miembro del Grupo de Investigación Girei (Grupo de Investigación en Redes Eléctricas Inteligentes - Smart Grid Research Group). [dcarrion@ups.edu.ec](mailto:dcarrion@ups.edu.ec)

Todos los derechos reservados:

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana

QUITO –ECUADOR


**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Roger Vinicio Michay Cuenca con documento de identificación N° 1150490397, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 23 de septiembre del año 2022

Atentamente,



-----  
Roger Vinicio Michay Cuenca  
1150490397


## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Roger Vinicio Michay Cuenca con documento de identificación No. 1150490397, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño de un sistema de iluminación ornamental para la Basílica y Torre del Santuario Nacional Nuestra Señora del Cisne ubicado en la Parroquia el Cisne cantón Loja”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 23 de septiembre del año 2022

Atentamente,



-----  
Roger Vinicio Michay Cuenca

1150490397

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Diego Francisco Carrión Galarza con documento de identificación N° 1713703062, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN ORNAMENTAL PARA LA BASÍLICA Y TORRE DEL SANTUARIO NACIONAL NUESTRA SEÑORA DEL CISNE UBICADO EN LA PARROQUIA EL CISNE CANTÓN LOJA, realizado por Roger Vinicio Michay Cuenca con documento de identificación N° 1150490397, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 23 de septiembre del año 2022

Atentamente,



---

Ing. Diego Francisco Carrión Galarza, MSc.  
1713703062

## **DEDICATORIA.**

*Dedico este trabajo a Dios y a mis padres Luis y Mercedes, quienes me apoyaron en todo momento en el transcurso a lo largo de mi carrera, siendo un apoyo incondicional, brindándome su amor y orientación para cumplir mis metas. Además, este trabajo va dedicado a mi hijo Thomas, quien ha sido mi inspiración para no desistir de mis objetivos y cumplirlos.*

## **AGRADECIMIENTO.**

*Agradezco en primer lugar a Dios por darme la oportunidad de vivir este momento tan especial de ser profesional; agradezco a todas esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron dispuestas para brindarme su ayuda incondicional. Agradezco enormemente a mi tutor y docente; Ing. Diego Carrión, quien, con su gran conocimiento, excelente calidad de persona y su experiencia como investigador me guio y compartió sus conocimientos generosamente para poder hacer posible que este trabajo se realice exitosamente. Agradezco a todos los docentes a lo largo de mi carrera en la Universidad Politécnica Salesiana, ya que han sido excelentes maestros en cada materia y me han impartido con sinceridad conocimientos sólidos y de mucho potencial en la Ingeniería Eléctrica.*

## **ÍNDICE GENERAL**

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Alcance .....	3
1.3. Objetivo Principal .....	4
1.4. Objetivos específicos .....	4
2. MARCO TEORICO .....	5
2.1. Iluminación de exteriores.....	5
2.2. Iluminación Artificial.....	6
2.3. Calidad y tipos de iluminación .....	6
2.4. Niveles de iluminación .....	8
2.5. Iluminación Led .....	12
2.6. Ventajas de la Iluminación Led.....	13
2.7. Percepción visual de colores .....	14
2.7.1. Emoción e intelecto .....	14
2.7.2. Deslumbramiento .....	14
2.8. Alumbrado Publico.....	15
2.9. Tecnología Led.....	15
2.10. Luminarias Led.....	16
2.10.1. Luminarias Led RGB .....	16
2.11. Dispersión y alcance de las luminarias.....	17
2.12. Criterios de clasificación de luminarias.....	18
2.13. Índice de rendimiento monocromático .....	18
2.14. Tipos de iluminación exterior .....	19
2.15. Iluminación especial para iglesias .....	20
2.16. Sistemas de puesta a tierra .....	21
2.17. Malla Puesta a tierra .....	21
2.18. Protección de alumbrado exterior .....	22
2.19. Protección contra sobretensiones en los sistemas de alumbrado exterior led .....	23
2.20. Programas para diseño de iluminación.....	23
2.21. Software DIALUX.....	25
2.22. Carga y demanda .....	25
2.22.1. Carga Instalada Representativa .....	25
2.22.2. Factor de Simultaneidad .....	26

2.22.3. Determinación de demanda máxima unitaria .....	26
2.22.4. Factor de demanda.....	26
2.23. Criterio del diseño con base en la normativa IEEE 80.....	27
2.24. Normas para sistemas de distribución, guía de diseño para redes de distribución.....	27
2.25. Inspección técnica .....	27
2.25.1. Sistema de iluminación .....	28
3. DISEÑO .....	29
3.1. Análisis de carga para iluminación ornamental .....	29
3.2. Sistema de puesta a tierra .....	31
3.3. Cálculo de malla para puesta a tierra.....	33
3.3.1. Cálculo del conductor .....	33
4. ANÁLISIS .....	37
4.1. Análisis técnico del proyecto.....	37
4.2. Carga y demanda .....	37
4.3. Acometida principal de baja tensión y tableros secundarios.....	37
4.4. Malla de Tierra .....	38
4.5. Sistemas de canalización y tuberías .....	38
4.6. Diseño de Fachadas que conforman el Santuario de Nuestra Señora del Cisne mediante software DIALux.....	39
4.7. Calidad de Iluminación de las fachadas representados por colores.....	48
4.8. Tablero de control para sistema de iluminación externa.....	54
4.9. Análisis comparativo entre luminarias led y fluorescentes .....	54
4.10. Análisis de costos para la implementación del sistema de Iluminación .....	55
5. CONCLUSIONES .....	56
6. RECOMENDACIONES .....	58
7. REFERENCIAS .....	59
8. ANEXOS.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Luminarias exteriores que bañan la edificación. ....	6
Figura 2. Tipos de iluminación para edificaciones exteriores .....	7
Figura 3. Medición de luxes en una casa residencial.....	10
Figura 4. Vista de la Basílica del Cisne sin presencia de neblina.....	11
Figura 5. Vista de la Basílica del Cisne con presencia de neblina.....	12
Figura 6. Foto vista lateral de la Basílica del Cisne.....	19
Figura 7. Malla de puesta a tierra .....	22
Figura 8. Diagrama unifilar para la distribución de las cargas .....	29
Figura 9. Mapa de suelos en la Parroquia del Cisne.....	32
Figura 10. Distribución para malla de puesta a tierra.....	34
Figura 11. Simbología utilizada en el sistema de canalización. ....	39
Figura 12. Vista de la fachada frontal de la Basílica. ....	40
Figura 13. Vista lateral derecha de la fachada de la Basílica. ....	41
Figura 14. Vista lateral izquierda de la fachada de la Basílica. ....	41
Figura 15. Vista superior de las vigas de la segunda planta.....	42
Figura 16. Pasadizo entre iglesia y torre. ....	43
Figura 17. Pasadizo Lateral campo Mariano .....	43
Figura 18. Vista trasera del campo Mariano. ....	44
Figura 19. Vista de la fachada de la puerta de arco de la Basílica. ....	44
Figura 20. Vista de la parte de atrás de la Basílica .....	45
Figura 21. Iluminación de las estacas superiores de la Basílica. ....	46
Figura 22. Vista superior de la Basílica y Torre.....	46
Figura 23. Iluminación de la fachada de la torre. ....	47
Figura 24. Iluminación de la fachada externa Pasadizo Campo Mariano.....	47
Figura 25. Iluminación en el parque. ....	48
Figura 26. Representación de luxes mediante la variedad de colores. ....	48
Figura 27. Vista de la parte de posterior de la Basílica.....	49
Figura 28. Vista de la fachada de la puerta de arco de la Basílica. ....	50
Figura 29. Pasadizo Lateral campo Mariano. ....	50
Figura 30. Iluminación de la fachada de la torre .....	51
Figura 31. Iluminación del parque. ....	51
Figura 32. Vista de la fachada frontal de la Basílica. ....	52
Figura 33. Vista lateral izquierda de la fachada de la Basílica. ....	52
Figura 34. Vista lateral derecha de la fachada de la Basílica. ....	53
Figura 35. Vista de vigas segunda planta representada por colores.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles de Iluminación. ....	8
Tabla 2: Valores de Alcance.....	17
Tabla 3: Valores de dispersión.....	17

## RESUMEN

El presente documento hace referencia al diseño de un sistema de iluminación ornamental para garantizar la iluminación óptima de las obras y resaltar la arquitectura de las mismas, específicamente en la Basílica y la torre del Santuario Nacional nuestra señora del Cisne. El sistema de iluminación propuesto sigue los parámetros del sistema internacional CRI que en español quiere decir índice de reproducción monocromático, para obtener una adecuada distribución lumínica, con un sistema eléctricamente eficiente y el uso de lámparas RGB y reflectores de luz cálida y fría. Para el diseño del sistema, se realizan los planos en el software AutoCAD y la simulación con el software DIALux, los cuales permiten mostrar el resultado más cercano al real antes de ser implementado. Para que el sistema cuente con eficiencia energética, se realiza un estudio sobre la carga total que tienen las instalaciones del Santuario y también del nuevo sistema de iluminación. Como medidas de protección para el proyecto, se procede a realizar el diseño de una malla de puesta a tierra para proteger el sistema de iluminación debido a la intensidad y sensibilidad de las lámparas, tomando en cuenta los valores de resistividad propios del terreno donde se propone realizar la instalación. El proyecto considera parámetros técnicos reales y puede ser implementado a futuro en el Santuario ubicado en el cantón Loja mostrando como resultados los costos para la implementación del proyecto y el detalle de todos los materiales, obra civil que intervienen para su realización, así como indicaciones específicas mostradas en los planos para la ubicación de cada elemento.

**Palabras clave:** Norma IEEE 80, Led RGB, Malla de puesta a tierra, DIALux.

## **ABSTRACT**

This document refers to the design of an ornamental lighting system to ensure optimal illumination of the works and highlight the architecture of the same, specifically in the Basilica and the tower of the National Shrine of Our Lady of the Swan. The proposed lighting system follows the parameters of the international CRI system, which in Spanish means monochromatic reproduction index, to obtain an adequate light distribution, with an electrically efficient system and the use of RGB lamps and warm and cold light reflectors. For the design of the system, the drawings are made in AutoCAD software and the simulation with DIALux software, which allow to show the closest result to the real one before being implemented. To ensure that the system is energy efficient, a study was conducted on the total load of the sanctuary's facilities and the new lighting system. As protection measures for the project, a grounding mesh was designed to protect the lighting system due to the intensity and sensitivity of the lamps, taking into account the resistivity values of the terrain where the installation is proposed. The project considers real technical parameters and can be implemented in the future in the Sanctuary located in the Loja canton showing as results the costs for the implementation of the project and the detail of all the materials, civil work involved for its realization, as well as specific indications shown in the plans for the location of each element.

**Keywords:** IEEE 80 standard, RGB Led, Grounding grid, DIALux.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto abarca el diseño de un sistema de iluminación ornamental para garantizar la óptima iluminación de las obras y resaltar su arquitectura. Este sistema permitirá iluminar la fachada de la Basílica y la torre del Santuario Nacional nuestra señora del Cisne mediante la implementación de una red de lámparas RGB y reflectores de luz cálida y fría, además, se realiza un estudio para analizar la carga total de las instalaciones y las caídas de tensión que puedan existir a fin de tener un correcto dimensionamiento de todo el sistema de iluminación, una de las herramientas de software a usar es Dia Lux este permite generar una simulación y obtener un bosquejo en 3D del sitio donde se va implementar el sistema además permite mostrar el tipo de lámparas que se pueden colocar, medidas entre otros parámetros que son de utilidad en el diseño, para lograr esto a continuación, se procede a detallar cada sección.

El documento se enfoca en desarrollar el diseño para la implementación del sistema de iluminación ornamental con su respectiva malla de puesta a tierra para proporcionar una protección a todo el proyecto además de un cálculo de cargas que permite conocer los valores de las corrientes en el circuito de iluminación para dimensionar los conductores y protecciones para los tableros secundarios. Además, se presenta los diseños y distribución de las luminarias, desarrolladas en el software AutoCAD en el cual se encuentra el diagrama unifilar y la ductería que se va instalar por los alrededores de la Basílica y Torre de Nuestra señora del Cisne.

### **1.1. Planteamiento del problema**

El Santuario Nacional Nuestra Señora de El Cisne está ubicada al sur del país en la Parroquia El Cisne provincia de Loja, es un templo católico construido en el año 1934 diseñado para brindar culto a la virgen de El Cisne, cada año los feligreses se juntan en una procesión que empieza en el Santuario hasta la ciudad de Loja y finaliza con una celebración eucarística.

El Santuario debe cumplir protocolos de iluminación y eficiencia de energía eléctrica, para albergar una gran cantidad de feligreses, El problema del proyecto surge con la necesidad de realizar un sistema de iluminación ornamental externo de la Basílica y La Torre del Santuario. También, se debe considerar que el propósito de implementar este sistema radica en resaltar la arquitectura del templo en las noches, de manera que conserven así su estilo gótico, contemporáneo y neoclásico [1].

El Santuario al estar ubicado en la región sierra sur del país y estar localizada entre una cordillera de montañas, tiene un clima poco favorable para la visualización de las personas, ya que en las horas de la tarde y noche sufre de una condensación de la humedad que rodea la zona, lo que provoca que exista la presencia de neblina muy densa que rodea la infraestructura de la Basílica, lo que impide que sea visible a largas distancias.

Las instalaciones del Parque Central y el Campo Mariano que se encuentran a un costado del Santuario, no cuentan con un sistema de iluminación óptima y eficiente que permita una mejor visibilidad en las noches a los habitantes y turistas que llegan al lugar, por otro lado, los sistemas ya existentes carecen de planeación y análisis previo, lo que conlleva a instalaciones poco profesionales, deficientes, y que representan un alto porcentaje de riesgo para las personas que visitan esa zona [2].

Por último, la red eléctrica que contiene el Parque Central, el Campo Mariano y el Santuario Nacional Nuestra Señora de El Cisne no tienen un sistema de seguridad en las iluminarias ya instaladas, es decir carecen de una conexión a tierra como medida de protección, que evitaría que los dispositivos finales sufran el riesgo de daño por diversas causas.

El diseño de este sistema de iluminación abarca las instalaciones del Parque Central y el Campo Mariano que están ubicados al lado de la Basílica. Este diseño considerará criterios de eficiencia energética, parámetros fotométricos, métodos de iluminación y ubicación óptima de las luminarias. Este proyecto desea aumentar la atracción turística del sector, que se encuentran devaluada por

motivos de pandemia, generando un impacto visual para los turistas que lo visitan.

## **1.2. Alcance**

El diseño de este proyecto garantizará la iluminación óptima de las obras y resaltará la arquitectura de las mismas. Propone lograr una iluminación energética eficiente con uso de lámparas Led RGB, reflectores de luz cálida y fría con inclusión de parámetros fotométricos idóneos y métodos de iluminación correctos evitando así el cansancio visual. Se considera parámetros del sistema internacional CRI para lograr una correcta distribución lumínica en todo el Santuario. Se diseñó planos con el software AutoCAD y simulaciones con el Software DIALux. Se realizó un estudio de carga total de la Basílica, Torre, Parque y Campo Mariano considerando los parámetros de diseño utilizado en distribución eléctrica [3].

Se diseñó una malla de puesta a tierra usando varillas tipo Copperweld para proteger el sistema de iluminación además de evitar descargas eléctricas peligrosas a personas que circulen por el sitio. El diseño de iluminación realizado es amigable con el ambiente debido a que las luminarias consideradas para este proyecto no desprenden gases tóxicos al medio ambiente por ser de tecnología Led [4].

En el ámbito social es de gran ayuda puesto que un lugar con buena iluminación brinda cierta sensación de seguridad en todo el sector, en el ámbito cultural la iluminación patrimonial facilita el observar un objeto artístico por la noche fomentando atracción al espectador y realza los valores arquitectónicos de la obra en general.

El diseño ornamental de este proyecto logrará la iluminación óptima de las obras y resaltará la arquitectura de las mismas. Propone lograr una iluminación energética eficiente con uso de lámparas Led RGB, reflectores de luz cálida y fría con inclusión de parámetros fotométricos idóneos y métodos de iluminación eficientes. Se considera parámetros del sistema internacional CRI para lograr una perspectiva ergonómica adecuada. Además, el diseño estará protegido con un

sistema de puesta a tierra para las luminarias. Este proyecto considera parámetros técnicos reales y puede ser implementado a futuro en la localidad [5].

### **1.3. Objetivo Principal**

- Proponer un diseño de iluminación ornamental externo para la Basílica y Torre de la Parroquia el Cisne considerando parámetros de iluminación eficiente que cumplan con características fotométricas y criterios ergonómicos que logren resaltar contrastes de la arquitectura de las obras.

### **1.4. Objetivos específicos**

- Elaborar planos y simular el diseño de iluminación ornamental más cercano a la realidad que cumpla con estándares de calidad y parámetros lumínicos aptos e idóneos para prevenir la contaminación visual.
- Realizar el estudio de carga a instalar para el diseño de iluminación considerando factores de luminotecnica, eficiencia energética, voltaje, corriente y potencia.
- Comparar los métodos de iluminación planteados entre lámparas Led y lámparas fluorescentes considerando el sistema internacional CRI (índice de reproducción cromático).
- Diseñar un sistema de puesta a tierra mediante el uso de varillas tipo Copperweld para protección del sistema de iluminación planteado.

## 2. MARCO TEORICO

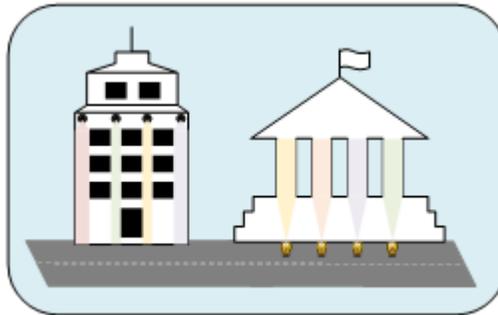
En este capítulo se realiza el estudio teórico para la compra de iluminación a ser implementado, las características técnicas de cada elemento que interviene en el proyecto y la descripción del software a utilizar.

### 2.1. Iluminación de exteriores

La iluminación exterior es de mucha importancia pues afecta o favorece las distintas actividades que desarrollan las personas al aire libre, un uso adecuado de iluminación en las noches en espacios públicos beneficia a las personas generando un sector más saludable [6].

Con respecto a la iluminación nocturna en los espacios exteriores urbanos y rurales han presentado cierta controversia en los últimos años pues existen sectores que carecen de iluminación. La captura y presentación de imágenes nocturnas se ha convertido en una herramienta que enseña e identifica zonas y localidades que necesitan mejorar el crecimiento urbano y económico simultáneamente con la intensidad de utilización de energía suficiente para las grandes edificaciones [7].

La iluminación exterior es un elemento vital porque afecta o beneficia las diferentes actividades de las personas al aire libre; su uso correcto en las noches puede beneficiar a las personas, dando como resultado en un sector más saludable; cabe recalcar que la reducción paulatina de la iluminación en los espacios exteriores urbanos y rurales ha provocado polémica; por lo que la presentación de edificios, iglesias, parques quedan a atrás; limitando el crecimiento urbano y económico de cada lugar donde se encuentra este tipo de arqueología en ocasiones se puede observar estas luces en el suelo para bañar cualquier edificación en el contexto de su entorno como se muestra en la Figura 1 [8].



**Figura 1.** Luminarias exteriores que bañan la edificación.

**Fuente:** Autor

## **2.2. Iluminación Artificial**

Cuando se produce luz artificial en las noches esta aumenta en sectores con mayor afluencia de personas, la cantidad de luz por persona tiende a disminuir con el aumento de la urbanización. Existen algunas variaciones de luz artificial durante la noche haciendo hincapié que la contaminación lumínica [9].

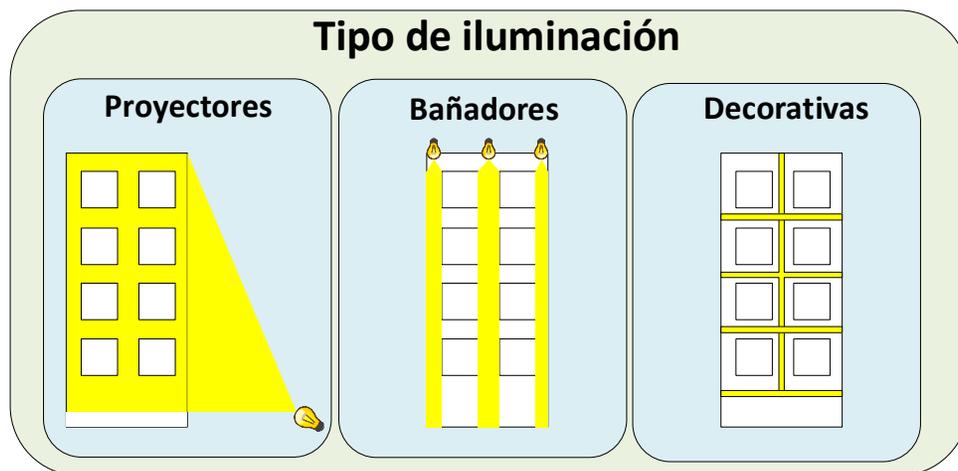
La iluminación exterior es un factor importante para resaltar y darle un significado especial a las obras arquitectónicas. Además, permite dar una perspectiva hacia las personas que frecuentan ciertos lugares, brindándoles efectos positivos, confianza en temas de seguridad a las personas y realce de los lugares patrimoniales [10].

## **2.3. Calidad y tipos de iluminación**

La calidad visual es un factor importante para la evaluación en los sistemas de iluminación. Este factor consiste en permanecer en el medio ambiente sin cansarse debido a la luminosidad por ello es importante distribuir de manera adecuada la intensidad de brillo y el color. La tecnología moderna posee un sin número de aplicaciones y software para realizar modelos y análisis de iluminación. Este crecimiento tecnológico ayuda a proponer diseños de iluminación más eficientes, en cuanto a la parte técnica se debe tener un uso optimizado de energía con alta eficiencia además

en cuanto a economía se debe minimizar en costos de iluminación [11].

Un sistema de iluminación con calidad y eficiencia apropiados genera un efecto positivo en el diario vivir de las personas. La iluminación con el paso del tiempo va ganando importancia en la sociedad debido a que eleva los niveles de seguridad en los lugares públicos, resalta la belleza arquitectónica de edificios, parques y obras monumentales. Otro factor importante de una buena iluminación es reducir costos y ser amigable con el medio ambiente, existen varios tipos de iluminación las que se detallan a continuación como muestran en la Figura 2:



**Figura 2.** Tipos de iluminación para edificaciones exteriores

**Fuente:**Autor

La cantidad de luz a utilizar tiende a ser diferente de acuerdo a las características de ubicación de las obras arquitectónicas por lo tanto la luz a implementar varía considerando además la funcionalidad del espacio. Sin embargo, una disposición adecuada de las luminarias garantiza una reducción considerable de energía y mejor aprovechamiento de los lugares públicos. Las luminarias, lámparas o reflectores se deben elegir considerando la inclusión de criterios técnicos de iluminación optimizada. De esta manera se logra un mejor aprovechamiento de la iluminación evitando futuras pérdidas de energía [11].

En los últimos años la deficiencia energética se ha convertido en un problema global la cual desafía a realizar diseños de iluminación más sostenibles y eficientes. Para diseñar un eficiente sistema de iluminación, se deben considerar parámetros como: temperatura del color, reflexión del color, el deslumbramiento, la intensidad de la iluminación, el flujo luminoso, pérdidas y ganancias de iluminación, el coeficiente de reflexión y el brillo luminoso [11].

## 2.4. Niveles de iluminación

La agudeza visual está relacionada especialmente con los niveles de iluminación en el objeto y su entorno. Se debe considerar que el brillo se relaciona con la reflectancia y color de los distintos objetos. La variedad de instalaciones arquitectónicas determinará la cantidad de luz a implementar. Algunos lugares de servicio público requerirán altos niveles de luz para satisfacer las necesidades visuales de los trabajadores o usuarios. Además, existen áreas que pueden satisfacerse con bajos niveles de luz todo depende de que aplicación se le quiera dar al lugar a iluminar [12].

Los niveles de luz a utilizar están reglamentados por instituciones expertas en los temas de iluminación o códigos de sociedades de ingeniería de la iluminación. A continuación, se presentan una variedad de ejemplos los cuales son:

**Tabla 1:** Niveles de Iluminación.

<b>Espacio para iluminar</b>	<b>Iluminancia (Lux)</b>
La nave de una iglesia	100 – 200
Sala de estar en una casa	100 – 300
Oficinas, puestos de ordenadores	300
Oficinas, general	500
Montaje de precisión, eléctrico	1000

**Nota:** Fuente: Autor

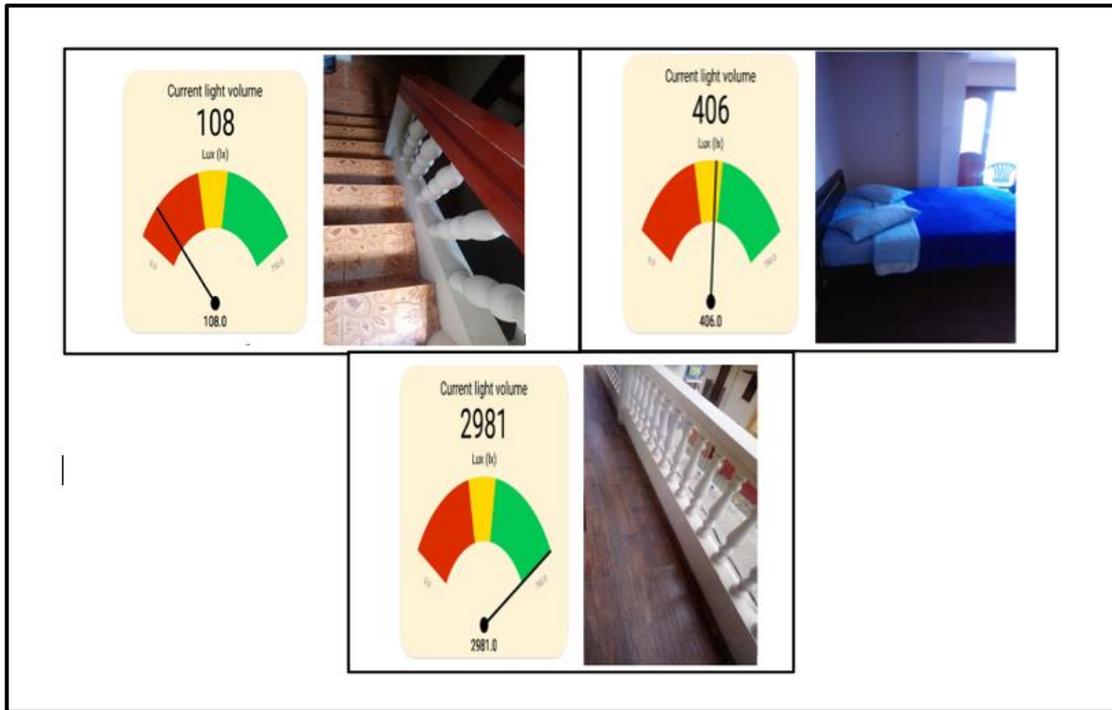
La Tabla 1 muestra la amplia variedad de niveles de luz, estos niveles de luz van desde los 20 lux hasta los 30000 lux, considerando los distintos tipos de funciones de los lugares. Las personas con visión avanzada necesariamente necesitan niveles elevados de luz. Además, se debe considerar que el sistema de luz elegido debe satisfacer necesidades visuales, emocionales y de percepción [12].

Para familiarizarse con el tema de niveles de luz se midió el nivel de luxes que poseen tres distintas áreas en una residencia particular y se tiene los siguientes resultados:

La primera medición se realizó en el pasillo interno de una casa con el uso de una aplicación gratuita instalada en el celular. Como se ve en la Figura 2.3, no hay un nivel de iluminación adecuado debido a que no pasa de los 108 luxes.

La segunda medición se realizó en una habitación de una casa con el uso de una aplicación gratuita instalada en el celular, ya existe un nivel de iluminación adecuado debido a que tiene 406 luxes

La tercera medición se realizó en el balcón frontal de una casa con el uso de una aplicación gratuita instalada en el celular, ya existe un nivel de iluminación eficiente debido a que alcanza un nivel alto de luxes igual a 2981.



**Figura 3.** Medición de luxes en una casa residencial.

**Fuente:** Autor

Existen varios programas de iluminación donde la percepción de un espacio es tan importante como las necesidades visuales de los ocupantes. Como ejemplo se tiene la iluminación de una iglesia o catedral, donde una vez que se satisfacen las necesidades visuales de la congregación y el clero para que se pueda realizar la ceremonia, cómo aparece el espacio a lo largo del día, con la luz del día y con la iluminación artificial, eleva su importante, debido a que eso determinará el éxito visual de los lugares considerados sagrados. El rendimiento visual es un aspecto de la percepción visual [12].

La iluminación de iglesias, catedrales o Basílicas es de gran importancia exclusivamente en las noches para elevar la atracción de la localidad. En la Figura 4 se puede observar la excelente vista de la Basílica del Cisne sin presencia de neblina, la cual está ubicada en la Parroquia el Cisne provincia de Loja.



**Figura 4.** Vista de la Basílica del Cisne sin presencia de neblina.

**Fuente:** Autor

Además, en la Figura 5 se puede observar la Basílica del Cisne con niveles de iluminación más bajos debido a la presencia de neblina en el sector.



**Figura 5.** Vista de la Basílica del Cisne con presencia de neblina.

**Fuente:** Autor

Las figuras vistas anteriormente fueron capturadas a la misma hora (11:00 am) pero en diferentes días, concluyendo que los niveles de iluminación también dependen de las condiciones climáticas variantes.

Es importante considerar las condiciones climáticas del sector para implementar de manera adecuada un sistema de iluminación eficiente, las gráficas anteriores son de gran importancia para tomar consideraciones acertadas en un proyecto de iluminación.

## **2.5. Iluminación Led**

La implementación de iluminación Led ha crecido debido a los valores de eficiencia que son más favorables en comparación con la iluminación convencional.

Mientras una bombilla convencional utiliza un aproximado de un 20% en generar luz y el 80% restante lo pierden en calor las luminarias Led aprovechan un 90% en producir luz y el 10% en generar calor, se puede diferenciar con claridad los beneficios a largo plazo que la tecnología Led nos puede proveer. Además, la vida útil de las luminarias Led es 10 veces más que el de las luminarias convencionales. Estos beneficios representan un ahorro considerable en mantenimiento, tanto para mano de obra o reemplazo de material dañado [13].

## **2.6. Ventajas de la Iluminación Led**

El consumo mínimo que realizan las luminarias Led permite un ahorro energético considerable para el consumidor final. La vida útil que posee la tecnología Led posee una gran ventaja en comparación con la iluminación convencional debido a que puede llegar estar entre 20000 y 50000 horas de vida esto es aproximadamente 6 años. En cambio, las luminarias halógenas poseen una vida útil de 2000 horas demostrando una mayor durabilidad.

Esta tecnología Led en su mayoría están diseñados con disipadores de calor para evitar sobrecargas y emiten niveles bajos de calor. Otra característica que poseen es la producción de luz nítida y brillante evitando parpadeos. La iluminación Led es de fácil instalación y puede suponer un ahorro de hasta un 80% [2].

Las luminarias Led al no tener el mismo principio de funcionamiento que las bombillas incandescentes o halógenas, tienen como ventaja una mayor resistencia a golpes y vibraciones sin sufrir rupturas debido y al poseen protección IP contra agua, polvo y algunas otras sustancias químicas a las que está expuesta la luminaria. En resumen, las luminarias Led son amigables con el medio debido a que no contienen mercurio, ni emiten gases tóxicos y su capacidad de generar contaminación lumínica en exteriores es baja. Por lo tanto, el uso de esta nueva alternativa para iluminar cualquier espacio exterior o público en general genera ventajas en la población [2].

## **2.7. Percepción visual de colores**

La observación común consiste en que mientras más luz se tenga disponible mejor observación tendremos como resultado. Durante las mañanas se tiene como opción principal abrir las ventanas para aprovechar la iluminación natural del día, mientras que en la noche se enciende la luz eléctrica, en caso de tener un sistema inteligente de iluminación para usar la luz necesaria y satisfacer las necesidades visuales se lograría un elevado nivel de confort. El nivel es muy importante es por esto que por sí solo ignora nuestras necesidades de la percepción general de un espacio [12].

### **2.7.1. Emoción e intelecto**

Los factores planteados están relacionados con la perspectiva de visión o función de aspectos del diseño de iluminación, es decir la luz adecuada en donde debe ser implementada y como debe ser implementada.

La problemática principal es con los aspectos intangibles de la iluminación, que es debido a la baja probabilidad del sistema de cómputo para que responda con un adecuado diseño de iluminación. El diseñador o arquitecto debe comprender la respuesta emocional que necesita para entregar resultados eficientes de iluminación. Estos diseños pueden realizarse en iglesias, edificios, museos de arte, etc. [12].

### **2.7.2. Deslumbramiento**

Las fachadas góticas y neoclásicas necesitan en la actualidad ser mostradas en condiciones nocturnas para lograr un mejor aprovechamiento de las distintas figuras y formas que logren generar un impacto visual a las personas que las frecuentan en el diario vivir. Esto se basó en un sistema de iluminación moderno para operar con sombreado e iluminación eficiente, con el propósito de utilizar de manera adecuada la energía de iluminación considerando restricciones de sombreado y deslumbramiento [14].

Considerar el deslumbramiento es de mucha importancia debido a que el excesivo deslumbramiento de una luminaria puede provocar molestias a quienes lo rodean.

El deslumbramiento es una manera de definir numéricamente que tan brillante es una luminaria en interiores como en exteriores para impedir que se produzca el efecto rebote, este efecto mencionado anteriormente puede producir trastornos a las personas por las condiciones desfavorables que presenta [15].

## **2.8. Alumbrado Publico**

El excelente estado y proyección del alumbrado destaca la prosperidad económica de la localidad. La implementación efectiva de nuevos medios de alumbrado presupone una seria justificación técnica y económica para desarrollar la iluminación de forma más productiva [16].

El impacto ambiental del alumbrado público afecta la seguridad y aceptabilidad social percibida debido a los bajos niveles de iluminación del mismo. Las personas presentan un grado de aceptabilidad bajo debido al bajo nivel de iluminación en lugares públicos, por ende, prefieren iluminación de nivel alto debido a que consideran que este tipo de iluminación ayuda al medio ambiente y genera una mejor percepción en cuanto a seguridad [17].

## **2.9. Tecnología Led**

La tecnología Led es de gran interés para iluminar especialmente áreas públicas, los estudios demuestran que la implementación de estas luminarias está disminuyendo el uso de luminarias convencionales, esta inversión de implementación de tecnología Led permite un ahorro considerable de energía y permite a la vez una recuperación inmediata de la inversión. Es importante mencionar que en los últimos años la mayoría de diseños para alumbrar sectores públicos han utilizado tecnología Led debido a los grandes beneficios que presentan estas modernas tecnologías [18].

La creciente aparición y mejoras continuas de luces Led como fuentes de luz y por su gran flexibilidad, ha permitido desarrollar diseños modernos en el campo de la arquitectura clásica y el arte de iluminación nos ha permitido implementar por las ventajas que ofrecen como fuentes de luz, estas luces son de diferentes tamaños y diseños, además son compactas con características de alto nivel de iluminación. La luz emitida por esta tecnología permite implementar una gran variedad de colores de luz emitida creando de esta forma noches atractivas con la visualización más detallada de las figuras arquitectónicas de las obras de ingeniería [19].

El uso de luminarias Led en la modernidad ha incrementado debido a los altos valores de ahorro energético y económico que estas nos dan. Además, nos proporcionan un adecuado ambiente en el que nos desarrollamos día a día [20].

## **2.10. Luminarias Led**

Las luminarias Led actualmente nos permiten el control espacial eficaz del flujo luminoso, combinado con efectos de color dinámicos, estos colores revelan nuevas soluciones para resaltar la arquitectura artística nocturna tanto pública como privada y lograr un mejor color de luz estético. Estas mejoras son importantes para lugareños y visitantes de todas las ciudades que frecuentan sitios de valor patrimonial [16]. El uso de farolas Led ha permitido una mejor visibilidad en avenidas y vías para mejorar la circulación de los vehículos. Además, la disminución de la contaminación visual [21].

### **2.10.1. Luminarias Led RGB**

Las siglas RGB representan un sistema de iluminación que se basa en tres colores principales que son el color rojo, verde y azul. El nombre RGB proviene de las siglas en inglés Red, Green, Blue. Estos colores primarios permiten realizar una gran variedad de combinaciones para implementar en un modelo de iluminación [20].

## 2.11. Dispersión y alcance de las luminarias

Existen dos características principales para clasificar las luminarias Led:

El alcance esta dado por el ángulo de la luminaria que este puede alcanzar en dirección longitudinal. Esta dirección es un valor que esta entre dos ángulos correspondientes al 90% de la intensidad más alta como se observa en la Tabla 2 [22].

**Tabla 2:** Valores de Alcance.

<b>Gamma &lt; 60°</b>	<b>Gamma [60°-70°]</b>	<b>Gamma &gt; 70°</b>
Corto	Medio	Largo

**Nota:** Fuente: Autor

La dispersión esta dada por una determinada dirección puesta por el ángulo que es capaz iluminar de forma transversal a la calzada [22].

Clasificación según dispersión:

**Tabla 3:** Valores de dispersión

<b>Gamma &lt; 45°</b>	<b>Gamma [45°-55°]</b>	<b>Gamma &gt; 55°</b>
Estrecha	Media	Ancha

**Nota:** Fuente: Autor

## **2.12. Criterios de clasificación de luminarias**

Se tienen varios parámetros para poder tener una clasificación de las luminarias: por su aplicación, características mecánicas, eléctricas o lumínicas, también se puede evaluar algunos criterios sobre la correcta iluminación con parámetros como el color de la luz que se está emitiendo o su distribución de su flujo luminoso [22].

Basándose en previas consultas, la clasificación se centra en criterios de luminosidad en función del flujo lumínico, analizando su distribución angular de intensidad luminosa y con ello, los flujos emitidos. Actualmente hay varias maneras de clasificar las luminarias en función de la distribución de flujo luminoso.

## **2.13. Índice de rendimiento monocromático**

El CRI es un sistema internacional de medida que indica la capacidad de una fuente luz para percibir los colores comparando con una fuente de luz natural debido a que esta luz representa de forma más clara los colores. La luz de sol permite ver los colores fieles a la realidad, en cambio en temas de iluminación una fuente de luz alcanzará un índice de reproducción cromático alto cuando los colores que iluminamos se asemejan más a los colores que se observarían si a dichos objetos se ilumina con la luz solar [23].

El CRI se mide en una escala de 0 y 100. El 0 indica una distorsión total de colores observados mientras que el 100 indica una reproducción fiel o real. Mientras el valor sea más cercano a 100, podemos percibir los colores con mayor fidelidad [23].

A continuación, se muestra la Figura 6, donde se observa en la parte izquierda la iglesia presenta un CRI bajo mientras que en la parte derecha se puede observar los colores con un CRI cercano a 100, es decir los colores se pueden observar de forma más fiel o real.



a) CRI=0

b)  $50 < \text{CRI} < 90$

c)  $\text{CRI} \geq 90$

**Figura 6.** Foto vista lateral de la Basílica del Cisne.

**Fuente:** Autor.

## 2.14. Tipos de iluminación exterior

La luz logra la manipulación de las distancias. Formas y percepción de los volúmenes.

A continuación, se detallan varios tipos de iluminación los cuales son:

- La iluminación básica: logra la percepción de forma horizontal del plano, se distinguen la luz directa difusa de la luz directa dirigida, la primera se diferencia por permitir ausencia de sombras y reflejos mientras que la segunda tiene como principal característica el equilibrio entre brillo y uniformidad [1].
- La iluminación de inundación: Se caracteriza por iluminar espacios o áreas grandes. Este tipo de iluminación se basa en generar haces de luz extensivos que generan amplitud y delimita espacios. Además, está relacionada con la iluminación vertical la cual es aplicada para inundar paredes y contribuir en la impresión de la claridad de los espacios. Este tipo de iluminación también se usa en distintos planos de trabajo [1].
- La iluminación de tareas: se utiliza especialmente en exteriores con el propósito de dar luz a entradas y caminos. Este tipo de iluminación tiene como función principal contribuir con la realización de actividades específicas [24].

- La iluminación ambiental: este tipo de iluminación se enfoca en iluminar áreas exteriores abiertas, considerando un nivel de brillo cómodo que favorezca la visibilidad, evitando el deslumbramiento. Generalmente se usan luces de poste para poder transitar con seguridad a través de los espacios al aire libre [24].

La iluminación de proyección: este tipo de iluminación añade drama a un elemento, esta técnica destaca detalles arquitectónicos y objetos por medio de conos de luz intensos que resaltan dentro de entornos oscuros. Al concentrar la atención de los puntos iluminados estos tienden a recibir mayor énfasis [24].

### **2.15. Iluminación especial para iglesias**

Existe un tipo de iluminación especial para iluminar fachadas de iglesias denominada "Iluminación tipo museo", este tipo de tipología de iluminación incluye criterios más refinados utilizados en iglesias. Es decir, las iglesias contienen a menudo obras de arte las cuales poseen un significado y valor importantes que debe considerarse en el momento de escoger el tipo de iluminación a implementar [25].

Variedad de iglesias prestigiosas se iluminan en función de la exaltación de su arquitectura y las obras de arte contenidas, pero existen otros criterios a considerar en el momento de iluminar una iglesia, estos aspectos pueden ser la presencia conjunta de la vida festiva y devocional de la comunidad que la habita, con los aspectos culturales y el social que esto conlleva [25].

La iluminación artificial de los edificios o construcciones litúrgicas sabiamente entendidas, diseñadas y aprovechadas constituyen un elemento irrenunciable del proyecto no solo en relación a la obvia necesidad de iluminar los ambientes para el bienestar visual sino también en respetar los valores artísticos y culturales de las iglesias.

## **2.16. Sistemas de puesta a tierra**

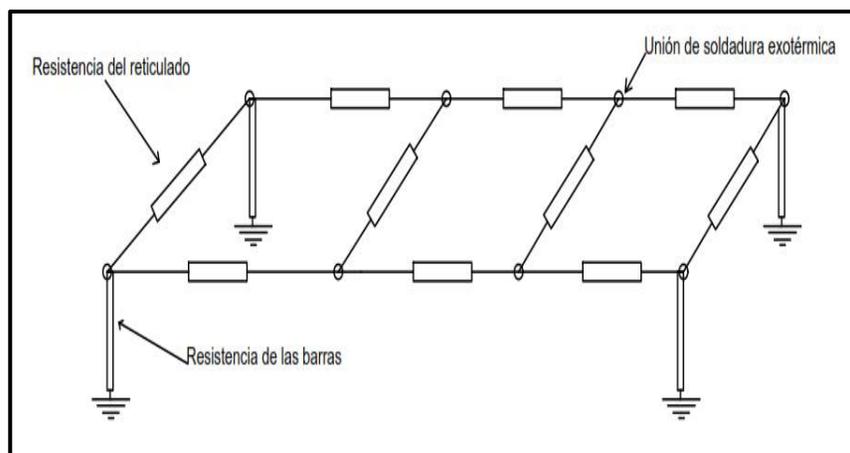
Los Sistemas de Puesta a Tierra están compuestos principalmente por electrodos los cuales están enterrados y de conductores utilizados para unir a los electrodos entre sí.

Es importante realizar una correcta conexión del sistema de protección para tener un índice de confiabilidad alto. Las características principales de este sistema de protección son: Proteger a las personas que se encuentran en la edificación, proteger los equipos e instalaciones eléctricas de tensiones peligrosas(elevadas) y cumplir con normas de seguridad establecidas [26].

## **2.17. Malla Puesta a tierra**

La malla de tierra está formada por varios conductores desnudos de cobre que se conectan a los dispositivos de una instalación eléctrica con un medio de referencia que es la tierra, esta malla está formada por tres componentes que son la resistencia del conductor, la resistencia del terreno, la resistencia de contacto entre malla a tierra se sabe que esta malla está formada por varios elementos como barras enterradas, conductores instalados horizontalmente [27].

En la Figura 7 se tiene un esquema para una malla de puesta a tierra. Para la construcción de las mallas de tierra se utilizó barras verticales las cuales son varillas tipo Copperweld que están construidas con alma de acero y revestidas de cobre.



**Figura 7.** Malla de puesta a tierra

**Fuente:** autor

El valor de la resistencia de una malla de tierra tiende a tener muchos parámetros entre ellos la resistividad del terreno. Uno de los métodos más utilizados al momento de determinar la resistividad es el método de Schlumberger, que permite encontrar las capas que componen el terreno, como también la profundidad y la resistividad, al tener una malla de tierra se propone evitar tensiones peligrosas entre equipos y el terreno además de evitar descargas eléctricas para descargas por corrientes inducidas [27].

### 2.18. Protección de alumbrado exterior

Para evitar daños por sobretensiones se debe instalar en la entrada del edificio un sistema de protección contra sobretensiones.

Si la edificación dispone de un sistema de pararrayos exterior, en la entrada se debe realizar una conexión equipotencial que cuente con descargadores resistentes a la corriente de rayos. Se debe considerar que el alumbrado exterior Led está en el ángulo de protección de pararrayos. Además, para dar protección a las luminarias Led se debe instalar un dispositivo que proteja de sobretensiones a las mismas con un cable de longitud de 10 m delante de las luminarias [5].

## **2.19. Protección contra sobretensiones en los sistemas de alumbrado exterior Led**

Análisis previos de daños en luminarias Led son en la mayoría de los casos por sobretensiones afectan a varias de ellas simultáneamente debido a cableados extensos y a la exposición directa. Para mantener un correcto funcionamiento de las luminarias y evitar mantenimientos innecesarios en los sistemas de alumbrado exterior es conveniente la incorporación de un sistema de protección contra sobretensiones escalonado, confiable y eficiente [28].

La tecnología Led posee muchas ventajas sin embargo los inconvenientes que se presentan como son su alta sensibilidad a las sobretensiones y el elevado coste económico que resulta del cambio de equipos dañados deben ser considerados en el momento de realizar el diseño y planificación de futuros mantenimientos de una instalación.

Los daños provocados por estas sobretensiones se hacen evidentes en el fallo parcial o total del módulo Led y la destrucción del controlador electrónico. Estos fallos disminuyen la vida útil de las luminarias consecuentemente reducen el brillo [28].

## **2.20. Programas para diseño de iluminación**

Los programas especializados en iluminación presentan características parecidas, como métodos de punto a punto y de luz natural, la característica diferenciadora de estos programas es la forma en la que se interactúa con cada proyecto y la variedad de cálculos realizados. Los softwares más avanzados permiten visualizar un nivel alto de foto realismo [29].

Existen programas de prueba, de evaluación, gratuitos y pagados. Por lo que los programas gratuitos o libres son de preferencia para los estudiantes o catedráticos, se presenta una variedad de software usados para diseño de iluminación:

- Simcli: Para el diseño, simulación y evaluación de sistemas de iluminación en interiores.

- DIALux: Es un programa que se usa para proyectos sencillos y profesionales, incluye herramienta de renderizado 3D y se ejecuta sobre la plataforma MS Word.
- Velux Visualizer: Este programa es un simulador de luz natural para diseño arquitectónico.
- Calculux: Es una herramienta del fabricante de bombillos Phillips para calcular luminarias.
- Lumenlux: Usado para proyectos exclusivos de interiores o exteriores, con un amplio catálogo de luminarias.
- Radiance: Conjunto de programas para el análisis y visualización del diseño, render de calidad foto realística.
- AGi32: Enfocado en la optimización del uso de energía, se basa en la radiosidad y calcula la luz eléctrica necesaria de forma interactiva.
- Lumen Designer: Para cálculo y renderizado de luces y ambientes, con una interfaz gráfica muy completa.
- Relux: Professional: Este programa posee un amplio catálogo de luminarias, render con texturas, animación, etc [29].

El programa DIALux es un programa libre el cual puede ser usado de forma segura y tiene como beneficio su sencillo uso de las diferentes herramientas que posee para realizar cualquier diseño de iluminación.

## **2.21. Software DIALUX**

El diseño de iluminación de un espacio de trabajo es una tarea complicada que incluye múltiples criterios basados en muchos aspectos físicos y psicológicos. El programa DIALux evo es un software gratuito que ayuda en la simulación de sistemas de iluminación para fines personales, educativos o comerciales, [30]. El software permite realizar simulaciones eficientes en un determinado espacio o lugar, logrando así varios beneficios o ventajas en el diseño de iluminación [31].

Es un software que permite realizar un modelado y diseño en tercera dimensión del lugar que el proyectista este generando el plano de iluminación tanto en interiores como en exteriores. Varios fabricantes de lámparas y luminarias ofrecen múltiples complementos para sus productos que hacen que las características de distribución de la intensidad luminosa estén disponibles en DIALux.

## **2.22. Carga y demanda**

Para un estudio de la demanda eléctrica es de vital importancia tener una clasificación de consumidores. Se necesita tener una distribución de consumidores en concordancia con los factores que determinan la demanda total de la red tanto para clientes de sectores comerciales como industriales, esto se realiza en función de varios factores entre estos la división y uso de suelo, propias de obras e infraestructuras, tipo de maquinaria entre otros, Así también se establece un estudio fundamentando, los valores de la demanda unitaria. Con el fin de determinar la demanda máxima unitaria que le corresponde al propietario [32].

### **2.22.1. Carga Instalada Representativa**

Esta carga puede ser expresada en watos y representa la potencia que puede requerir el consumidor que está en un grupo regular de consumidores.

### **2.22.2. Factor de Simultaneidad**

El llamado FNS, se expresa por lo general en porcentaje, este dado por la persona que realiza el estudio para las diferentes cargas que están instaladas, dependiendo del uso que se le dé a cada aparato, equipos y cualquier tipo de maquinaria, entre otros. para una aplicación determinada [3].

### **2.22.3. Determinación de demanda máxima unitaria**

Es el valor más alto de potencia que se puede generar en un cierto tiempo generalmente cercano a los 15 minutos sea por consumidores comerciales o industriales [3].

### **2.22.4. Factor de demanda**

El FDM está dado entre otros factores como la Demanda Máxima Unitaria y la Carga Instalada Representativa (CIR) este indica la carga instalada que va ser utilizada en el mismo momento para evaluar el consumo máximo y poder comparar con instalaciones ya existentes este factor debe ser de 0,6 [33].

La Demanda Máxima Unitaria, está dada en Vatios y es convertida a kilovatios y kilo voltamperios, por medio de la reducción correspondiente un factor de potencia que, suele ser de un valor de 0,85 en instalaciones comerciales e industriales [33].

### **2.23. Criterio del diseño con base en la normativa IEEE 80**

En la Norma IEEE 80 se muestran varios aspectos que se deben seguir para un correcto desarrollo de un análisis eléctrico para el proyecto se toma en cuenta las puestas a tierra, así como de los cálculos de resistividad y materiales utilizados en la construcción de una malla de tierra.

### **2.24. Normas para sistemas de distribución, guía de diseño para redes de distribución**

La norma nos indica las técnicas y estándares de los sistemas de distribución en cada una de las fases de diseño y construcción de un sistema de distribución tanto para sectores comerciales como industriales.

### **2.25. Inspección técnica**

A través de una inspección técnica y visual se logró constatar el estado actual del sistema eléctrico el cual está distribuido en 5 tableros secundarios cada uno de estos controla una dependencia del lugar y están distribuidos como se muestra en el Anexo 26 y Anexo 27.

Además, este cuenta con un tablero principal con las debidas protecciones a lo cual se debe adicionar la carga del sistema de iluminación externa que será implementada en todo el lugar ya que la iglesia no tiene un sistema de iluminación ornamental para lo cual es oportuno presentar un proyecto que cumpla con la iluminación de todas las áreas ya que es un sector turístico y esto realza la belleza del sitio.

### **2.25.1. Sistema de iluminación**

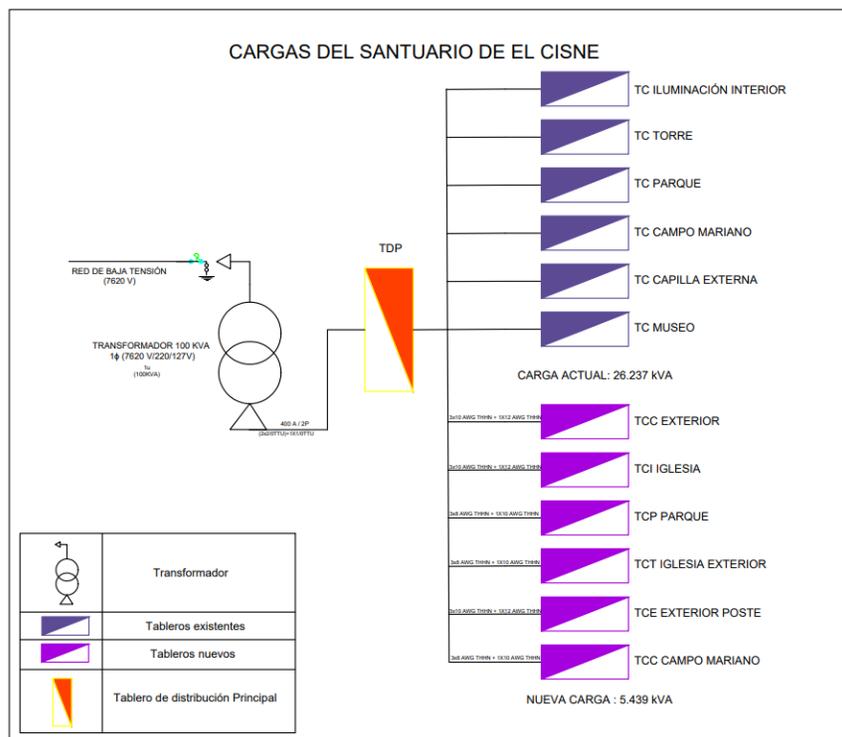
Por el momento la Basílica nuestra señora del Cisne no cuenta con un sistema de iluminación externa para garantizar la óptima iluminación de las obras y resaltar su arquitectura del lugar sin embargo para lograr esto se debe tener en cuenta que el sistema de ductos no debe ser tan visible y debe aportar al tendido del conductor por toda la Basílica y torre donde se van a instalar las luminarias.

### 3. DISEÑO

Para el desarrollo del diseño se toma en cuenta varios factores como el estudio de la carga del sistema de iluminación, la puesta a tierra, las caídas de voltaje, cálculos tanto de conductor como de las protecciones a instalar.

#### 3.1. Análisis de carga para iluminación ornamental

La cámara de transformación suministra energía eléctrica a 6 tableros secundarios a través de alimentadores, estos son: Iluminación Interior, Torre, Parque, Campo Mariano, Capilla Externa, Museo como se muestra en la Figura 8 a esto se suma la carga para la Iluminación ornamental externa de iglesia y torre, los tableros secundarios se encuentran ubicados en cada una de las dependencias mencionadas como se presenta en la siguiente Figura 8.



**Figura 8.** Diagrama unifilar para la distribución de las cargas

**Fuente:** Autor

La cámara de transformación cuenta con un transformador monofásico de 100 [kVA] que son de uso exclusivo para las 6 dependencias por lo cual se debe realizar el análisis de la carga eléctrica generada por la iluminación del sistema a implementar para conocer si esto excede la capacidad del transformador ya instalado o cubre con la demanda requerida, para esto es necesario conocer factores que inciden en el valor de la carga que va ser medida entre estos están el factor de simultaneidad medido en porcentaje el cual muestra cual es el porcentaje en que toda la carga va estar encendida al mismo tiempo, otro es el factor de frecuencia de uso que esta visto en cuanto tiempo va estar encendido la carga al día saber estos factores son definidos por el proyectista según el uso que se vaya a dar, de esta manera se obtiene la carga de las luminarias según la descripción del Anexo 28. Se debe hacer el análisis conociendo los diferentes factores que intervienen en el estudio de la carga y su dimensionamiento para una correcta implementación del sistema.

Se tomara al Santuario como un sitio industrial o comercial para lo cual se debe determinar la carga instalada por el consumidor con el listado de los elementos que se vaya adicionar en la red, al realizar los cálculos de la demanda se observa que la demanda máxima unitaria con la cual se va trabajar es de 4,35 [kW] esta potencia se denomina activa para saber cuál es la potencia aparente de la red se tiene que realizar mediante un cálculo con un factor de potencia de 0,8 con la que generalmente se trabaja en luces Led.

$$S = \frac{P}{fp} \quad (1)$$

Donde

S: Potencia Aparente (kVA)

P: Potencia Activa(kW)

fp: Factor de Potencia

La potencia aparente calculada es de 5,439 [kVA] esto se suma a la carga ya instalada de las demás dependencias que equivalen a 26,237 [kVA] este valor se detalla por medio de levantamiento de

información en el Anexo 1, la suma de la carga total para el transformador es de 31,676 [kVA] por lo que se concluye que el transformador es apto para soportar dicha carga.

Para conocer la corriente de en el primario y secundario del transformador se procede al cálculo teniendo en cuenta la potencia aparente de toda la carga y el factor de potencia y el voltaje que para el caso es de 7620V / 240V de esta manera se tiene la siguiente ecuación.

$$I_{sec} = \frac{S}{V_{sec}} \quad (2)$$

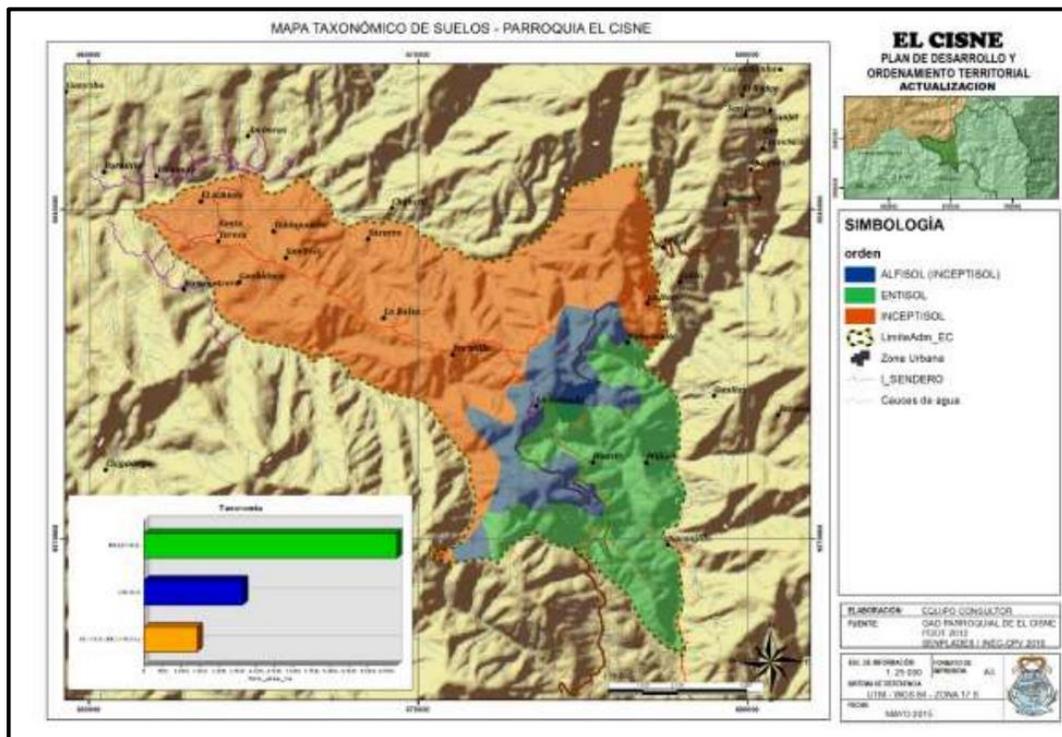
La corriente para el secundario es de 143,98 [A] aproximadamente la cual será usada para el dimensionamiento del conductor y las protecciones. El Tablero principal alimenta cada dependencia según la carga que le corresponde de esta manera se distribuye a los tableros secundarios. Toda la instalación fue previamente inspeccionada para tener los valores reales tanto de cable como de protecciones.

Teniendo en cuenta el amperaje que se va usar se dimensiona el número del conductor y las protecciones, si el amperaje de secundario es de 143,98 [A] se selecciona según los datos de la tabla mostrada en el Anexo 29 que pertenece al conductor número 2/0 AWG THHN que resiste una temperatura de 90 grados centígrados y a un valor de 195 [A].

### **3.2. Sistema de puesta a tierra**

Uno de los factores más importantes al momento de realizar un diseño de puesta a tierra es la resistividad del suelo o terreno donde se va a instalar por lo cual es un requisito indispensable calcular, sabiendo que la resistividad es una propiedad que tiene el suelo para conducir electricidad para medir generalmente se promedian los efectos que tienen las capas que pueden estar compuestas, la resistividad del suelo puede variar ampliamente y está determinado por la temperatura, humedad, compactación, sales solubles entre otros [34].

El Cisne es una Parroquia rural del cantón Loja, está situada al noroeste del cantón [35]. Existe presencia de nubosidad, humedad y frío de manera constante durante todo el año por lo que la temperatura generalmente es baja y oscila entre los 12 a 22 grados centígrados con humedad del 20 al 30% aproximadamente de acuerdo al suelo del sector, la Parroquia del Cisne está compuesto de inceptisol como se muestra en la Figura 9. En la carta geológica nacional detalla que el suelo referente a la Parroquia el Cisne, está constituido geológicamente por lutitas, grauvacas, lavas andesíticas, lavas riolíticas, piroclásticos y por arcillas que resultan de la descomposición de rocas y minerales que componen el suelo [35].



**Figura 9.** Mapa de suelos en la Parroquia del Cisne.

**Fuente:** Senplades – Magap,

Por lo tanto, a este tipo de suelo se lo puede caracterizar como el suelo B y suelo C que se presentan en la siguiente tabla del Anexo 30, estos tipos de suelos presentan una cierta resistividad eléctrica la cual será considerada para el diseño de puesta a tierra.

Por los datos obtenidos en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial se considera un valor de resistividad aparente basados en el tipo de suelo y la humedad del mismo, sin embargo para tener un valor correcto se realiza la interpolación de los datos que están cercanos al valor de humedad siendo este valor de 35,71 [ $\Omega$ m] para el tipo B y para el suelo de tipo C de 38,62 [ $\Omega$ m] que será utilizado para el cálculo de una malla de puesta a tierra para la iglesia del Cisne, se toma en cuenta la capacidad del transformador de 100 [kVA] y una relación de transformación de 7,620 [kV] en media tensión a 240V-127V en baja tensión. Se estima un área de trabajo de 6m x 3m teniendo una superficie de 18 [ $m^2$ ] para la instalación de la malla.

### **3.3. Cálculo de malla para puesta a tierra**

El reglamento para instalaciones eléctricas establece que toda instalación eléctrica debe disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT) para tener la seguridad que cualquier persona pueda caminar cerca de la instalación sin ser sometida a tensiones de contacto o de paso por lo que se propone dimensionar una malla de puesta a tierra según los valores obtenidos de resistividad.

#### **3.3.1. Cálculo del conductor**

Para realizar el cálculo es necesario conocer la corriente de cortocircuito del sistema en función al voltaje del secundario y la impedancia del sistema para este caso es de 0,48 [ $\Omega$ ], ya que una falla en cualquier punto puede producir un aumento en la corriente por lo cual es necesario conocer este parámetro.

$$I_{CC} = \frac{S}{V_{sec} * Z} \quad (3)$$

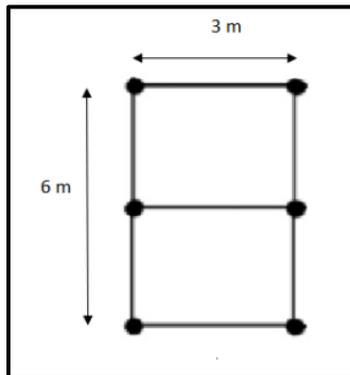
Con el valor de la corriente de cortocircuito que es de 946,96 [A] se procede a encontrar el calibre del conductor a utilizar en la malla dependiendo del diámetro del conductor en milímetros cuadrados, para este se debe tomar en cuenta parámetros como la temperatura de nodo en la malla que con soldadura alcanza los 450 °C y para un amarre apernado de 250 °C.

$$AC = I * \left( \frac{33t}{\log\left(\frac{Tm-Ta}{234+Ta}+1\right)} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$AC = 7313.80CM = 3,65mm^2$$

Con el valor de la sección del conductor 7313,80 CM o 3,65 mm<sup>2</sup> se procede a encontrar el calibre de conductor según la Tabla del Anexo 31.

El calibre del conductor a usar en la puesta a tierra según su sección es AWG# 10 con una sección de 5,26 mm<sup>2</sup> aproximadamente, sin embargo, por norma el conductor mínimo para una malla de puesta a tierra es AWG# 2 el cual va ser tomado en cuenta, posteriormente se calcula el valor de la longitud para la malla teniendo en cuenta su distribución como se muestra en la Figura 10.



**Figura 10.** Distribución para malla de puesta a tierra

**Fuente:** Autor

El cálculo para encontrar la longitud del conductor a utilizar depende del ancho y la longitud total de la malla.

$$L = A * n + B * m \quad (5)$$

La longitud de conductor para la malla es de 21 metros, además, se debe tener el valor de los coeficientes Km que tiene en cuenta las características geométricas de la malla, así como el coeficiente de irregularidad del terreno para obtener los valores de tensiones permisibles y de paso.

$$Km = \frac{1}{2\pi} * \ln \left( \frac{D^2}{16 * h * d} + \frac{1}{\pi} * \ln \left( \frac{3}{4} * \frac{5}{6} * \frac{7}{8} \right) \right) \quad (6)$$

$$Ki = 0,65 + 0,172n \quad (7)$$

Los valores calculados de la constante Km son de 0,55 y Ki 0,4164 luego se realiza el cálculo de las tensiones de paso real y la tensión de contacto son verificados para cumplir con las normas. Si la elevación máxima de potencial está por debajo del voltaje de paso tolerable solo será necesario dejar conductores adicionales para dar acceso a las terminales.

$$E_p = K_s * K_i * \frac{\rho}{L} * I \quad (8)$$

$$E_p = \frac{165 + \rho_s}{\sqrt{t}} \quad (9)$$

Se realiza el cálculo de tensión de paso de con la Fórmula (8) y Fórmula (9) para ser contrastadas posteriormente, de igual manera con la tensión de toque con la Fórmula (10) y Fórmula (11).

$$E_t = K_m * K_i * \frac{\rho}{L} * I \quad (10)$$

$$E_t = \frac{165 + \rho_s * 0,25}{\sqrt{t}} \quad (11)$$

Los valores calculados de la tensión de toque y paso reales deben ser menores para cumplir con las condiciones para el diseño de la malla.

$$283,84[V] < 720,8[V]$$

$$245,96[V] < 952,08[V]$$

Por lo tanto, la malla cumple con las condiciones de diseño mínimas. Además, se determina la resistencia de la puesta a tierra con la siguiente ecuación:

$$R = 0,443 * \rho * \left( \frac{1}{\sqrt{A_V}} + \frac{1}{L} \right) \quad (12)$$

$$R = 4,84 \text{ } [\Omega]$$

A continuación, se detalla las variables y descripciones usadas en el cálculo de sistema de malla.

$E_p$ : Tensión de paso.

$K_i$ : Coeficiente de irregularidad del terreno.

$\rho_s$ : Resistividad de la superficie.

$\rho$ : Resistividad del suelo.

$t$ : Tiempo máximo de falla.

$L$ : Longitud del conductor.

$E_t$ : Tensión de contacto.

$K_m$ : Coeficiente características geométricas.

$A_c$ : Sección de conductor.

$A$ : Longitud de malla.

$I$ : Corriente máxima de falla.

$B$ : Ancho de la malla.

$T_m$ : Temperatura máxima en los nodos.

$h$ : Profundidad de enterramiento.

$T_a$ : Temperatura ambiente.

$D$ : Espaciamiento entre conductores.

## **4. ANÁLISIS**

### **4.1. Análisis técnico del proyecto**

Se hace una descripción de los diseños para el sistema de iluminación ornamental necesario para la implementación en el Santuario Nuestra señora del Cisne ubicado en la Parroquia el Cisne, provincia de Loja. Las características del espacio de trabajo son consideradas patrimoniales por lo que se considerará criterios de estética para no dañar la arquitectura de la Basílica. Existe una red en media tensión de 7620 [V] para un transformador de 100 [kVA] monofásico el cual provee de energía eléctrica a todos los tableros ubicados en cada dependencia.

### **4.2. Carga y demanda**

De acuerdo al estudio de carga la demanda que existe en el lugar es de 31,676 [kVA] previo el levantamiento y cálculo de cada dependencia, este valor puede ser aceptado pues la carga no excede la potencia del transformador instalado. Se muestra en el Anexo1 el levantamiento de TC iluminación interior teniendo un valor DMU de 17,53[kVA] con un factor de demanda de 0,49. Para TC Campo Mariano la DMU tiene un valor de 1,663 [kVA] con un factor de demanda de 0,28 como se muestra en el Anexo 2. Para la demanda de TC museo se tiene un DMU de 4,352 [kVA] con factor de demanda de 0,50, se toma un valor de factor de potencia de 0,8 según el proyectista. De esta manera se observa que cada dependencia tiene un valor definido de carga y demanda como se muestra en el Anexo 4.

### **4.3. Acometida principal de baja tensión y tableros secundarios**

La acometida de baja tensión se realiza desde el centro de transformación, esta será a 110V/220V con un conductor 1/0 AWG que resiste una temperatura de 90 grados centígrados y a un valor de 170 [A] llegando al tablero principal el cual tendrá que satisfacer a todos los tableros secundarios para la distribución a los sistemas eléctricos de todo el Santuario. Para las acometidas en los tableros secundarios se utiliza conductor tipo cableado de acuerdo a lo indicado en el plano de

acometidas con sus respectivas protecciones dependiendo de la corriente que maneje como se muestra en el Anexo 16. Para la iluminación exterior se selecciona una protección de 145 [A] como principal protección del circuito de iluminación ornamental luego para trasladar a los diferentes tableros se utilizará 3 hilos conductores para las fases y la protección a tierra respectivamente 2x1/0AWG y 1x2AWG de aquí en adelante se distribuyen todos los circuitos hasta completar todo el sistema de iluminación exterior propuesto como se muestra en el Anexo 18.

A continuación, se describe el tipo de conductor usado para cada dependencia para la iluminación exterior:

TCC Exterior: 3x10 AWG THHN + 1X12 AWG THHN

TCI Iglesia: 3x10 AWG THHN + 1X12 AWG THHN

TCP Parque: 3x8 AWG THHN + 1X10 AWG THHN

TCT Iglesia Exterior: 3x8 AWG THHN + 1X10 AWG THHN

TCE Exterior Poste: 3x10 AWG THHN + 1X12 AWG THHN

TCC Campo Mariano: 3x8 AWG THHN + 1X10 AWG THHN

#### **4.4. Malla de Tierra**

Se construirá una malla de puesta a tierra con 6 varillas C

Copperweld, cable desnudo AWG# 2 con una sección de  $5,26 \text{ mm}^2$  con soldadura exotérmica en una superficie de 18 metros cuadrados, el valor de la puesta a tierra debe ser menor a  $5 \Omega$  por lo que cumple con los parámetros mínimos para un buen sistema de puesta a tierra. Se utilizará gel para mejorar la resistencia de tierra en caso de ser necesario.

#### **4.5. Sistemas de canalización y tuberías**

Estos sistemas sirven para canalizar todos los conductores que van a formar parte de los circuitos eléctricos y van a ser distribuidos por todo el Santuario según sea la necesidad con Tubo EMT 1/2" X 3mt X 1,07mm EVLITE y Tubo EMT 3/4" X 3mt X 1,24mm EVLITE con cajas de paso localizadas en diferentes puntos donde sean convenientes para una mejor distribución como se puede observar en los Anexo 8 hasta Anexo 15.

	Caja de paso de tubo EMT 1/2-x3mt x1.07mm EVLITE
	Tubo EMT 1/2" X 3mt X 1.07mm EVLITE
	Tubo EMT 3/4" X 3mt X 1.24mm EVLITE

**Figura 11.** Simbología utilizada en el sistema de canalización.

El cruce de tuberías a través de juntas de construcción se hará por medio de uniones de expansión apropiadas. Una vez concluidas la instalación de la ductería en las paredes se procederán a la limpieza de tuberías para adecuar su interior, para el paso de conductores.

#### **4.6. Diseño de Fachadas que conforman el Santuario de Nuestra Señora del Cisne mediante software DIALux.**

Uno de los puntos importantes del proyecto es resaltar las fachadas del Santuario para generar un atractivo visual a todas las personas que estén cerca del lugar creando un ambiente más estético y agradable, para esto el uso de un software que permita realizar proyectos de iluminación es necesario pues es capaz de mostrar una simulación del proyecto cumpliendo con normativas tanto nacionales como internacionales, una de las ventajas es que puede incorporar librerías de fabricantes de luminarias con las que se pueden trabajar de una manera más realista.



**Figura 12.** Vista de la fachada frontal de la Basílica.

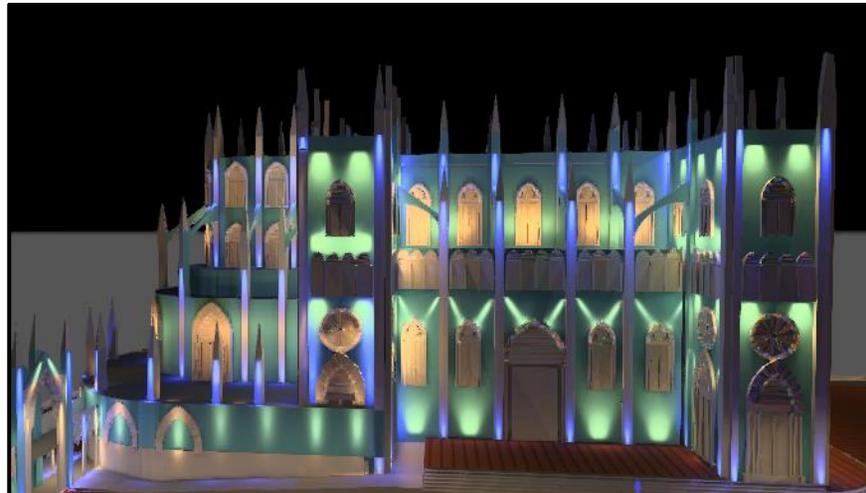
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10,0)

La Figura 12 muestra una simulación para la implementación del sistema de alumbrado decorativo de la parte frontal de la Basílica de Nuestra Señora del Cisne provista de 43 luminarias de Led distribuidas de manera uniforme resaltando las pilastras desde la parte inferior y superior. En la Figura 13 se puede observar la ubicación de proyectores de forma lateral, hacia abajo que iluminan los rosetones de la izquierda y la derecha. En la parte de las gradas de entrada principal están ubicados proyectores hacia arriba que resaltan las pilastras frontales.



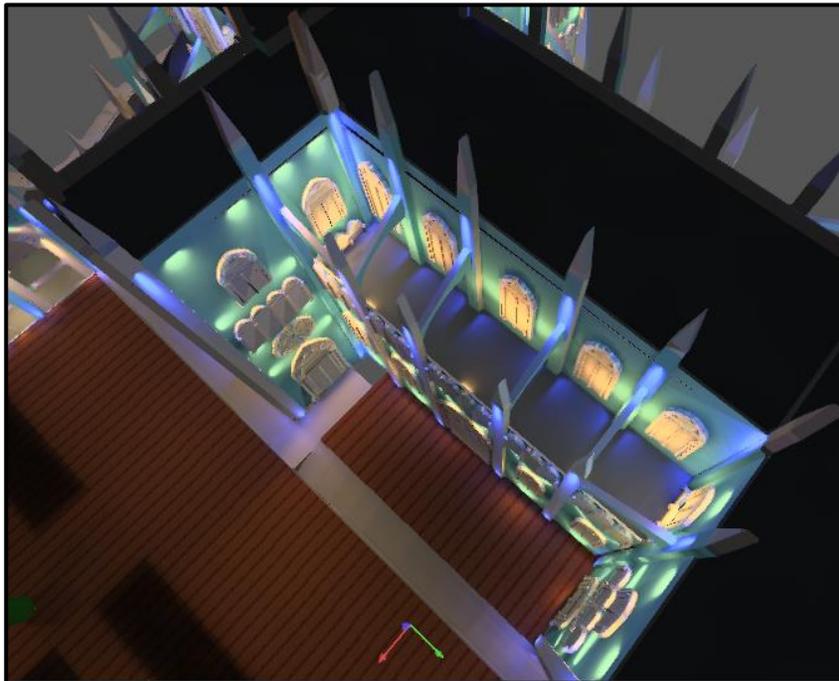
**Figura 13.** Vista lateral derecha de la fachada de la Basílica.  
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

Así también se muestra la Figura 13 y Figura 14 las vistas laterales de la fachada con una distribución de 114 luminarias distribuidas simétricamente, el lado izquierdo con 57 luminarias y derecho de la fachada con 57 luminarias. Se han dispuesto tres tipos de luminarias In-ground Light, Parade S 40 DW, Lador 2 Floodlights sus características son descritas en el Anexo 23.



**Figura 14.** Vista lateral izquierda de la fachada de la Basílica.  
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

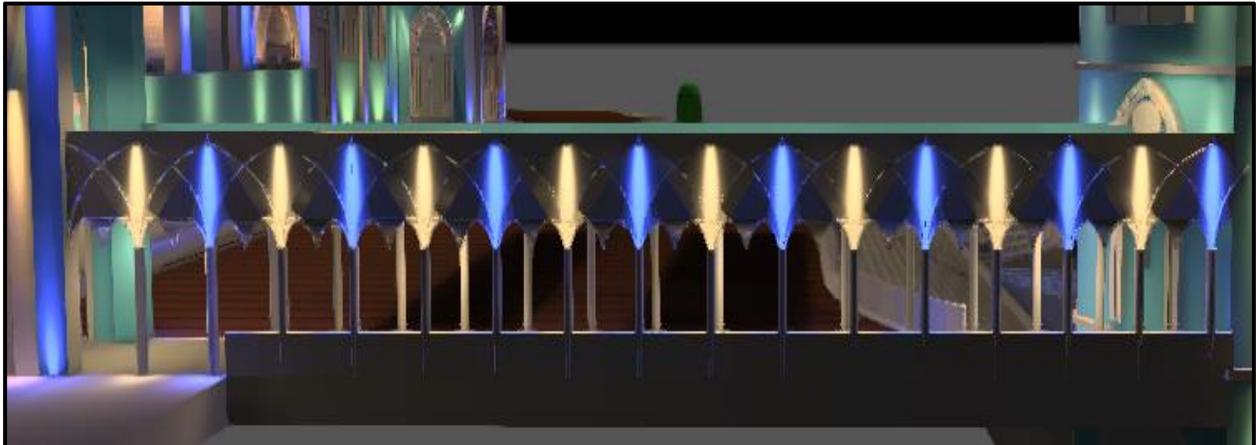
En las vistas laterales de la basílica se puede destacar la iluminación de las vigas y el sombreado que generan. Los proyectores están orientados hacia abajo visualizando así de mejor manera las estacas laterales. En la Figura 15 se observa la segunda planta desde una vista superior dejando ver como la iluminación baña el balcón con las luces internas por medio de los vitrales y externamente con la iluminación Led.



**Figura 15.** Vista superior de las vigas de la segunda planta

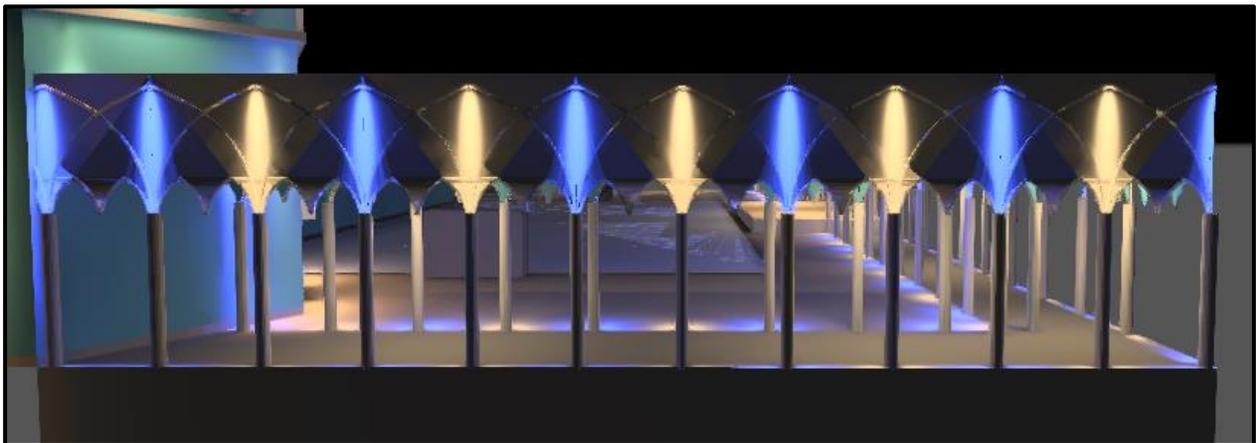
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

En las vistas laterales de la Basílica se puede destacar la iluminación de las vigas y el sombreado que generan. Los proyectores están orientados hacia abajo visualizando así de mejor manera las estacas laterales. En la Figura 16 y Figura 17 se observa el pasadizo entre la iglesia y la torre principal que tiene 17 luminarias del tipo Lador 2 Floodlights, también se muestra el pasadizo lateral del campo mariano con un diseño similar por lo que utilizan luminarias del mismo tipo.



**Figura 16.** Pasadizo entre iglesia y torre.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)



**Figura 17.** Pasadizo Lateral campo Mariano

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

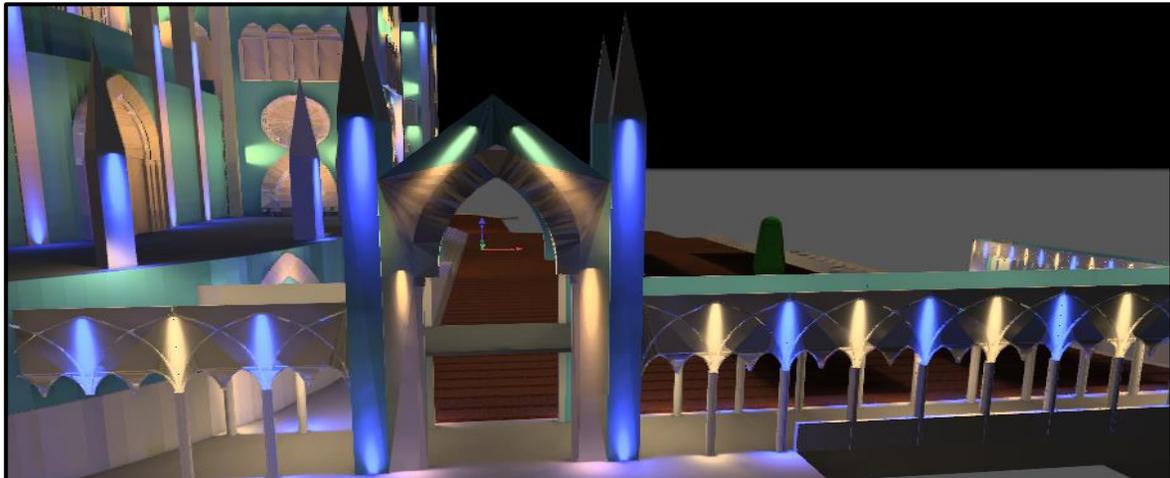
Para la iluminación del campo mariano se utilizaron 75 luminarias de tipo Lador 2 Floodlights con una potencia aproximada los 10,9 w con un rendimiento de 77,6 lm/W instalados en la parte superior de todo el pasadizo.



**Figura 18.** Vista trasera del campo Mariano.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

En la Figura 19 se puede observar la iluminación de la puerta tipo arco destacando el frontón triangular y las pilastras.



**Figura 19.** Vista de la fachada de la puerta de arco de la Basílica.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

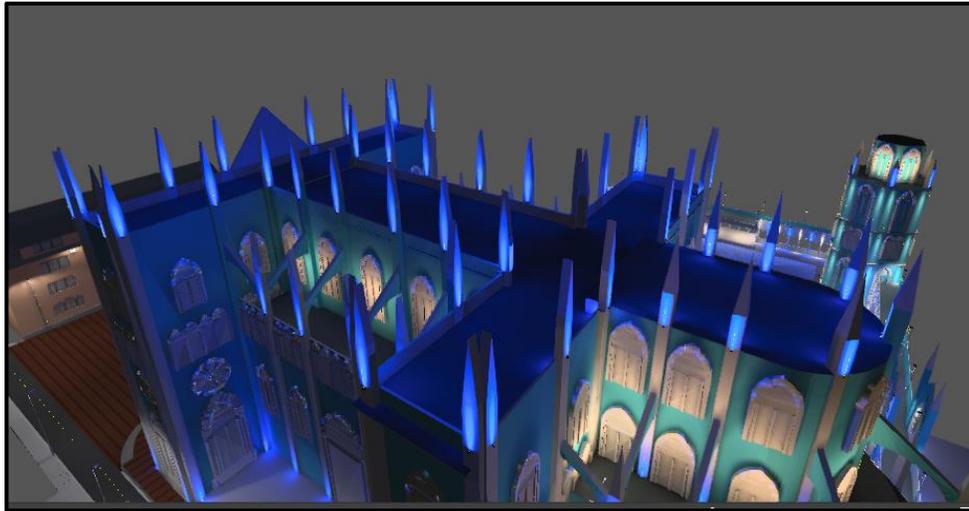
Los proyectores tienen orientación lateral, hacia abajo y hacia arriba destacando las estacas, pilastras y rosetones de la Basílica. Al frente de las pilastras de la fachada frontal principal de la Basílica se ubicó luminarias con proyección hacia arriba como se ve en la figura, estas luminarias necesariamente serán empotradas en el piso y están a una distancia de 20 cm de las pilastras como se observa en la Figura 20.



**Figura 20.** Vista de la parte de atrás de la Basílica

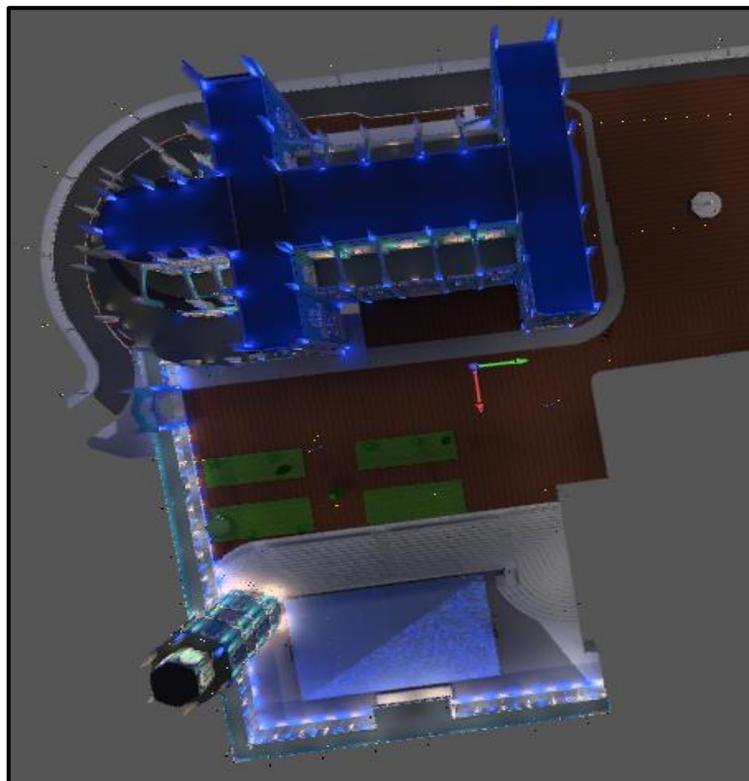
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

La Figura 21 presenta la iluminación de las estacas de la Basílica, los proyectores se colocaron con orientación hacia arriba logrando así resaltar la parte arquitectónica de largas distancias. Se puede apreciar de mejor manera la forma de cruz que presenta la Basílica en la parte superior. Al colocar iluminación proyectada hacia arriba se genera contaminación visual por lo que se consideró cambiar la orientación de los proyectores hacia abajo para evitarla como se indica en la Figura 22.



**Figura 21.** Iluminación de las estacas superiores de la Basílica.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

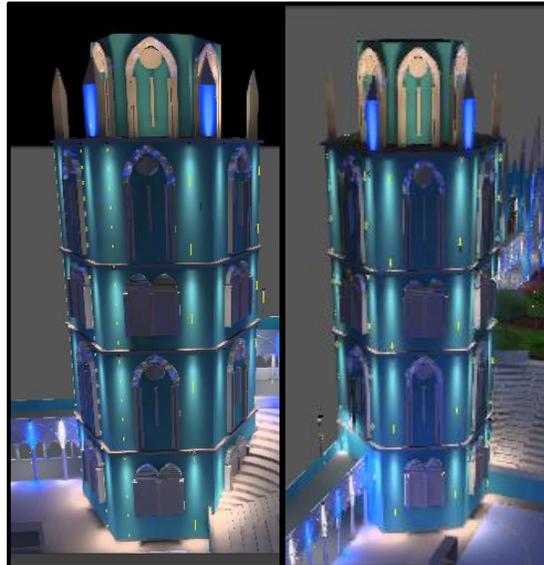


**Figura 22.** Vista superior de la Basílica y Torre.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

La Figura 23 muestra una vista superior del Santuario del Cisne, destacando de manera principal las estacas superiores y las vigas de la Torre y la Basílica con un tono azulado y blanco

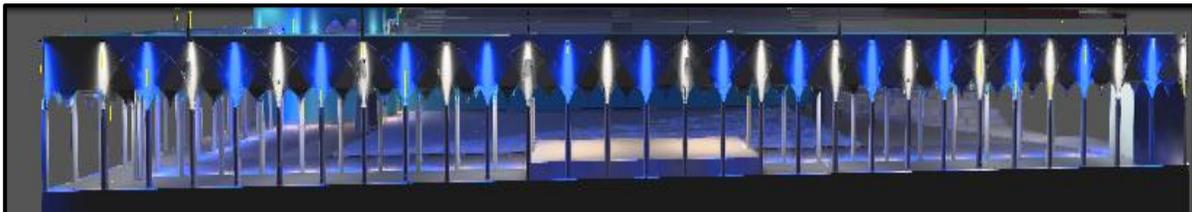
respectivamente la torre consta de 6 caras todas iluminadas de forma simétrica. En la iluminación ornamental de las fachadas de la Torre, los proyectores están orientados hacia abajo con un ángulo de inclinación de 35° de manera que bañan de forma parcial los ventanales tipo arco y generan sombreados.



**Figura 23.** Iluminación de la fachada de la torre.

**Fuente:** Autor, (Software DIALux evo 10)

En la fachada del pasadizo externo del campo mariano también se optó por colocar las luminarias con orientación hacia abajo debido a que se proyecta de mejor manera las columnas dóricas y los ventanales resaltados tipo arco.



**Figura 24.** Iluminación de la fachada externa Pasadizo Campo Mariano.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

En la Figura 25 se puede observar cómo están distribuidos los mástiles y sus respectivas luminarias. El montaje que se empleó en el parque tiene una altura de nueve metros, los mástiles

implementados son de uso ornamental y ubicados en sectores de poco tránsito peatonal. En este caso se ubicó en las esquinas de las pequeñas áreas verdes que posee el parque. La longitud de los mástiles puede variar de uno a dos metros de acuerdo al tipo de implementación.

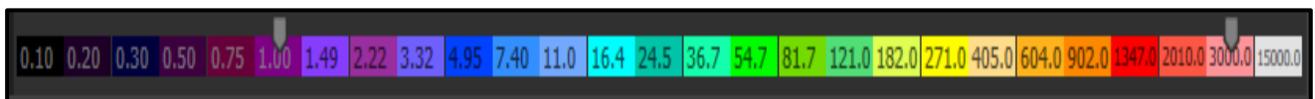


**Figura 25.** Iluminación en el parque.

**Fuente:** Autor, (Software DIALux evo 10)

#### 4.7. Calidad de Iluminación de las fachadas representados por colores

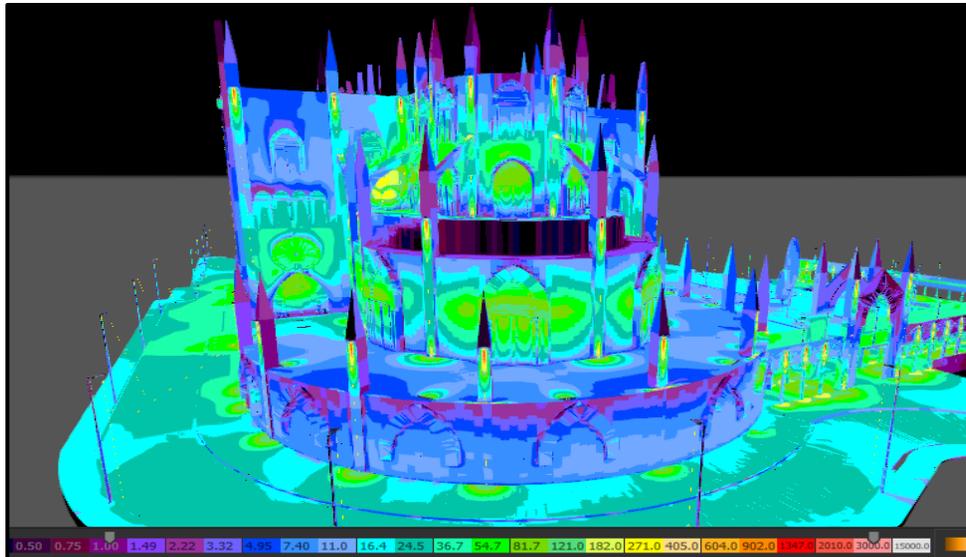
DIALux ofrece una extensa gama de valores. Desde iluminación exterior con pocos lux, iluminación interior de alrededor de 500 lux en adelante, iluminación decorativa con 2000 lux y más. La vista de color falso ayuda a interpretar los resultados de los cálculos de forma rápida y sencilla. Los ajustes de los valores de color falso se aplican a todo el proyecto. Por lo tanto, también se les llama "colores falsos globales". El conjunto de colores para un valor se utiliza en todos los diagramas y vistas de este modo se puede observar cuales son los sectores con mayor iluminación dependiendo del color que estos presenten como se muestra en la Figura 26.



**Figura 26.** Representación de luxes mediante la variedad de colores.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

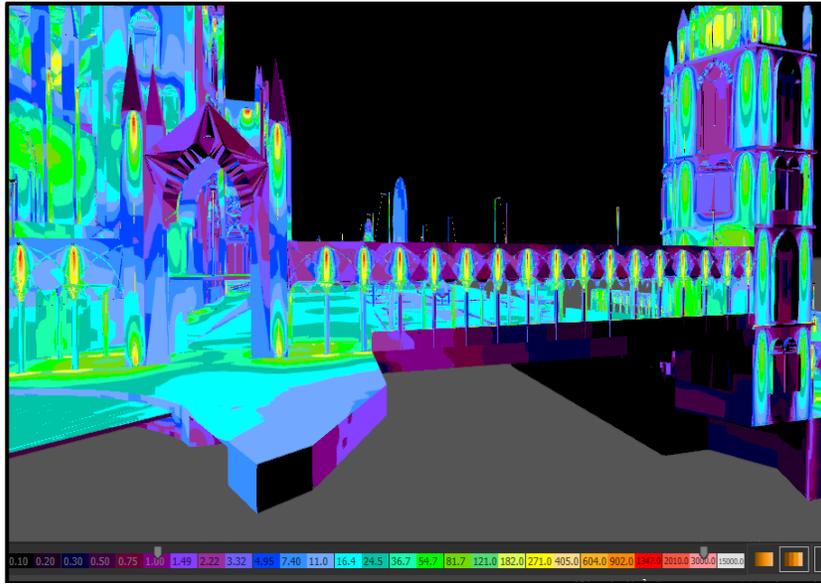
La Figura 26 representa los valores mínimos y máximos de luxes para interpretar los resultados luminotécnicos de mejor manera. A continuación, se presentan los resultados luminotécnicos de las fachadas de la Iglesia, Torre, Campo Mariano y Parque.



**Figura 27.** Vista de la parte de posterior de la Basílica

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10.0)

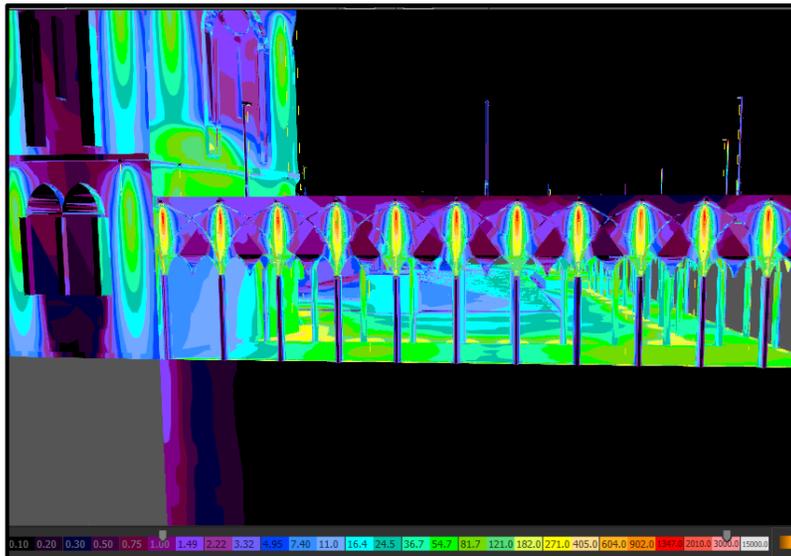
Los resultados que se observan en la Figura 27 se los puede interpretar mediante el intervalo de colores el cual indica los niveles de iluminación de la parte de atrás de la Basílica. Se puede observar una mayor intensidad de luz en cada una de las estacas de la Basílica sin embargo el nivel de iluminación que prolifera está cerca del color verde en un intervalo de 16,4 lux a 54,7 lux, zonas que se consideran con un nivel óptimo de iluminación.



**Figura 28.** Vista de la fachada de la puerta de arco de la Basílica.

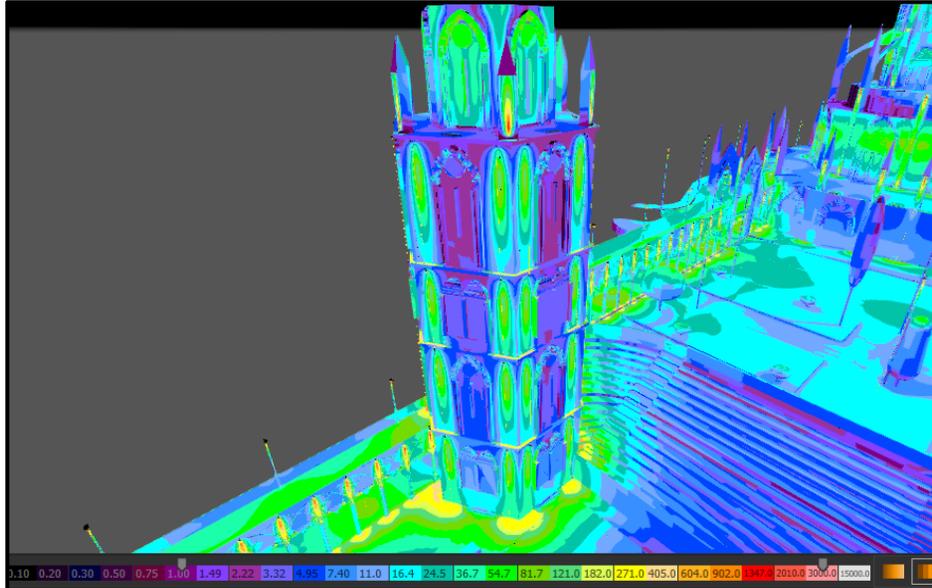
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10.0)

Se observa en la Figura 28 la fachada de la puerta de ingreso a la Basílica la cual esta provista con luminarias Lador 2 que ofrecen un rendimiento lumínico de 77,6lm/W por lo que estaría ubicado en la región de 54,7 lux a 81,7 lux rango adecuado para iluminación ornamental, el pasadizo del campo mariano tiene la misma arquitectura por lo que la iluminación generada es la misma que la Figura 29.



**Figura 29.** Pasadizo Lateral campo Mariano.

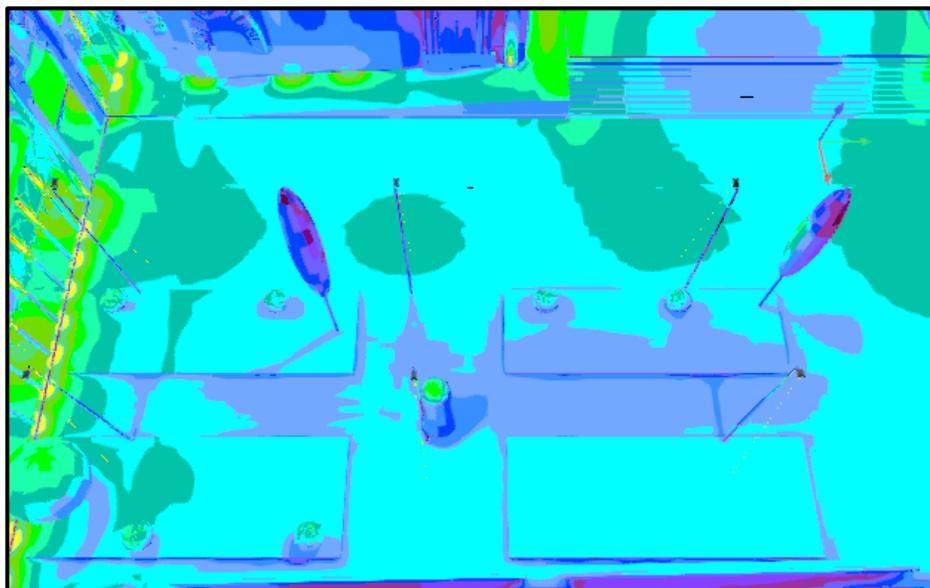
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)



**Figura 30.** Iluminación de la fachada de la torre

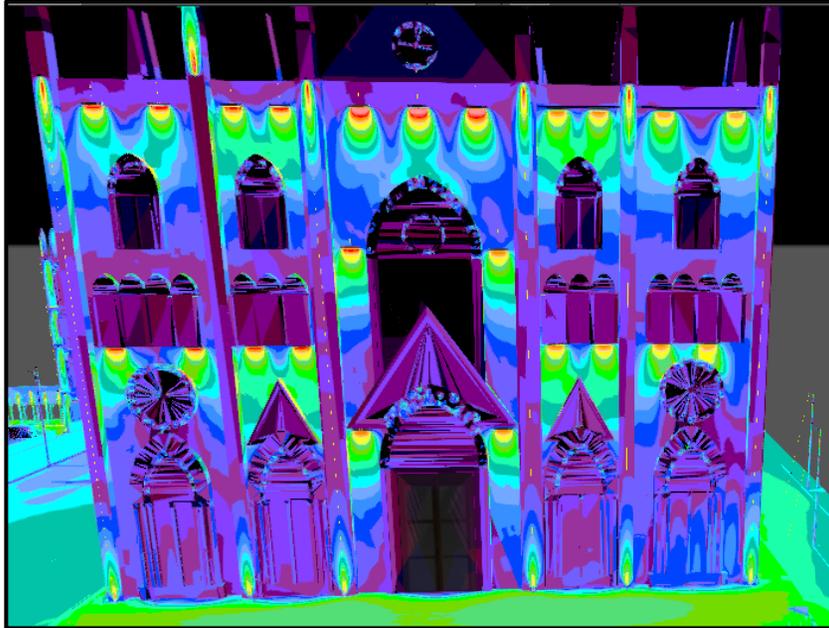
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

En la Figura 31 se muestra la iluminación monocromática del parque que en un 90% está en el rango de 16,4lux a 36,7 lux.



**Figura 31.** Iluminación del parque.

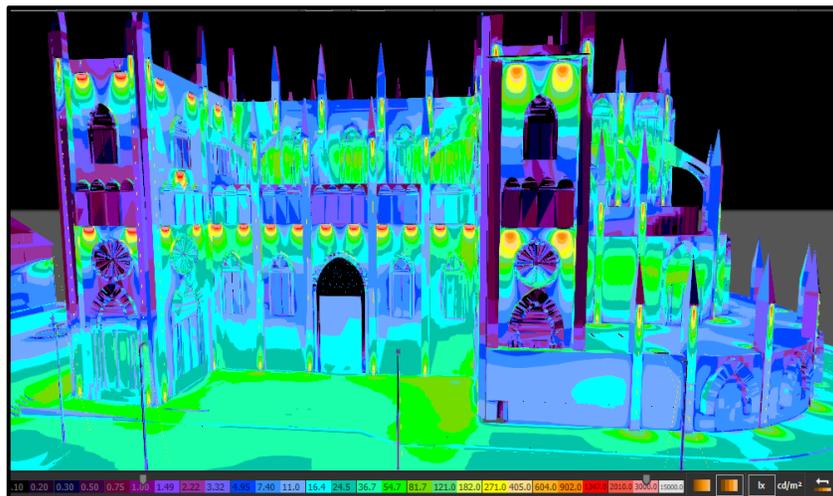
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)



**Figura 32.** Vista de la fachada frontal de la Basílica.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

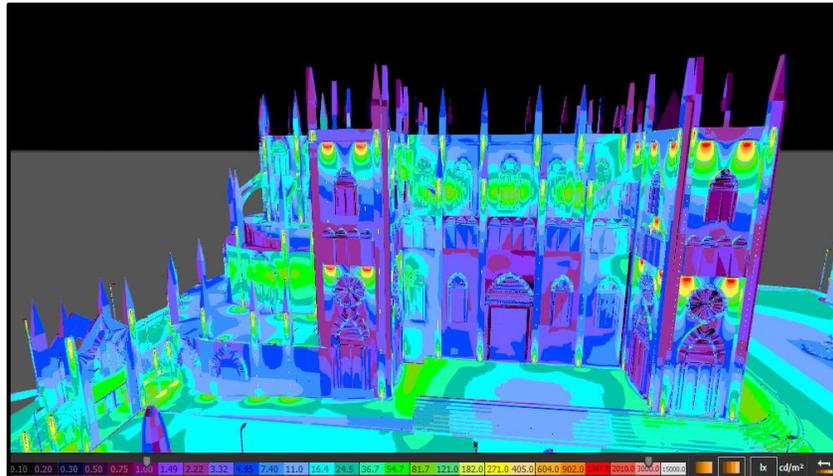
En la figura 32 se observa la intensidad luminosa generada por la luminaria pasando desde un color rojo de aproximadamente 1347 lux bañando toda la fachada de forma uniforme según el índice de colores existe una disminución hasta los 16,4lux.



**Figura 33.** Vista lateral izquierda de la fachada de la Basílica.

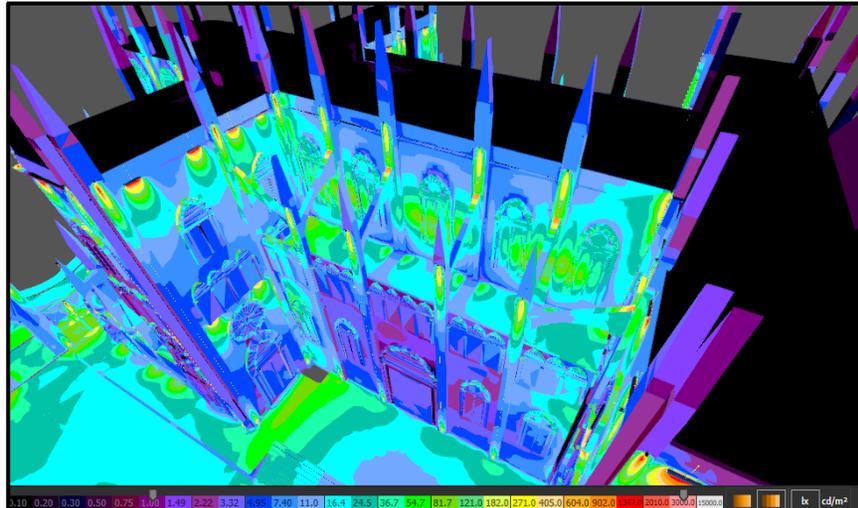
**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

En la Figura 33 y Figura 34 se observa la dispersión de los colores de las luminarias, en la fuente lumínica el nivel de color es rojo con un rango de 1347lux a 2010lux y va disminuyendo según la distancia sin embargo cumple con los rangos para una buena iluminación.



**Figura 34.** Vista lateral derecha de la fachada de la Basílica.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)



**Figura 35.** Vista de vigas segunda planta representada por colores.

**Fuente:** Autor (Software DIALux evo 10)

#### **4.8. Tablero de control para sistema de iluminación externa**

Para el accionamiento del sistema de iluminación ornamental se propone implementar un tablero de control el cual funcionará tanto de forma manual como automática, el tablero de control estará dotado con luces piloto tanto de paro (rojo), como de marcha (verde) y un selector de tres posiciones para el apagado encendido manual y automático como se muestra en el Anexo19.

El principio de funcionamiento para el automático requiere de un temporizador con el que se puede regular la conexión o desconexión del mismo. Este lapso de tiempo será seteado por el proyectista según los requerimientos para su encendido. De forma manual el sistema es encendido y apagado como si fuera un switch permitiendo el accionamiento directo de la iluminación exterior.

Para el sistema de mando es necesario el uso de un contactor y un temporizador on-delay los cuales van a ser accionados y enclavados a un tiempo previamente establecido como se muestra en el Anexo 32, el circuito de mando es alimentado a 120V.

#### **4.9. Análisis comparativo entre luminarias Led y fluorescentes**

Un aspecto importante en el sistema de iluminación es el uso de tecnología Led que será usada en el proyecto por lo cual se puede comparar con otras tecnologías para conocer cuáles son las principales ventajas.

La vida útil de una Luminaria Led es de aproximadamente 30000 horas comparadas con las 8000 horas que brinda una Luminaria fluorescente teniendo una vida útil 3,75 veces más extensa.

El ahorro de energía con iluminación Led va del 50% al 65% pues como se observa en el Anexo 1 la potencia por luminaria en el interior del Santuario va desde los 40 W en adelante comparado con la iluminación exterior Led que oscila entre los 20 [w] aproximadamente generando así un ahorro en el consumo de energía eléctrica.

#### **4.10. Análisis de costos para la implementación del sistema de Iluminación**

Para la implementación del proyecto se debe tomar en cuenta el valor de los materiales eléctricos y la obra civil que se realizara en un tiempo aproximado de 2 meses. Un punto a considerar en el sistema es el uso de iluminación Led la cual genera un ahorro significativo pues su consumo no es tan alto comparado a otras tecnologías. Por consiguiente, se determina los costos que intervienen en la realización del proyecto.

A continuación, se detalla en el Anexo 5 el costo generado por las lámparas eléctricas, tableros, postes metálicos. También se debe obtener el costo de materiales como conductores y protecciones que conforman el sistema de alumbrado ornamental según los cálculos realizados anteriormente, el valor total por concepto de materiales es de 27260 dólares.

Otro rubro importante a considerar en el proyecto es la obra civil entre estos se toma en cuenta valores como excavaciones, perforaciones todo aquello que permita canalizar las tuberías para llevar el conductor a los diferentes puntos como se describe en el Anexo 6 con un costo de 1236 dólares. Además, los costos por mano de obra de las personas que participan en el proyecto y el valor del diseño realizado por el proyectista llegando a un valor de 26600 dólares como se indica en el Anexo 7.

El costo total para la implementación del proyecto “Iluminación Ornamental en el Santuario Nuestra señora del Cisne” tiene un valor de 55096 dólares a la fecha el cual es una referencia si se desea poner en marcha la construcción del proyecto.

## 5. CONCLUSIONES

En base al proyecto realizado para el diseño de iluminación ornamental para el Santuario de nuestra señora del Cisne ubicado en la provincia de Loja se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- El uso de herramientas informáticas permitió desarrollar los diseños por medio del software AutoCAD pues no existían los planos eléctricos además se realizaron las simulaciones para la iluminación exterior del Santuario Nuestra Señora del Cisne con los respectivos estándares de calidad y eficiencia energética que el Software (DIALux) brinda donde se incorporan librerías de fabricantes de luminarias con las que se pueden trabajar de una manera más realista. Para iluminar el parque y las áreas verdes, se requirió realizar el montaje de postes o mástiles a la altura de 9 m cuyo ángulo de la luminaria es de  $15^\circ$  permitiéndonos lograr un nivel de luminancia adecuado en el área recreativa. La iluminación ornamental de áreas verdes no está sujeta a ningún tipo de normativa debido a que no existe normativa alguna que especifique procedimientos, por lo tanto, el diseño fue realizado considerando criterios lumínicos y estéticos por parte de institución beneficiada. Obteniendo así una eficiente iluminación y correcto direccionamiento de las luminarias que permitirán una mejor visibilidad a los peatones.
- Se realizó un estudio de carga para todo el sistema de iluminación exterior que cumple con la normativa vigente en el país teniendo una carga de 5,439 [kVA] que se va adicionar al sistema eléctrico del Santuario con un factor de simultaneidad del 90%, se toma en cuenta que la capacidad del transformador es de 100 [kVA] siendo suficiente para aceptar la nueva carga que es su totalidad sería de 36,676 [kVA] previo el levantamiento e inspección de la carga generada en todo el Santuario.
- Considerar la iluminación Led para las fachadas principales tiene como beneficio una reducción en el valor de la carga a instalar y evita problemas de demanda a futuro. Así

también existen beneficios de ahorro energético y compromiso con el cuidado del medio ambiente. El índice de luminosidad es analizado mediante un segmento de colores generado por el software DIALux teniendo un intervalo de luminosidad óptimo desde los 16,4lux a 64,7lux siendo este el segmento que predomina en todo el sistema de iluminación ornamental. La ductería ha sido colocada exclusivamente en los costados de las pilastras de todas las fachadas laterales y frontales de la Basílica y torre para evitar modificaciones que afecten la originalidad de la estructura civil. Los proyectores de la parte superior de la Torre Y Basílica han sido colocados con proyecciones variantes debido a que generan sombreados distintos debido a la variedad de modelos arquitectónicos que resaltan en las fachadas.

- La malla de puesta a tierra está dimensionada en una superficie de  $18 m^2$  con 6 varillas Copperweld conectadas por un conductor desnudo AWG 2 para evitar tensiones de paso o tensiones de toque brindando la protección que toda instalación eléctrica requiere, la resistencia  $4,84 \Omega$  por lo que la propuesta cumple con las condiciones de diseño mínimas.

## 6. RECOMENDACIONES

- Es necesario dimensionar una malla de puesta a tierra ya que el régimen para instalaciones eléctricas requiere un sistema de puesta a tierra para asegurar que cualquier persona pueda estar cerca sin ser sometida a tensiones de paso o contacto para realizar el cálculo es necesario realizar los respectivos estudios de resistividad del terreno.
- Considerar un análisis del estado actual del transformador debido a que es un modelo del año 90 y tiene aproximadamente 32 años operando, mismo que está acercándose a los límites de vida útil que poseen los transformadores. Este análisis debe considerar pruebas de aislamiento, estado de la carcasa externa, análisis de aceites, análisis de temperatura, análisis de carga, revisión de bobinados. Adicional a esto se recomienda realizar un muestreo de termografías para determinar la existencia de pérdidas de aislamiento.
- Se recomienda realizar un estudio de la iluminación interna de la Basílica debido a que la mayoría de luminarias usadas son antiguas y con tecnología basada en luces incandescentes estas son ineficientes y de alto consumo energético en comparación con la tecnología Led.
- El uso del software DIALux es de gran ayuda en el desarrollo del proyecto pues muestra simulaciones en 3D del sitio donde se va implementar el sistema tomando como base archivos CAD previamente desarrollados y realiza el cálculo energético de los sistemas de iluminación cumpliendo con las normativas vigentes

## 7. REFERENCIAS

- [1] LUCES, “La revista del Comité Español de Iluminación Noticias, proyectos, estudios y eventos de iluminación,” *Iluminación arquitectónica*. .
- [2] J. Dou and H. Ma, “Analysis and Optimization of Ancient Building Lighting Based on DIALux,” *Proc. 32nd Chinese Control Decis. Conf. CCDC 2020*, pp. 134–139, 2020, doi: 10.1109/CCDC49329.2020.9164397.
- [3] R. Dos Passos, A. S. Nino, and L. E. P. Bolivar, “Energy Consumption and Luminescence Analysis of T8 Fluorescent Lamps, LED-M and LED-B Using DIALux 3D,” *IEEE Chil. Conf. Electr. Electron. Eng. Inf. Commun. Technol. CHILECON 2019*, pp. 6–10, 2019, doi: 10.1109/CHILECON47746.2019.8988001.
- [4] B. Connections, “Guía : Protección contra rayos y sobretensiones para sistemas de iluminación LED para alumbrado público , iluminación interior y exterior.”
- [5] W. Pan and J. Du, “Impacts of urban morphological characteristics on nocturnal outdoor lighting environment in cities: An empirical investigation in Shenzhen,” *Build. Environ.*, vol. 192, no. January, p. 107587, 2021, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.107587.
- [6] C. C. M. Kyba *et al.*, “Artificially lit surface of Earth at night increasing in radiance and extent,” *Sci. Adv.*, vol. 3, no. 11, pp. 1–9, 2017, doi: 10.1126/sciadv.1701528.
- [7] J. Ballester-Olmos, “Iluminación artificial de las zonas verdes,” *Hojas Divulg.*, no. 2121, p. 20, 2016, [Online]. Available: [https://www.ceisp.com/fileadmin/pdf/Downloads/Iluminacion\\_Artificial\\_de\\_Zonas\\_Verdes.pdf](https://www.ceisp.com/fileadmin/pdf/Downloads/Iluminacion_Artificial_de_Zonas_Verdes.pdf).
- [8] D. T. C. Cox, A. S. de Miguel, S. A. Dzurjak, J. Bennie, and K. J. Gaston, “National scale spatial variation in artificial light at night,” *Remote Sens.*, vol. 12, no. 10, pp. 1–17, 2020,

doi: 10.3390/rs12101591.

- [9] M. Fakhari, R. Fayaz, and S. Asadi, “Lighting preferences in office spaces concerning the indoor thermal environment,” *Front. Archit. Res.*, no. xxxx, 2021, doi: 10.1016/j.foar.2021.03.003.
- [10] A. Sánchez, M. Garcia, R. Domingo, A. M. Camacho, and M. Sebastián, “Application of a Virtual and Ergonomic Framework for an Industrial Light Vehicle Concept Assembly Process: A Case Report,” *Procedia Eng.*, vol. 132, pp. 1077–1080, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2015.12.598.
- [11] D. Phillips, “Lighting Modern Buildings,” 2018 Int. Conf. Platf. Technol. Serv. PlatCon 2018, pp. 5–8, 2018, doi: 10.1109/PlatCon.2018.8472750.
- [12] A. E. Bettis, “Illumination items: By the lighting and illumination committee: New practises in street lighting,” *J. Am. Inst. Electr. Eng.*, vol. 42, no. 9, pp. 985–987, 2013, doi: 10.1109/joaiee.1923.6593383.
- [13] J. Xiong and A. Tzempelikos, “Model-based shading and lighting controls considering visual comfort and energy use,” *Sol. Energy*, vol. 134, pp. 416–428, 2016, doi: 10.1016/j.solener.2016.04.026.
- [14] A. Mandala, “Lighting Quality in the Architectural Design Studio (Case Study: Architecture Design Studio at Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 238, no. 1, 2019, doi: 10.1088/175515
- [15] K. Georgiev, “General plan - Master plan for the Development of Outdoor Lighting in Sofia,” *2020 12th Electr. Eng. Fac. Conf. BulEF 2020*, pp. 2020–2022, 2020, doi: 10.1109/BulEF51036.2020.9326039.
- [16] C. Boomsma and L. Steg, “The effect of information and values on acceptability of

- reduced street lighting,” *J. Environ. Psychol.*, vol. 39, pp. 22–31, 2014, doi: 10.1016/j.jenvp.2013.11.004.
- [17] E. Anthopoulou and L. Doulos, “The effect of the continuous energy efficient upgrading of LED street lighting technology: The case study of Egnatia Odos,” *2019 2nd Balk. Jr. Conf. Light. Balk. Light Jr. 2019 - Proc.*, pp. 4–5, 2019, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883662.
- [18] I. Petrinska and D. Ivanov, “Artistic and Architectural Lighting of the Building of the Faculty of Electrical Engineering of Technical University of Sofia, Bulgaria,” *2019 2nd Balk. Jr. Conf. Light. Balk. Light Jr. 2019 - Proc.*, 2019, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883634.
- [19] P. Zajac and G. Przybylek, “Lighting lamps in recreational areas – Damage and prevention, testing and modelling,” *Eng. Fail. Anal.*, vol. 115, no. May, p. 104693, 2020, doi: 10.1016/j.engfailanal.2020.104693.
- [20] B. Li and L. Gu, “The development of LED street lamp pavement lighting effects testing system,” *2014 11th China Int. Forum Solid State Light. SSLCHINA 2014*, no. 2, pp. 107–110, 2014, doi: 10.1109/SSLCHINA.2014.7127233.
- [21] V. Gyurov and H. Panchev, “Experimental Research on Light and Energy Parameters of Intelligent Street and Road Lighting Systems,” *2019 11th Electr. Eng. Fac. Conf. BulEF 2019*, vol. 3, no. 2, pp. 2019–2022, 2019, doi: 10.1109/BulEF48056.2019.9030760.
- [22] Compratuled, “Qué es eL índice de reproducción cromático,” *Qué es eL índice de reproducción cromático* Y. C. D. E. E. Arconel, “RESOLUCIÓN Nro. ARCONEL-054/18,” pp. 1–28, 2018.
- [23] M A, “Artistic and Architectural Lighting of the Building of the Faculty of Electrical Engineering of Technical University of Sofia, Bulgaria,” *2019 2nd Balk. Jr. Conf. Light. Balk. Light Jr. 2019 - Proc.*, pp. 2019–2022, 2019, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883634.

- [24] G. Della Longa, E. Bettinelli, G. Della Longa, S. Maggiani, and A. Santantoni, “> ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE DELLE CHIESE,” pp. 4–5, 2016.
- [25] F. I. C. Héctor Escobar, “Mallas Puesta a Tierra en terreno de alta resistividad,” pp. 1–9, 2019 2nd Balk. Jr. Conf. Light. Balk. Light Jr. 2019 - Proc., pp. 5–6, 2019, doi: 10.1109/BLJ.2019.8883662.
- [26] İ. E. Uygun, Z. T. Kazanasmaz, and S. Kale, “Optimization of Energy Efficient Luminaire Layout Design in Workspaces,” *Cisbat 2015*, pp. 301–306, 2015, doi: 10.5075/epfl-cisbat2015-301-306.
- [27] G. S. Patil and V. Kamath, “Energy efficient LED lighting scheme for a hospital segment,” *2017 Int. Conf. Intell. Comput. Instrum. Control Technol. ICICICT 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 1485–1489, 2018, doi: 10.1109/ICICICT1.2017.8342789.
- [28] T. F. D. E. Grado, “Criterios para la planificación de la iluminación patrimonial desde la Conservación Propuesta de alumbrado ornamental y vial ambiental del Castillo de Cardona,” pp. 2019–2020, 2020.
- [29] J. Cuñez, “Comportamiento de la resistividad eléctrica de los suelos ante variaciones de humedad y grado de compactación,” p. 108, 2015, [Online]. Available: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23016/1/Tesis.pdf>.
- [30] GAD Parroquial El Cisne, “Plan de Desarrollo y Ordemaniento Territoria, El Cisne,” 2015.
- [31] J. Ramírez, *Sistemas de puesta a tierra : diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF / Jose Samuel Ramirez Castano, Eduardo Antonio Cano Plata*. 2010.

## 8. ANEXOS

**Anexo 1** Cálculo de demanda para iluminación interior previo levantamiento.

### CÁLCULO DE DEMANDA TC ILUMINACIÓN INTERIOR

REGLÓ N	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn(W)					
1	2	3	4		5	6	7	8
	Reflectores Tipo 1	24	100	2400	60,00	1440	0,50	720
	Reflectores Tipo 2	24	250	6000	60,00	3600	0,50	1800
	Tomacorrientes	30	300	9000	50,00	4500	0,30	1350
	Equipos de sonido E	4	1200	4800	100,00	4800	1,00	4800
	Equipos de sonido I	12	60	720	100,00	720,00	1,00	720
	Iluminación Altar	22	60	1320	100,00	1320,00	0,90	1188
	Iluminación Santísimo	20	20	400	100,00	400,00	0,90	360
	Iluminación Velatorio	8	40	320	50,00	160,00	0,50	80
	Iluminación Sala Penitencial	12	24	288	50,00	144,00	0,50	72
	Iluminación Trono	6	80	480	100,00	480,00	0,90	432
	Iluminación Sacristía	10	20	200	80,00	160,00	0,90	144
	Iluminación Utería	4	20	80	90,00	72,00	0,30	22
	Iluminación Bautisterio	4	20	80	30,00	24,00	0,30	7
	Iluminación Campanario	4	40	160	50,00	80,00	0,30	24
	Iluminación Cantor	6	60	360	50,00	180,00	1,00	180
	Amplificador Stereo	3	700	2100	100,00	2100,00	1,00	2100
	Piano Altar	2	12,5	25	100,00	25,00	1,00	25
				2873 3				14024
			pf=0.8	DMU (kVA)		17,530		
			Factor Demanda FDM		0,49			

**Anexo 2** Cálculo de demanda para Campo Mariano previo levantamiento.

**CÁLCULO DE DEMANDA TC CAMPO MARIANO**

REGLÓ N	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn(W)					
1	2	3	4		5	6	7	8
	Amplificador Stereo	2	700	1400	100,00	1400	0,50	700
	Iluminación	12	50	600	60,00	360	0,50	180
	Luminaria Sodio	4	250	1000	60,00	600	0,30	180
	Tomacorriente	6	300	1800	50,00	900	0,30	270
				4800				1330
		pf=0.8						
				DMU (kVA)	1,663			
		Factor Demanda FDM		0,28				

**Anexo 3** Cálculo de carga para el museo previo levantamiento.

**CÁLCULO DE DEMANDA TC MUSEO**

REGLÓ N	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn(W)					
1	2	3	4		5	6	7	8
	Iluminación Halógena	24	55	1320	50,00	660	0,50	330
	Iluminación Led	60	7	420	50,00	210	0,50	105
	Computadora	1	350	350	40,00	140	0,70	98
	Tomacorriente	6	300	1800	30,00	540	0,30	162
	Cámaras de seguridad	8	12	96	100,00	96	0,90	86
	Sensor movimiento	6	500	3000	100,00	3000	0,90	2700
				6986				3481
		pf=0.8						
				DMU (kVA)	4,352			

Factor Demanda	0,50
FDM	

**Anexo 4** Cuadro de cargas de todo el Santuario del Cisne.

DEMANDA	kVA
TC MUSEO	4,352
TC ILUM INTERIOR	17,530
TC CAPILLA EXTERNA	1,100
TC CAMPO MARIANO	1,663
TC TORRE	1,380
TC PARQUE	0,212
ILUMINACIÓN EXTERNA	5,439
<b>CARGA TOTAL</b>	<b>31,676</b>

**Anexo 5** Descripción de materiales y costos.

N°	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNID AD	CANTID AD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TUBERÍA EMT DE 3/4 2.8 metros	Tubos	718	4,5	3231
2	CONECTORES EMT 3/4	uni	300	2	600
3	CODOS EMT 3/4	uni	200	2	400
4	CAJAS DE PASO EMT	uni	100	7	700
5	CABLE 4 DESNUDO	metros	45	4,2	189
6	VARILLA COPPERWELD ALTA CAMADA 1.80 5/8	uni	6	16	96
7	CABLE 10 AWG	Rollos	42	96	4032
8	CABLE 12 AWG	Rollos	21	70	1470
9	BREAKER 30 A	uni	14	5,8	81,2
10	BREAKER 15 A	uni	35	5,8	203
11	CAJA 6 SERVICIOS	uni	1	39	39
12	TIMER	uni	6	25	150
13	CONTACTOR SCHNEIDER 25 A	uni	6	45	270
14	TABLERO CENTRO CARGA 4 PUNTOS	uni	2	32	64
15	TABLERO CENTRO CARGA 12 PUNTOS	uni	1	65	65
16	TABLERO CENTRO CARGA 6 PUNTOS	uni	2	45	90
17	TABLERO CENTRO CARGA 8 PUNTOS	uni	1	53	53
18	ALAMBRE GALVANIZADO	uni	3	30	90
19	BORNERAS 100 UNIDADES	uni	20	5	100
20	TORNILLOS 8X3/4 100 UNIDADES	uni	25	2,5	62,5
21	TACO FISHER F6 100 UNIDADES	uni	25	1,5	37,5

22	PINTURA SATINADA CANECA	uni	3	84	252
23	AMARRAS PLÁSTICAS NEGRAS 4.8X300MM 100 UNIDADES	uni	15	6,15	92,25
24	CINTA AISLANTE	uni	10	0,9	9
25	BROCHAS	uni	6	3	18
26	SUELDA EXOTÉRMICA 90gramos EXOWELD	uni	8	4,5	36
27	MATERIAL SEGURIDAD PERSONAL	uni	8	60	480
28	LUMINARIA TIPO In-ground Light	uni	45	48	2160
29	LUMINARIA TIPO Parade S 40 DW Recessed wall wash	uni	164	26	4264
30	LUMINARIA TIPO Billund 1 Street and area lighting	uni	34	24	816
31	LUMINARIA TIPO Lador 2 Floodlights,projectors	uni	285	17	4845
32	LUMINARIA TIPO Light Linear PT 7 Street and área luminaire	uni	18	45	810
33	LUMINARIA TIPO LYTEPANEL II 1200 4K UGR DALIEM	uni	15	37	555
34	POSTES METALICOS	uni	10	90	900
					27260,
					45

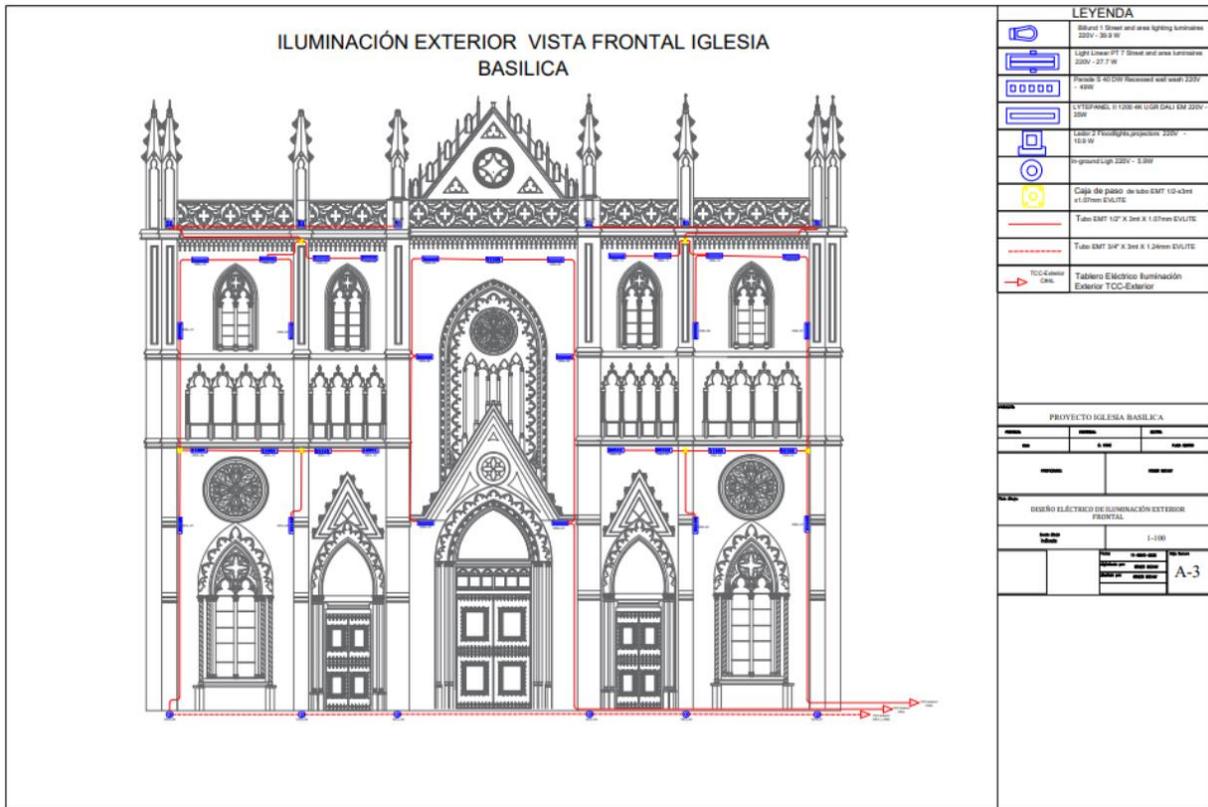
**Anexo 6** Descripción de costos para la obra civil.

N°	DESCRIPCIÓN OBRA CIVIL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
35	ROTURA DE ASFALTO CON EQUIPO MECÁNICO	m <sup>2</sup>	20	25	500
36	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJA 6 X 3	m <sup>2</sup>	18	20	360
37	ROTURA Y REPOSICIÓN DE ACERA	m <sup>2</sup>	8	22	176
38	PERFORACIÓN PARA CAJAS	m <sup>2</sup>	20	10	200
					1236

**Anexo 7** Descripción de costos para el personal.

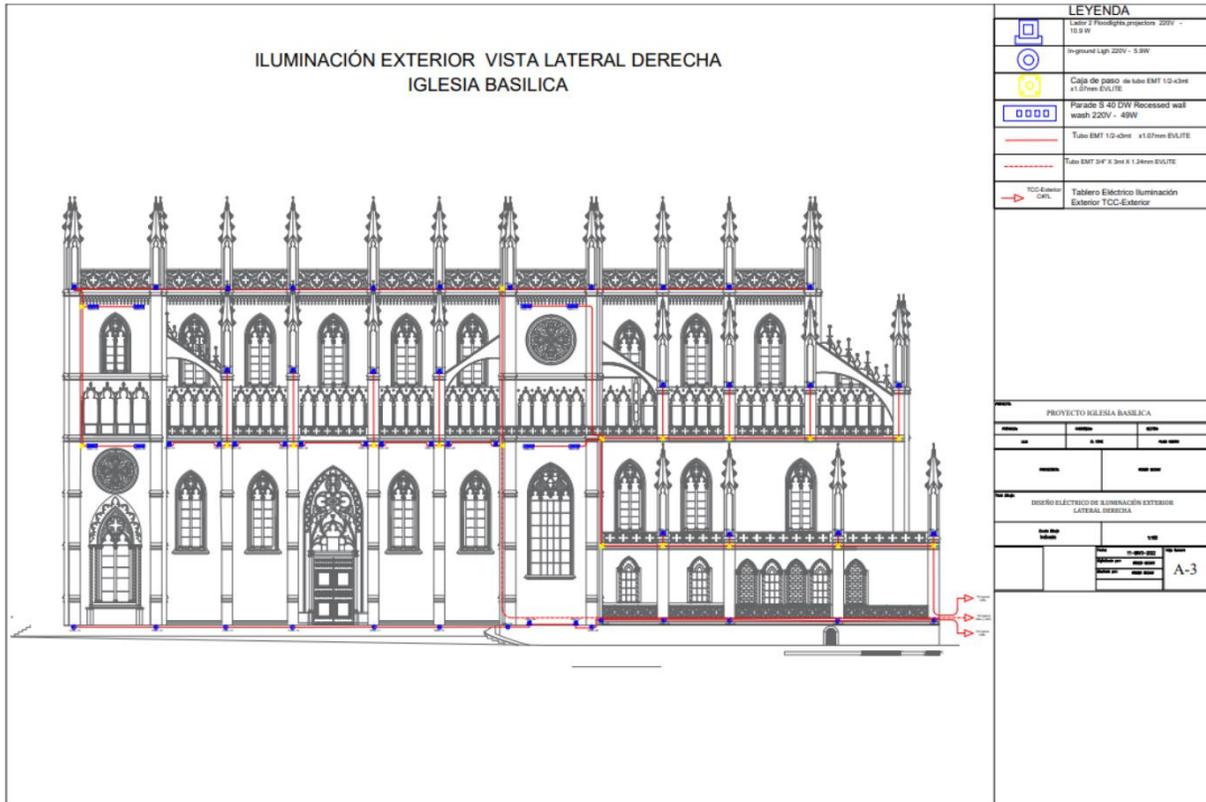
N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
35	ANDAMIOS Y ADICIONALES	uni	60	10	600
36	MANO DE OBRA 1	uni	20	400	8000
37	MANO DE OBRA 2	uni	20	400	8000
38	DISEÑO PROYECTISTA	uni	1	10000	10000
					26600

Anexo 8 Vista frontal de la iglesia ductería e Iluminación.



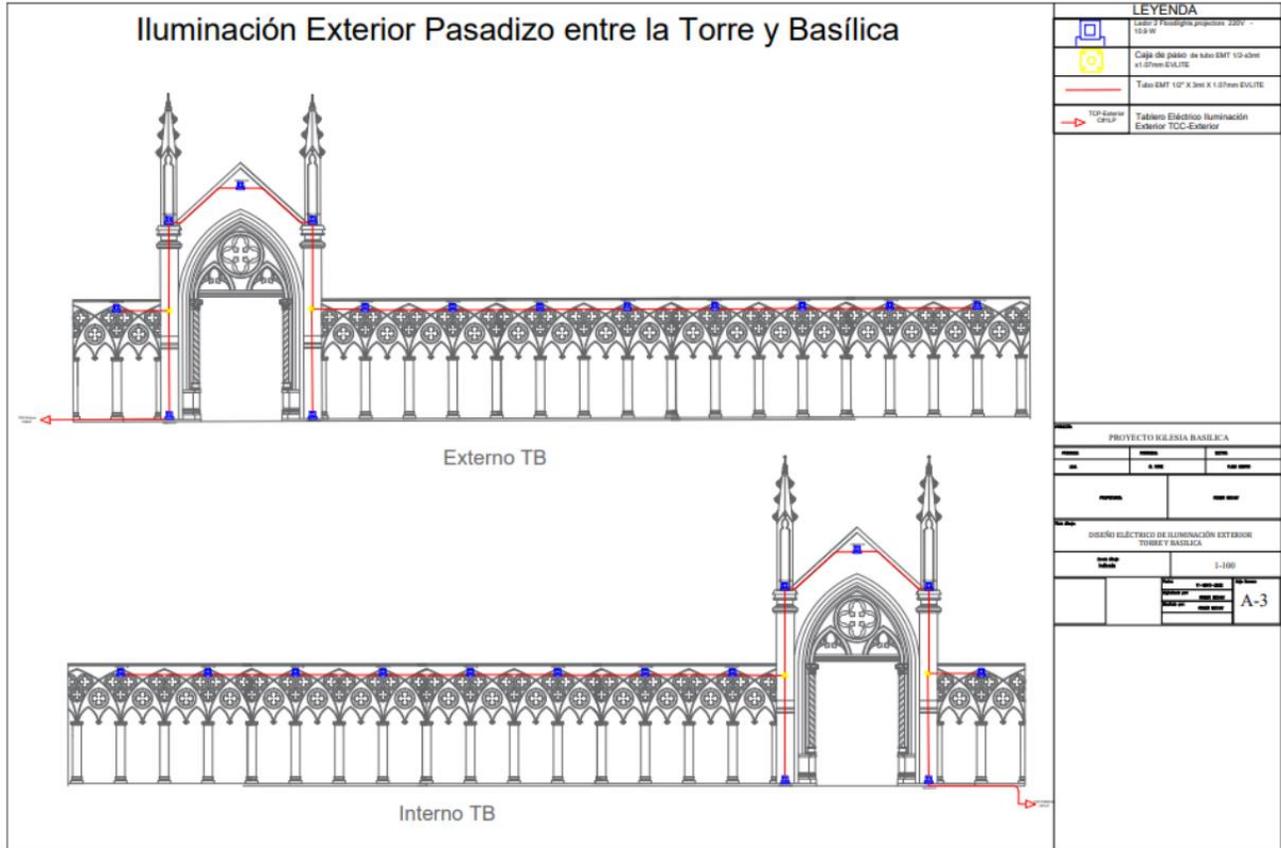


Anexo 10 Vista lateral derecha de la Basílica, ductería e iluminación.

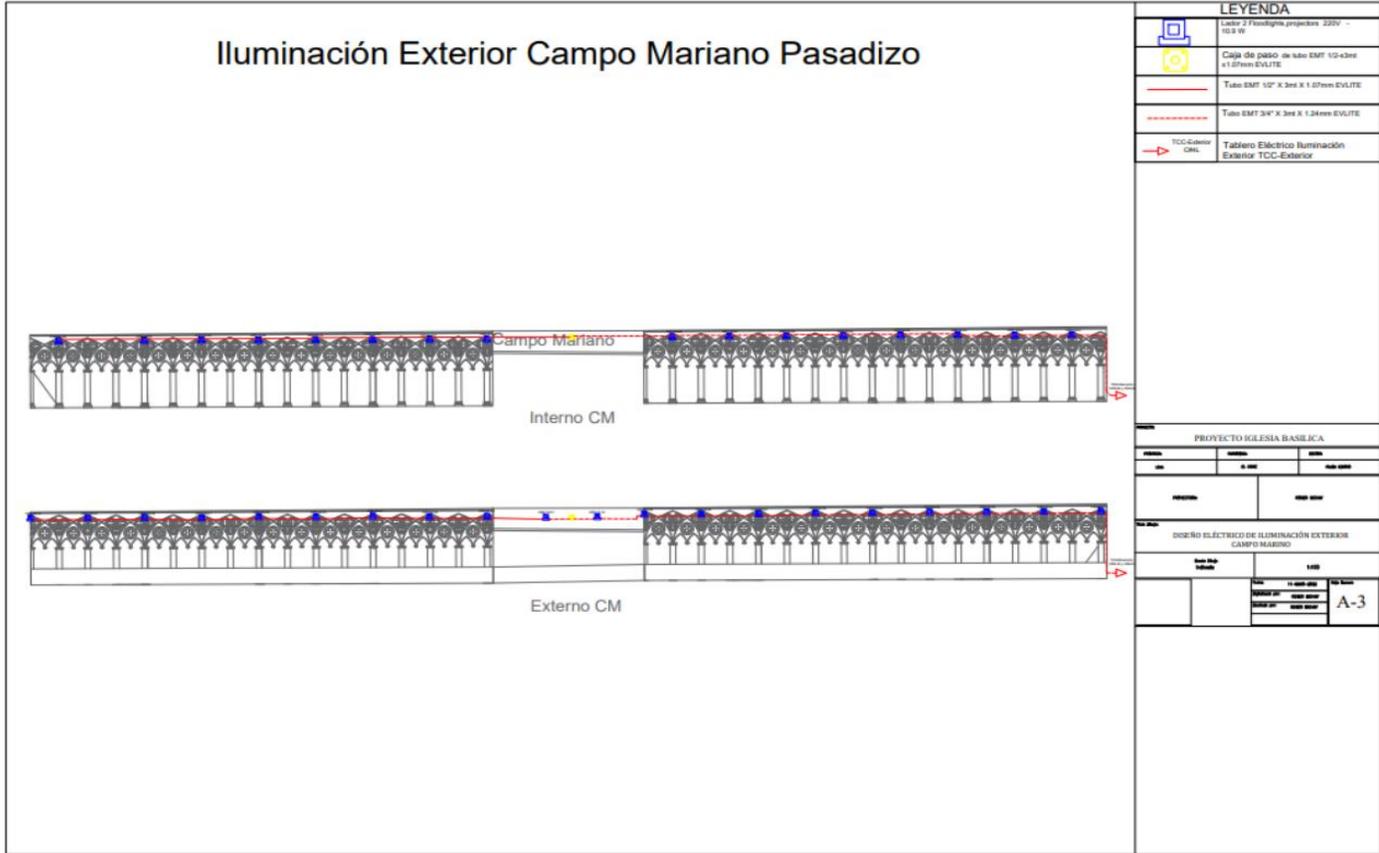




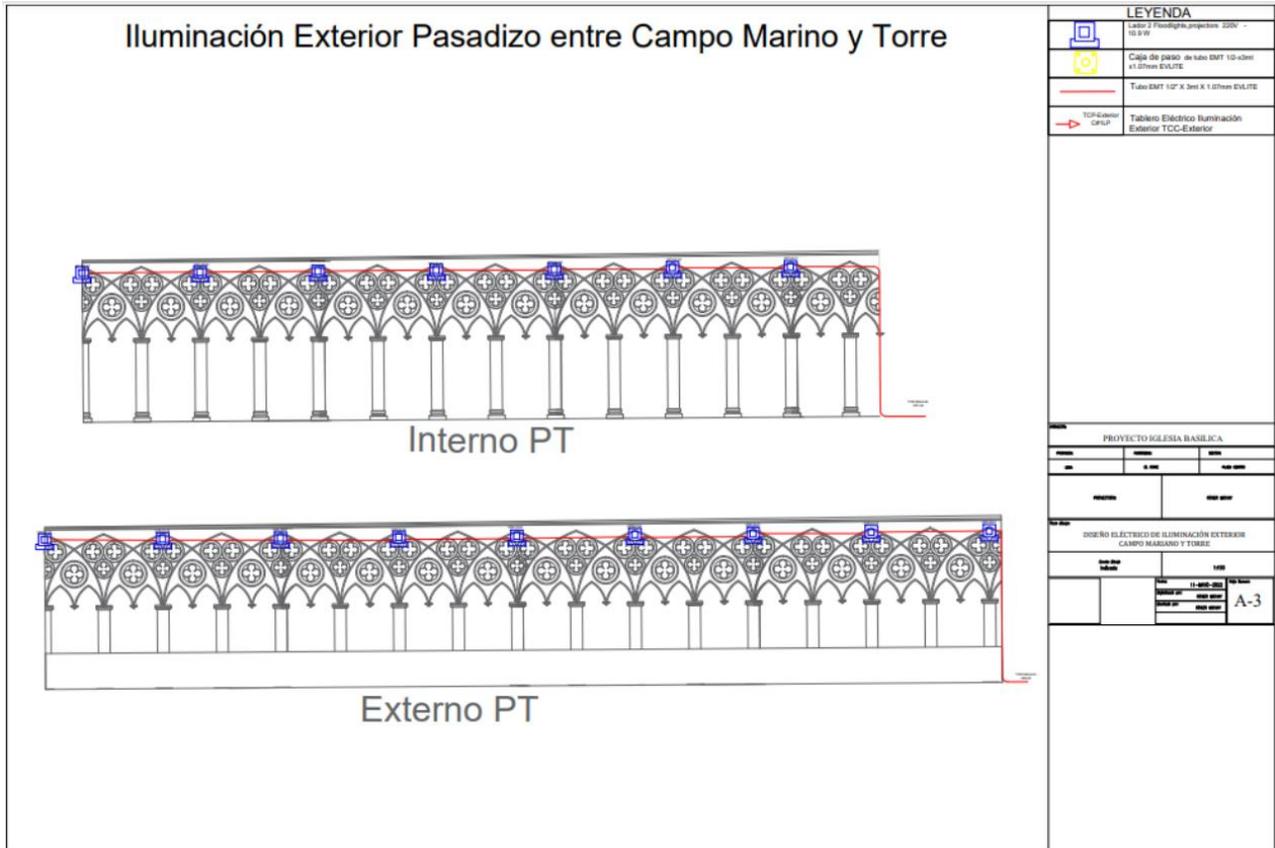
Anexo 12 Vista de pasadizo entre la Torre y la Basílica, ductería e iluminación.



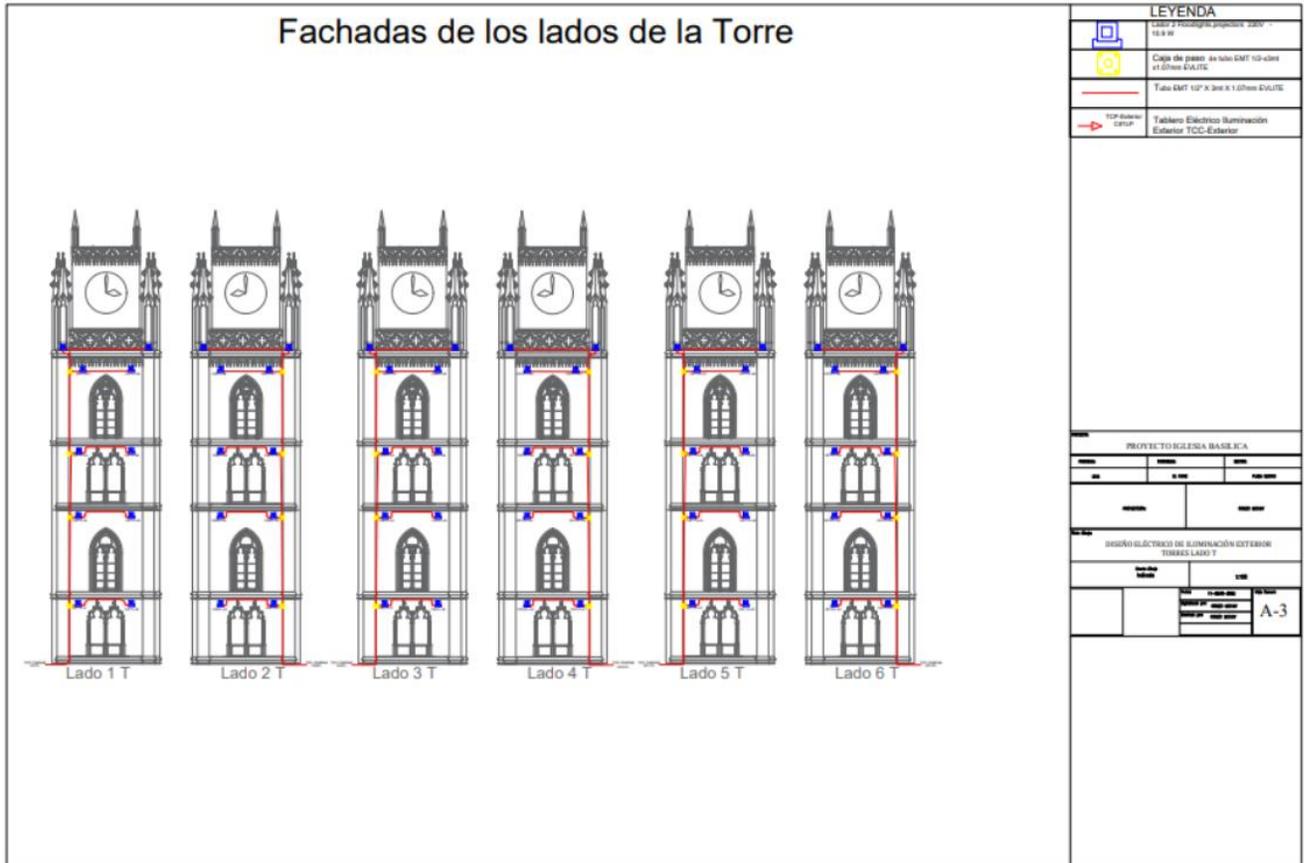
Anexo 13 Vista de Campo Mariano (Pasadizo), ductería e iluminación.



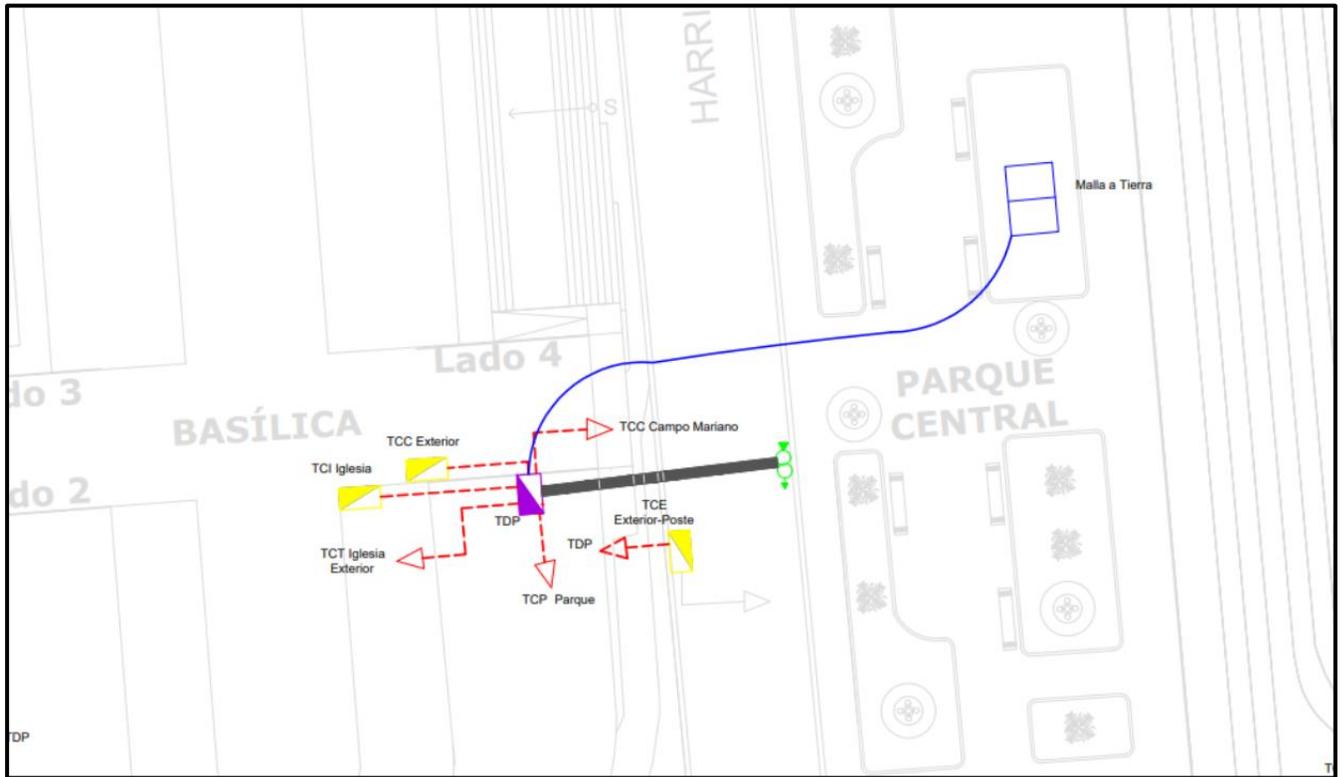
**Anexo 14** Vista de Campo Mariano y Torre (Pasadizo), ductería e iluminación.



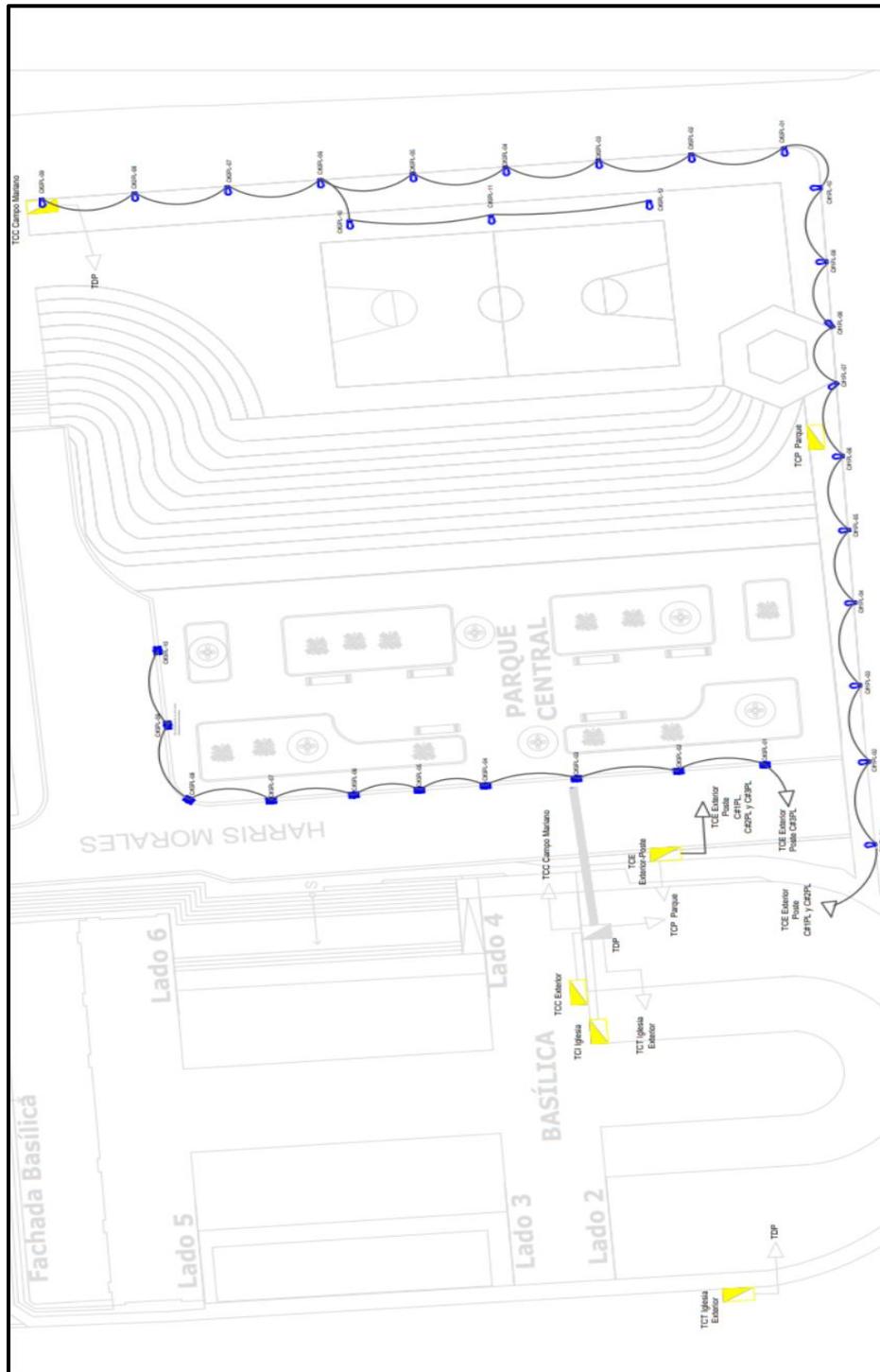
Anexo 15 Vista fachada de la torre, ductería e iluminación.



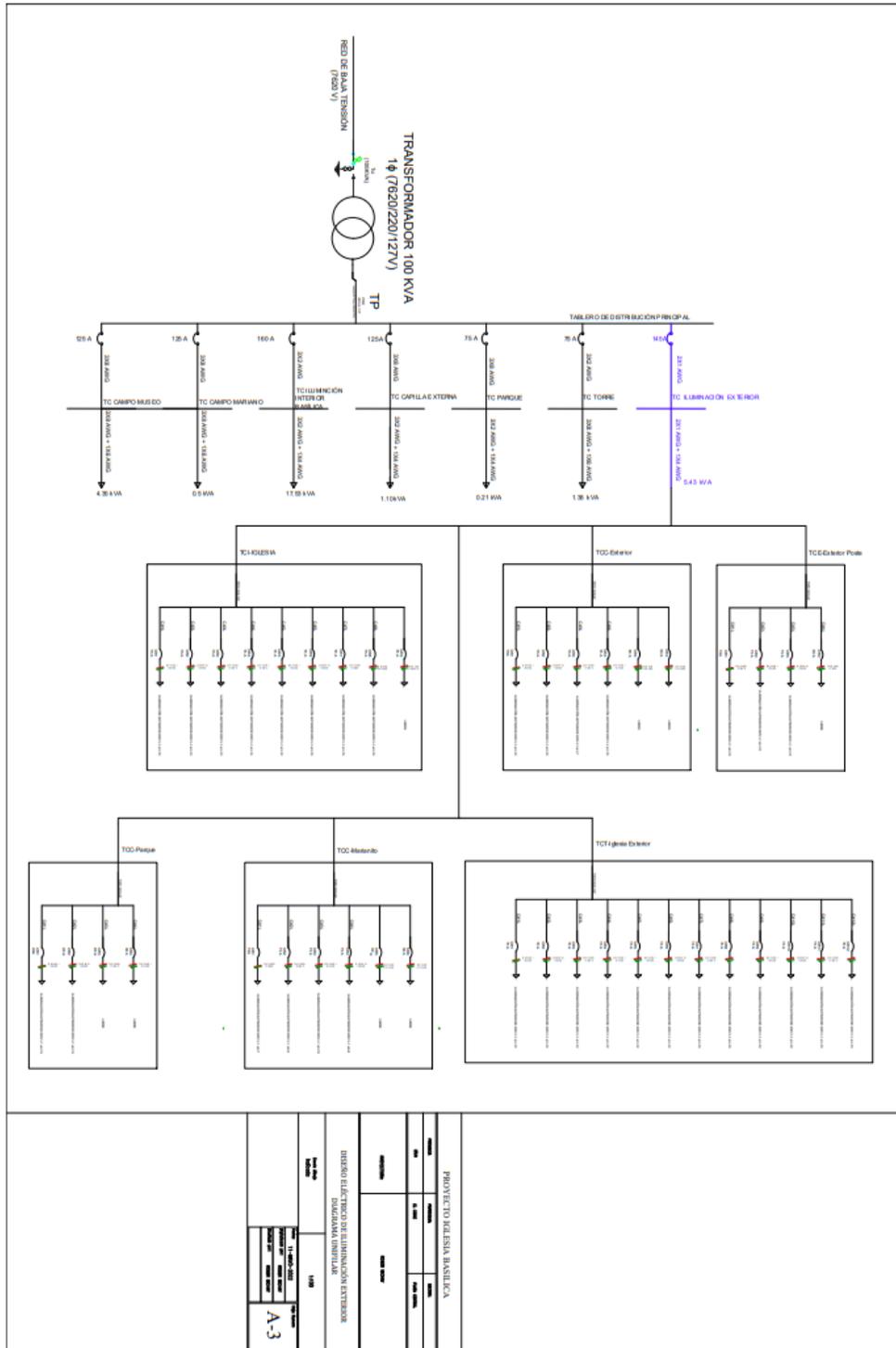
Anexo 16 Diagrama de distribución para tableros secundarios.



Anexo 17 Distribución de tableros en el exterior de la Basílica del Cisne

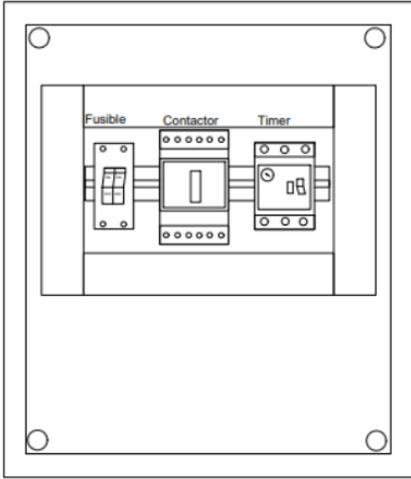


Anexo 18 Esquema Unifilar para distribución de tableros principal y secundario.

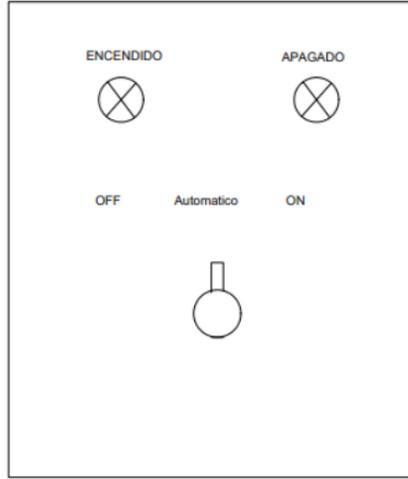


Anexo 19 Diagrama de tablero de control para el sistema de iluminación exterior.

## DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL Y FUERZA PARA ILUMINACIÓN 220V



**TABLERO DE FUERZA Y CONTROL DE LUMINARIAS AUTOMATICO**



**TABLERO DE CONTROL ILUMINACIÓN 220V**

<b>PROYECTO:</b> PROYECTO IGLESIA BASILICA		
<b>PROVINCIA:</b> LOJA	<b>PARROQUIA:</b> EL CISNE	<b>SECTOR:</b> PLAZA CENTRAL
<b>DISEÑO:</b> DISEÑO DE TABLERO DE CONTROL Y FUERZA PARA ILUMINACIÓN 220V		
<b>PROYECTISTA</b>	<b>ROGER MICHAY</b>	

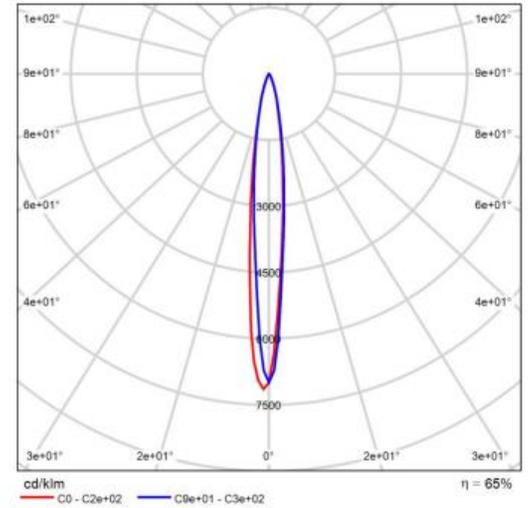
## Anexo 20 Características de Luminaria In-ground Light.

Endo Lighting Corp. - In-ground Light



N° de artículo	ERL8112S_RAD731N
P	5.9 W
$\Phi$ Lámpara	580 lm
$\Phi$ Luminaria	377 lm
$\eta$	64.96 %
Rendimiento lumínico	63.9 lm/W
CCT	-
CRI	-

ERL8112S\_RAD731N



CDL polar

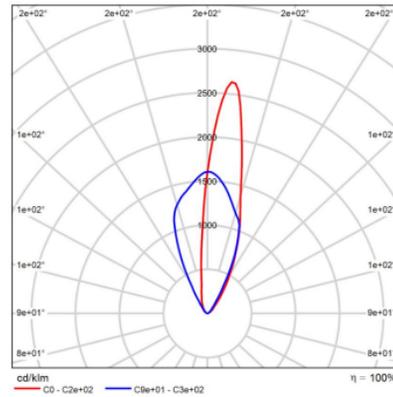
Diagrama conico

## Anexo 21 Características de luminaria Parade S40 DW.

GRIVEN S.r.l. - Parade S 40 DW Recessed wall wash



N° de artículo	AL3564
P	49.0 W
$\Phi$ Lámpara	3126 lm
$\Phi$ Luminaria	3112 lm
$\eta$	99.56 %
Rendimiento lumínico	63.5 lm/W
CCT	5842 K 2936 K
CRI	74 88



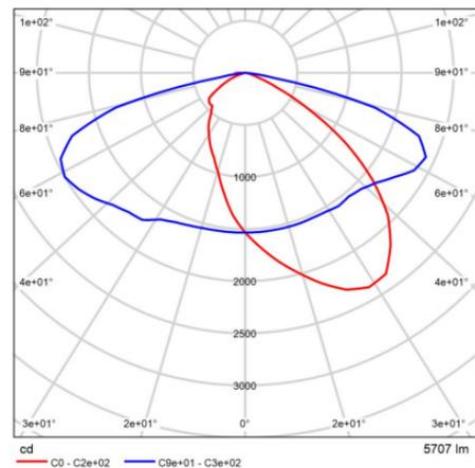
CDL polar

## Anexo 22 Características de Luminaria Billund1 Street.

Ligman Lighting - Billund 1 Street and area lighting luminaires



N° de artículo	BIU-90002-LC-T2-A-W40
P	39.9 W
$\Phi$ Luminaria	5707 lm
Rendimiento lumínico	143.0 lm/W
CCT	5470 K
CRI	86



CDL polar

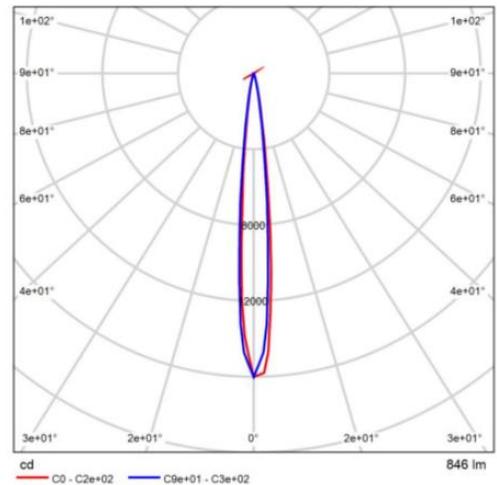
**Anexo 23** Características de Luminaria Lador 2 Floodlights.

**Ficha de producto**

Ligman Lighting - Lador 2 Floodlights,projectors



Nº de artículo	LD-50011-N-W40-A51931
P	10.9 W
$\Phi$ Luminaria	846 lm
Rendimiento lumínico	77.6 lm/W
CCT	-
CRI	-



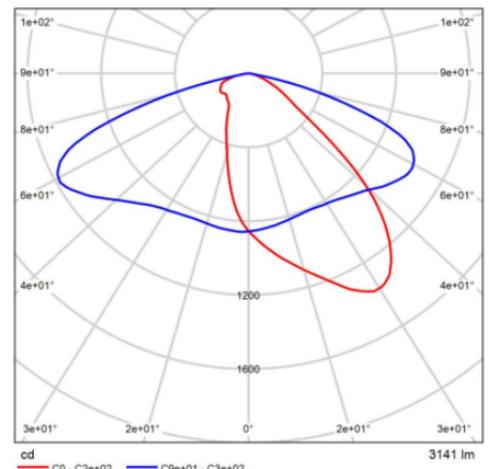
CDL polar

**Anexo 24** Características de Luminaria Light Linear PT7

Ligman Lighting - Light Linear PT 7 Street and area luminaires



Nº de artículo	LI-21231-ME-W40
P	27.7 W
$\Phi$ Luminaria	3141 lm
Rendimiento lumínico	113.4 lm/W
CCT	5470 K
CRI	86



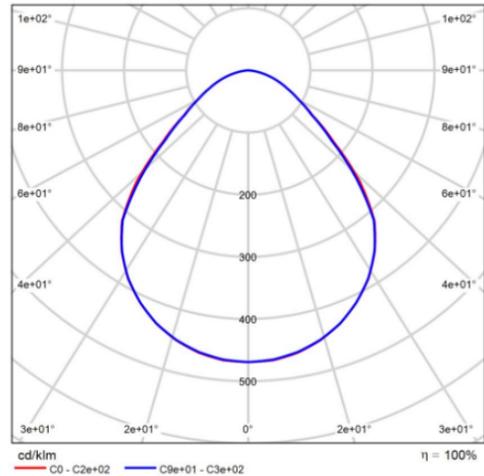
CDL polar

**Anexo 25** Características de Luminaria Lytepanel 1200.

## Ficha de producto

SYLVANIA - LYTEPANEL II 1200 4K UGR DALI EM

Emisión de luz	1
Lámpara	1x LYTEPANEL II 1200 4K UGR DALI
P	35.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	3775 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	3775 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento lumínico	107.9 lm/W
CCT	5470 K
CRI	86



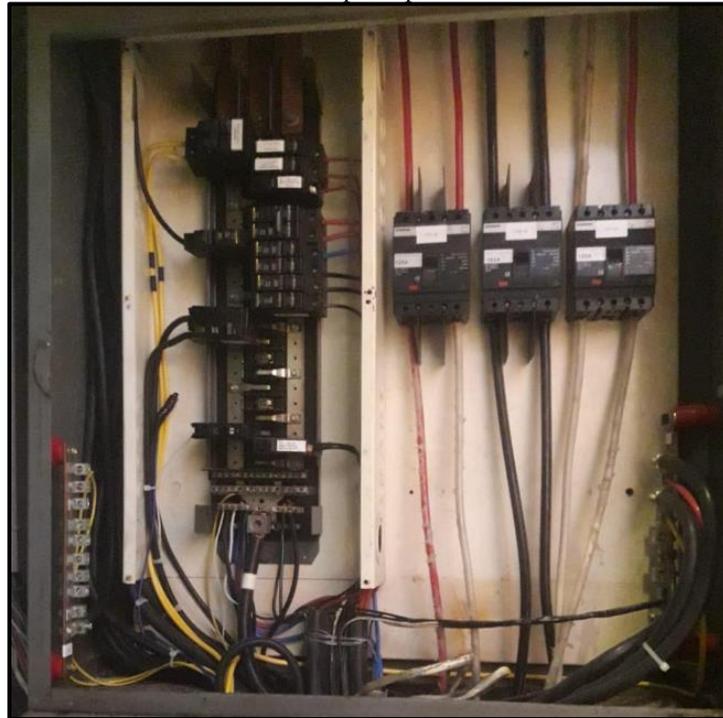
CDL polar

## INSPECCIÓN TÉCNICA

Anexo 26 Tableros de circuitos secundarios



Anexo 27 Tablero principal de la Basílica.



## CALCULO DE DEMANDA

Anexo 28 Calculo de Demanda para el sistema de iluminación.

### CÁLCULO DE DEMANDA

RENG LÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO		CA NT	Pn (W)	CI (W)	FFU n (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCIÓN								
1			2	3	4	5	6	7	8
2	In-ground Light		45	5,9	265,5	35	92,925	90	83,6325
3	Parade S 40 DW Recessed wall wash		164	49	8036	35	2812,6	90	2531,34
4	Billund 1 Street and area lighting		34	39,9	1356,6	35	474,81	90	427,329
5	Lador 2 Floodlights,projectors		285	10,9	3106,5	35	1087,27 5	90	978,547 5
6	Light Linear PT 7 Street and area luminaire		18	27,7	498,6	35	174,51	90	157,059
7	luminaireLYTEPANEL II 1200 4K UGR DALIEM		15	35	525	35	183,75	90	165,375
					13788,2		4831,87		4351,28 3

**Anexo 29** Calibre de cables según el amperaje.

Nivel de temperatura	60 °C	75 °C	90 °C
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2
medida/calibre del cable	amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	95 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

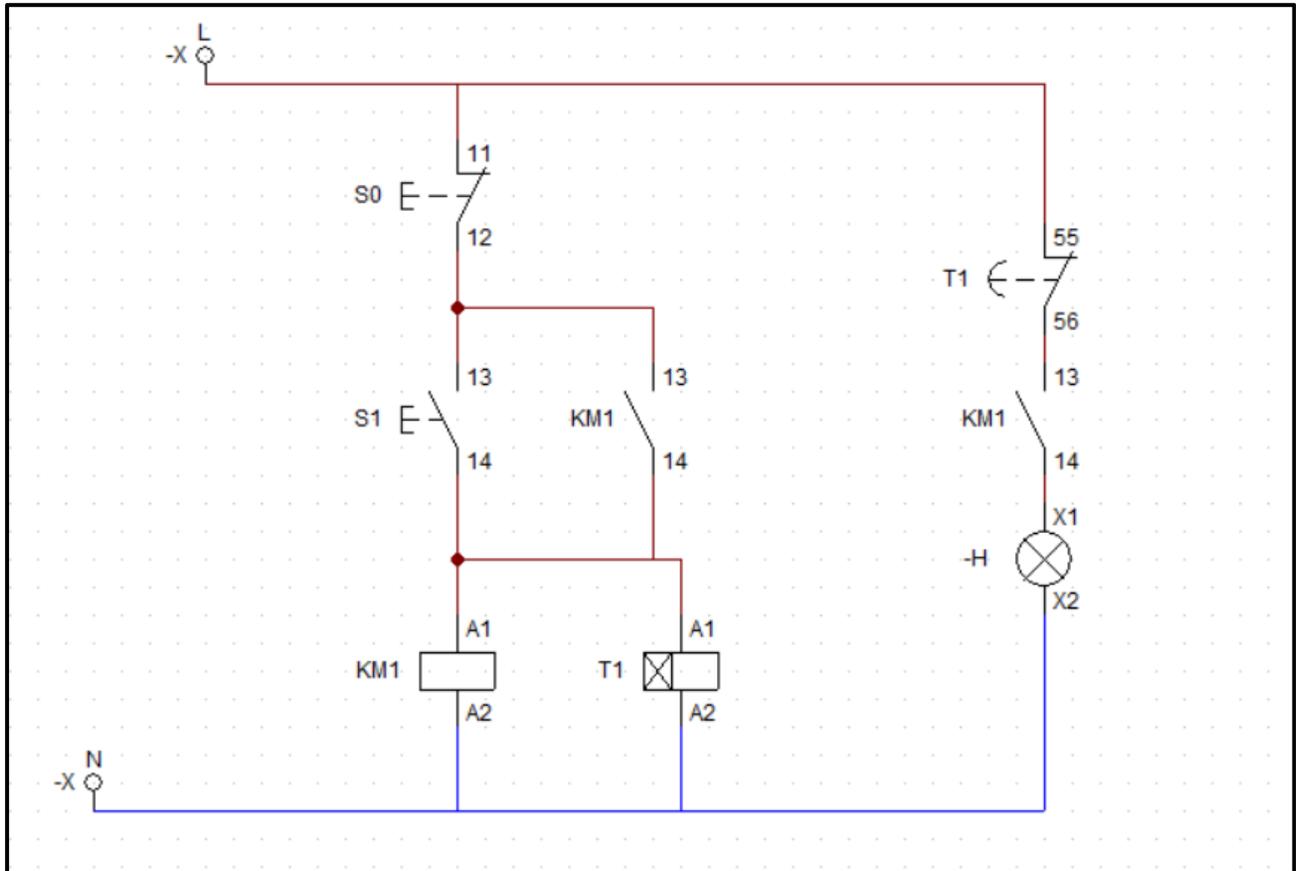
**Anexo 30** Valores de resistividad eléctrica del suelo, contenido de humedad.

TIPO DE SUELO	Suelo A			Suelo B			Suelo C		
	Arcillas varvadas			Lutitas			Areniscas		
	Arcillas de alta plasticidad			limo de baja plasticidad			arena limosa		
	$\rho$ ( $\Omega\text{m}$ )	w (%)	$\gamma$ ( $\frac{kN}{m^3}$ )	$\rho$ ( $\Omega\text{m}$ )	w (%)	$\gamma$ ( $\frac{kN}{m^3}$ )	$\rho$ ( $\Omega\text{m}$ )	w (%)	$\gamma$ ( $\frac{kN}{m^3}$ )
SUELTO	1006,86	8,57	9,9	—	13,1	13,03	1451,1 2	7,51	11,76
SUELTO	259,4	13,5 8	10,64	—	17,26	10,2	82,87	17,4 8	9,86
SUELTO	100,69	24,5 7	10,25	39,67	21,32	9,51	38,62	27,4 2	11,03
SUELTO	40,3	32,0 9	10,25	29,1	31,13	8,64			

Anexo 31 Calibre de conductor.

AWG	$\phi$ [pulg]	$\phi$ [mm]	$\phi$ [mm <sup>2</sup> ]	AWG	$\phi$ [pulg]	$\phi$ [mm]	$\phi$ [mm <sup>2</sup> ]
6/0	0,58	14,73	170,3	18	0,0403	1,02	0,823
5/0	0,517	13,12	135,1	19	0,0359	0,912	0,653
4/0	0,46	11,7	107	20	0,032	0,812	0,516
3/0	0,41	10,4	65	21	0,0285	0,723	0,41
2/0	0,365	9,26	67,4	22	0,0253	0,644	0,326
1/0	0,325	8,25	53,5	23	0,0226	0,573	0,256
1	0,269	7,35	42,4	24	0,0201	0,644	0,205
2	0,258	6,54	33,6	25	0,0179	0,573	0,162
3	0,229	5,38	26,7	26	0,0159	0,511	0,129
4	0,204	5,19	21,1	27	0,0142	0,455	0,102
5	0,182	4,62	16,8	28	0,0126	0,405	0,081
6	0,162	4,11	13,3	29	0,0113	0,361	0,0642
7	0,144	3,66	10,5	30	0,01	0,321	0,0509
8	0,128	3,26	8,36	31	0,00893	0,286	0,0404
9	0,114	2,91	6,63	32	0,00795	0,255	0,032
10	0,102	2,59	5,26	33	0,00708	0,227	0,0254
11	0,0907	2,3	4,17	34	0,00631	0,202	0,0201
12	0,0808	2,05	3,31	35	0,00562	0,18	0,016
13	0,072	1,83	2,62	36	0,005	0,16	0,0127
14	0,0641	1,63	2,08	37	0,00445	0,143	0,01
15	0,0571	1,45	1,65	38	0,00397	0,127	0,00797
16	0,0508	1,29	1,31	39	0,00353	0,113	0,00632
17	0,0453	1,15	1,04	40	0,00314	0,101	0,00501

Anexo 32 Esquema de Mando para accionamiento del sistema de iluminación.



**Anexo 33** Contactor usado para la implementación del sistema de automatización



. Valores nominales para contactor

---

**DATOS CONTACTOR**

---

modelo /numero	CJX22510
Voltaje	220v
Corriente	10 A, 20 A
Electricity Type	AC
frecuencia	60Hz

---

## Anexo 34 Características técnicas del temporizador.



### 1. Funciones

Seleccionar la función de temporización antes de conectar la tensión de alimentación del relé.

E	Retardo a la conexión
R	Retardo a la desconexión
Ws	Impulso a la conexión por contacto
Wa	Impulso a la desconexión por contacto
Es	Retardo a la conexión por contacto
Wu	Impulso a la conexión
Bp	Cíclico simétrico, comienzo por pausa

### 2. Escalas de tiempo

Escalas de tiempo	Rango de ajuste	
1s	50ms	1s
10s	500ms	10s
1min	3s	1min
10min	30s	10min
1h	3min	1h
10h	30min	10h
100h	5h	100h

### 3. Señalización

LED verde ON: relé alimentado y en servicio  
 LED verde parpadeando: temporización en marcha  
 LED amarillo ON/OFF: relé de salida conectado/desconectado

### 4. Construcción

Material de la caja y grado de protección  
 Plástico auto-extinguible, grado IP 40 Montaje.  
 Sobre perfil omega DIN 35mm.(EN 50022)  
 Posición de montaje: Cualquiera  
 Bornes de conexión anti-vibración de acuerdo con VBG 4 (se requiere PZ1) con grado de protección IP 20  
 Par máximo de apriete: 1Nm.

### Sección máxima de cableado:

- 1 x 0,5 a 2,5mm<sup>2</sup> cable flexible, con o sin terminal
- 1 x 4mm<sup>2</sup> cable flexible, sin terminal
- 2 x 0,5 a 1,5mm<sup>2</sup> cable flexible, con o sin terminal
- 2 x 2,5mm<sup>2</sup> cable flexible, sin terminal

### 5. Circuito de entrada

Tensión auxiliar de alimentación: bornes A1(+)-A2(-)  
 Tolerancias admisibles:  
 Tipos 12-240V AC/DC: 12V-10% a 240 V+10%  
 Tipos 24-240V AC/DC: 24V-15% a 240 V+10%  
 Consumo nominal: 4VA (1,5 W)  
 Frecuencia nominal: 48-63 Hz.  
 Duración de conexión: 100%  
 Tiempo de rearme: 100 ms.  
 Ondulación residual para DC: 10%  
 Tensión de desexcitación: >30% tensión aux. mínima  
 Categoría de sobretensión: III (según IEC 60664-1)  
 Tensión de impulso admisible: 4kV

### 6. Circuito de salida

Nº de contactos conmutados: 1 NAC/250 V AC, libre de potencial  
 Poder de corte: 200VA (8A/250 V AC)  
 Fusible de protección: 8A de acción rápida  
 Durabilidad mecánica: 20x10<sup>6</sup> man.  
 Durabilidad eléctrica: 20x10<sup>6</sup> man, a 1000VA carga resistiva  
 Frecuencia de conmutación: según IEC 947-5-1  
 A 100VA. carga resistiva máx. 60 man/min  
 A 1000VA. carga resistiva máx. 6 man/min  
 Categoría de sobretensión: III (según IEC 60664-1)  
 Tensión de impulso admisible: 4kV

### 7. Contacto de mando

Entrada NO libre de potencial: Bornes A1-B1  
 Cargable: Si (p.e. bobina de un contactor)  
 Longitud máx.de cableado: 10 m.  
 Duración mín. de impulso de control: DC 50 ms / AC 100ms

### 8. Precisión

Precisión base: ±1% del valor de fondo de escala  
 Precisión de ajuste: <5% del valor de fondo de escala  
 Precisión de repetición: <0,5% o ±5 ms.  
 Influencia de la tensión: -  
 Influencia de la temperatura: ≤0,01% / °C

### 9. Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: -25 a +55 °C  
 Temperatura de almacenaje: -25 a +70 °C  
 Temperatura de transporte: -25 a +70 °C  
 Humedad relativa: 15% a 85%  
 (según IEC 60721-3-3 clase 3k3)  
 Grado de polución: III (según IEC 60664-1)

### 10. Peso

Unitario: 72g  
 Paquete de 10 piezas: 670g

### Dimensiones

