

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA:

**Propuesta de un prototipo SCHREDER EXEDRA, que permita minimizar los tiempos de respuesta a los cortes de energía eléctrica en los circuitos de iluminación del puente de la Unidad Nacional aplicado sobre el rio Babahoyo.**

AUTOR:

Zambrano Merchán, Edward Omar

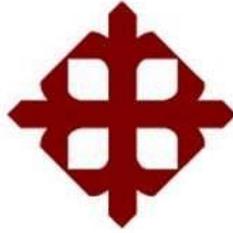
Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

TUTOR:

Ing. Edgar Raúl Quezada Calle M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

Febrero - 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por el Sr. Zambrano Merchán, Edward Omar, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD.**

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

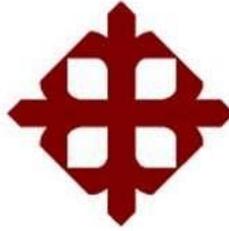
Ing. Edgar Raúl Quezada Calle, M Sc.

**DIRECTOR DE CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

Ing, Bohórquez Escobar, Celso Bayardo M. Sc.

Guayaquil, a los 02 días de mes de febrero del año 2023



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Zambrano Merchán, Edward Omar**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo Integración Curricular, **Propuesta de un prototipo SCHRÉDER EXEDRA, que permita minimizar los tiempos de respuesta a los cortes de energía eléctrica en los circuitos de iluminación del puente de la Unidad Nacional aplicado sobre el rio Babahoyo** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Electricidad**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

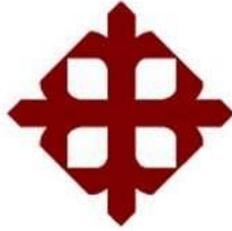
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 02 días del mes de febrero del año 2023**

EL AUTOR

f. \_\_\_\_\_

Zambrano Merchán, Edward Omar



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Zambrano Merchán, Edward Omar**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo Integración Curricular, **Propuesta de un prototipo SCHRÉDER EXEDRA, que permita minimizar los tiempos de respuesta a los cortes de energía eléctrica en los circuitos de iluminación del puente de la Unidad Nacional aplicado sobre el río Babahoyo**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 02 días del mes de febrero del año 2023

EL AUTOR

f. \_\_\_\_\_

Zambrano Merchán, Edward Omar

# REPORTE DE URKUND

## Document Information

Analyzed document	Tesis Omar Zambrano 01_02_2023.docx (D157584257)
Submitted	2/1/2023 6:45:00 PM
Submitted by	
Submitter email	efrain.velez@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	efrain.velez.ucsg@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / TESIS 15.11.13.docx</b> Document TESIS 15 11 13.docx (D9947791) Submitted by: orlandophilco_7@hotmail.com Receiver: orlando.philco.ucsg@analysis.orkund.com	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.schreder.com/en/products/izylum-outdoor-led-lighting">https://www.schreder.com/en/products/izylum-outdoor-led-lighting</a> Fetched: 4/28/2021 10:39:29 AM	 1
<b>SA</b>	<b>Tesis_Analisis_de_factibilidad_Telegestión_Andrés_Rueda.docx</b> Document Tesis_Analisis_de_factibilidad_Telegestión_Andrés_Rueda.docx (D78003927)	 1

## Entire Document

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD  
TEMA: Propuesta de un prototipo Schröder EXEDRA, que permita minimizar los tiempos de respuesta a los cortes de energía eléctrica en los circuitos de iluminación del puente de la unidad nacional aplicado en el río Babahoyo  
AUTOR: Zambrano Merchán, Edward Omar  
Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
TUTOR: Ing. Edgar Raúl Quezada Calle  
Guayaquil, Ecuador Enero - 2023  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD  
CERTIFICACIÓN  
Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por el Sr. Zambrano Merchán, Edward Omar, como requerimiento para la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRICIDAD.  
TUTOR  
f. \_\_\_\_\_ Ing. Edgar Raúl Quezada Calle  
DIRECTOR DE CARRERA  
f. \_\_\_\_\_ M. Sc. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo Guayaquil, a los XX del de Enero del año 2023  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD  
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD  
Yo, Zambrano Merchán, Edward Omar  
DECLARO QUE: El Trabajo de Titulación,  
Propuesta de un prototipo Schröder EXEDRA, que permita minimizar los tiempos de respuesta a los cortes de energía eléctrica en los circuitos de iluminación sobre el puente de la unidad nacional,  
previo a la obtención del título de ingeniero en Electricidad, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

TUTOR

f. \_\_\_\_\_  
Ing. Edgar Raúl Quezada Calle

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de titulación está dedicado al creador Dios, quien me creó y a todo lo que hay en este mundo quien me dio la inteligencia y las fuerzas necesarias para cumplir con los obstáculos se iban presentando.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y a todos los Docentes que la conforman quienes aportaron en formar mi conocimiento para poder realizar el presente trabajo, y como futuro profesional.

A mi esposa quien me recibía por las noches al llegar de clases, y brindarme el apoyo incondicional en los momentos que necesite de su ayuda.

A mis padres quienes me dieron la vida y la educación necesaria para poder culminar mi anhelada profesión y este trabajo de titulación.

## **AGRADECIMIENTO**

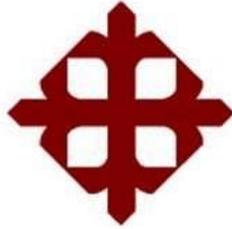
Al creador Dios, por darme la oportunidad de estar vivo y darme el ímpetu que necesite en momentos difíciles, de cansancio y desanimo.

A mi tutor del Trabajo Integración Curricular que, gracias a su entereza, paciencia y a sus lineamientos supo ser una guía acertada para la elaboración del presente trabajo.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y todos los Docentes que aportaron en formar mi conocimiento para poder realizar el presente trabajo, y como futuro profesional.

A mi esposa por brindarme el apoyo incondicional en los momentos que necesite de su ayuda.

A mis padres quienes me dieron la vida y la educación necesaria para poder culminar mí anhelada profesión y este trabajo de titulación.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_ -

**ING. FRANCO RODRÍGUEZ, JOHN ELOY Ph.D.**  
**DECANO**

f. \_\_\_\_\_

**ING. BOHÓRQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO Ph.D.**  
**DIRECTOR DE CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**ING. ZAMORA CEDEÑO, NESTOR ARMANDO M. Sc.**  
**OPONENTE**

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT .....	XV
CAPÍTULO 1 .....	2
GENERALIDADES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	2
1.1.    Introducción.....	2
1.2.    Planteamiento del problema .....	3
1.3.    Justificación.....	3
1.4.    Objetivo General .....	3
1.5.    Objetivos Específicos .....	3
1.6.    Metodología.....	4
1.7.    Hipótesis.....	5
CAPÍTULO 2.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1.    Alumbrado Público.....	6
2.1.1.    Alumbrado público general (APG).....	6
2.1.2.    Alumbrado público intervenido.....	6
2.1.3.    Alumbrado ornamental .....	7
2.2.    Luminarias.....	7
2.2.1.    Luminarias de descarga .....	7
2.2.2.    Luminaria LED.....	13
2.3.    Equipos auxiliares para el arranque de luminarias .....	15
2.4.    Balasto .....	15
2.4.1.    Condensador .....	16

2.4.2.	Arrancador .....	16
2.5.	Luminotecnia.....	16
2.6.	Iluminancia.....	16
2.7.	Rendimiento Luminoso .....	17
2.8.	Intensidad Luminosa .....	18
2.9.	El color y la luz.....	19
2.10.	Regulación Nro. ARCONEL 006/18.....	19
2.10.1.	Factores fotométricos.....	20
2.10.2.	Clases de alumbrado por vías .....	22
2.11.	Telegestión Versión Smart.....	25
2.11.1.	Tipos de Sistemas de Telegestión en Alumbrado Público.....	26
2.12.	Protocolos de comunicación inalámbrica .....	29
2.13.	Telegestión Versión PRO .....	31
2.14.	Smart Cities aplicando Telegestión en iluminación .....	31
2.15.	Ventajas y desventajas de la Telegestión en el alumbrado público....	33
2.15.1.	Ventajas.....	33
2.15.2.	Desventajas .....	33
2.16.	Tipos de Conductores .....	34
2.16.1.	Conductores de Aleación de Aluminio AAAC.....	34
2.16.2.	Conductores de Cobre Temple Blando. ....	35
2.16.3.	Cable De Energía NYY .....	36
CAPÍTULO 3 .....		37
IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE TELEGESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO .....		37
3.1.	Telegestión .....	37
3.1.1.	Niveles de funcionamiento del sistema de Telegestión.....	38
3.1.2.	Medios de comunicación y transmisión de datos, en los sistemas de Telegestión	39
3.2.	Telegestión del alumbrado público .....	40
3.2.1.	Unidad de control de alumbrado .....	41
3.2.2.	Protocolos de comunicación Schreder.....	42

3.2.3.	Red de comunicación.....	43
3.2.4.	Microsoft Azure.....	45
3.2.5.	Software de Telegestión .....	46
3.3.	Descripción General del Sistema de Telegestión Schreder EXEDRA...	48
3.3.1.	Arquitectura del Sistema de Telegestión Schreder EXEDRA.....	50
3.4.	Puesta en Marcha.....	56
3.4.1.	Primer Paso.....	56
3.4.2.	Segundo Paso.....	57
3.4.3.	Tercer Paso .....	57
3.5.	Panel de control configurable.....	57
3.6.	Gestión de inventario y dispositivos.....	59
3.7.	Información en tiempo real y sobre el estado de los dispositivos .....	60
3.8.	Informes, alarmas y análisis de datos .....	61
3.9.	Vigilancia, supervisión y control en tiempo real.....	62
3.10.	Implementación de prototipo Schröder EXEDRA en los Puentes de La Unidad Nacional .....	63
3.11.	Registro de los tiempos de respuesta .....	65
3.12.	Discusión .....	66
CAPÍTULO 4.....		68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		68
4.1.	Conclusiones.....	68
4.2.	Recomendaciones .....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		70

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clase de alumbrado para los diferentes tipos de vías públicas .....	22
<b>Tabla 2</b> Luminosidad de la calzada para el tráfico motorizado.....	23
<b>Tabla 3</b> Valores mínimos a mantener de luminancia promedio en vías para tráfico motorizado.....	24
<b>Tabla 4</b> Características de calzada .....	25
<b>Tabla 5</b> Especificaciones de Cables de Aleación de Aluminio- mm <sup>2</sup> .....	34
<b>Tabla 6</b> Datos técnicos Cu desnudo .....	35
<b>Tabla 7</b> Especificaciones Cables NYY Tripolar .....	36
<b>Tabla 8</b> Cantidad de luminarias Puentes sobre el Río Babahoyo.....	64
<b>Tabla 9</b> Luminarias en Puentes de la Unidad Nacional sin sistema de Telegestión EXEDRA.....	65
<b>Tabla 10</b> Luminarias en otro sector con sistema de Telegestión EXEDRA .....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Lámpara de mercurio de alta presión .....	8
<b>Figura 2</b> Lámpara de Sodio de baja presión.....	9
<b>Figura 3</b> Lámpara de sodio de alta presión .....	11
<b>Figura 4</b> Lámpara Halogenuro .....	12
<b>Figura 5</b> Luminaria Tipo Led.....	13
<b>Figura 6</b> Luminancia de un área.....	17
<b>Figura 7</b> Esquema del rendimiento lumínico .....	18
<b>Figura 8</b> Esquema de intensidad luminosa.....	19
<b>Figura 9</b> Protocolos de comunicación inalámbrica .....	30
<b>Figura 10</b> Sistema de Telegestión .....	38
<b>Figura 11</b> Niveles de Telegestión, adaptado a un sistema de alumbrado público .....	39
<b>Figura 12</b> Esquema de sistema de Telegestión de alumbrado público .....	41
<b>Figura 13</b> Unidad de control inalámbrico marca Umpi .....	42
<b>Figura 14</b> Software de Telegestión de luminarias en sistema de alumbrado público .....	47
<b>Figura 15</b> Descripción general del sistema Schreder EXEDRA .....	49
<b>Figura 16</b> Arquitectura del sistema Owlet IoT .....	52
<b>Figura 17</b> Interface del controlador de luminaria.....	53
<b>Figura 18</b> Interfaz de usuario para supervisar soluciones para ciudades inteligentes.....	55
<b>Figura 19</b> Pantalla funcionando correctamente.....	55
<b>Figura 20</b> Instalación del controlador de luminaria con puesta en marcha automática ..	56
<b>Figura 21</b> Panel de control .....	58
<b>Figura 22</b> Mapa de inventario: vista de mapa de los dispositivos .....	59
<b>Figura 23</b> Panel de control: estado de las luminarias en el mapa .....	60
<b>Figura 24</b> Histórico de información del comportamiento de luminarias .....	62
<b>Figura 25</b> Etapa a intervenir Puentes de la Unidad Nacional sobre el rio Babahoyo .....	63

## **RESUMEN**

El Puente de la Unidad Nacional es un lugar con un alto índice de afluencia de tráfico vehicular, tiene una longitud de 2 186 m, mismo que cruza el río Daule y Babahoyo, siendo un punto de conexión para las ciudades de Guayaquil y Durán. Actualmente posee un sistema de iluminación antiguo que provoca que los sistemas eléctricos de las luminarias fallen. Por tal motivo, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo primordial la implementación de un sistema de Telegestión para el sistema de alumbrado público del puente logrando un control optimizado. Para la implementación del proyecto se realizó un análisis de las tecnologías existentes y se seleccionó la más adecuada según los requerimientos del sistema. Partiendo de los objetivos planteados y la justificación del trabajo, se elaboró el marco teórico donde se revisaron los conceptos inherentes al tema: iluminación, Telegestión y los dispositivos necesarios para el desarrollo del trabajo. Posterior a esto se procedió a realizar el montaje de la infraestructura y el sistema de iluminación como plan piloto en un sector determinado del puente de la unidad nacional. Finalmente, se comprobó su funcionamiento mediante pruebas de campo de transmisión de datos y administración del sistema de alumbrado público, para poder presentar las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado

**Palabras clave:** Telegestión de alumbrado público, Smart City, Luminarias inteligentes, administración de luminarias, Telegestión.

## **ABSTRACT**

The national unity bridge is a place with a high rate of vehicular traffic influx, it has a length of 2186 m, which crosses the Daule and Babahoyo rivers, being a connection point for the cities of Guayaquil and Durán. It currently has an outdated lighting system that causes the electrical systems of the luminaires to fail. For this reason, the present research project has as its main objective the implementation of a remote management system for the public lighting system of the bridge, achieving optimized control. For the implementation of the project, an analysis of the existing technologies has been carried out and the most appropriate one has been selected according to the system requirements. Starting from the proposed objectives and the justification of the work, the theoretical framework is elaborated where the revision of concepts inherent to the subject such as lighting, remote management and the necessary devices for the development of the work is carried out. After this, the assembly of the infrastructure and the lighting system as a pilot plan is carried out in a certain sector of the national unity bridge. Finally, its operation is verified through field tests of data transmission and administration of the public lighting system, in order to present the conclusions and recommendations of the work carried out.

**Keywords:** remote management of public lighting, Smart City, intelligent luminaires, luminaire administration, remote management.

# **CAPÍTULO 1**

## **GENERALIDADES DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **1.1. Introducción**

El organismo de supervisión y monitoreo de la Energía y los Recursos Naturales No Renovables define el alumbrado público como la iluminación de calles y otras zonas públicas para el transporte, la seguridad, la decoración y el ocio. Las categorías antes descritas forman parte de los grupos generales, decorativo y de intervención. Es así como, este proyecto considera los sistemas de iluminación de vías públicas, para la circulación de personas y vehículos, así como los sistemas de iluminación de instalaciones deportivas de acceso y uso público, situadas en regiones urbanas y rurales, que no estén cerradas, cubiertas o no. Por el contrario, no incluye el alumbrado público intervenido ni el alumbrado ornamental en espacios comunes de unidades inmobiliarias que hayan sido designadas como propiedad horizontal (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

Según López (2017), fusionar las tecnologías para obtener ciudades inteligentes y sostenibles dirigidas permite mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, tal es el caso de los cortes de energía que suceden en el puente de la unidad nacional y que de manera obligada impera en preservar el cuidado del medio ambiente y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Porque es importante implementar sistemas de control de iluminación inteligente, por los beneficios que de acuerdo con Schröder (2022), se ajusta la potencia dependiendo de la cantidad de luz que se necesita, el cual incrementa a través del sistema de Telegestión clasificando zonas, lo que permite ajustar los niveles de luz de las luminarias a partir de los flujos de horarios, apuntando con ello a la eficiencia energética, también permite monitorear las luminarias y sus eventuales problemas estableciendo los parámetros eléctricos y los niveles de consumo y asegurando que todas incrementen su potencia al 100 % en caso de emergencia.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La cantidad de accidentes de tránsito, el incremento de la delincuencia y la falta de visibilidad para equipos de rescate es un problema generado por la carencia de una iluminación correcta en el puente de la unidad nacional.

Además, esta falta de visibilidad provoca daños en los sistemas de amortiguación cuando existen fallos en la calzada, poniendo en peligro la seguridad de los ciudadanos o de los vehículos livianos como son las motos.

## **1.3. Justificación**

Al utilizar sistemas de Telegestión en el puente de la unidad nacional, respecto a la iluminación de este, se incrementará la visibilidad vehicular y peatonal lo cual disminuiría el riesgo de accidentes de tránsito y se decrementaría la delincuencia,

Adicional, la antigüedad de las instalaciones eléctricas en el puente de la unidad nacional hace que los sistemas eléctricos fallen constantemente lo que genera un incremento de horas de trabajo hombre en mantenimiento correctivo.

## **1.4. Objetivo General**

Aplicar sistemas de Telegestión que permita minimizar los apagones de los circuitos de luminarias sobre el Puente de la Unidad Nacional.

## **1.5. Objetivos Específicos**

- Describir de manera general los tipos de Alumbrado y fuentes lumínicas que existen actualmente.

- Examinar las características y funciones del sistema de Telegestión para su aplicación en el Puente de la Unidad Nacional, para controlar vía remota el estado de operatividad de las luminarias.
- Analizar la información obtenida a través del software de Telegestión, con la finalidad de minimizar el tiempo en que se encuentran apagados los circuitos tele gestionados,

## **1.6. Metodología**

El tipo de metodología de la investigación que se utilizó para la elaboración del presente proyecto fue la cuantitativa y cualitativa que de acuerdo a lo que indica Suárez y Cortez (2018) el diseño de la investigación cuantitativa constituye el método experimental común de la mayoría de las disciplinas científicas.

El objetivo de una investigación cuantitativa es adquirir conocimientos fundamentales y la elección del modelo más adecuado que nos permita conocer la realidad de una manera más imparcial, ya que se recogen y analizan los datos a través de los conceptos y variables medibles. La investigación cuantitativa es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, lo que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados. Es concluyente en su propósito ya que trata de cuantificar el problema y entender qué tan generalizado está mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor.

Las características de este enfoque de investigación según Hernández et al. (2014) el enfoque cuantitativo (que representa, como se dijo, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las

mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones.

Ahora bien, respecto al modelo de investigación cualitativa conforme a lo mencionado por Barbosa & Pereira (2020) este enfoque explota al máximo la idea de la investigación social como una relación sujeto–sujeto, pero lo hace hasta el punto de proclamar una epistemología propia que la separa del resto de la ciencia, este método es humanista. Se aprende sobre los conceptos tales como belleza, dolor, fe, sufrimiento, frustración y amor cuya esencia se pierde en otros enfoques investigativos. También se aprende sobre la vida interior de la persona, sus luchas morales, sus éxitos y fracasos en el esfuerzo por asegurar su destino en un mundo demasiado frecuentemente en discordia con sus esperanzas de ideales.

### **1.7. Hipótesis**

Al implementar el sistema de Telegestión en los circuitos eléctricos de iluminación en el Puente de la Unidad Nacional, se logra disminuir en un 75% el tiempo de respuesta para habilitar su operatividad cuando existen daños.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Alumbrado Público**

El término hace referencia a la iluminación que existe en los espacios públicos como parques, calles, puentes, plazas, etc., que tiene como objetivo el tránsito de los ciudadanos brindando niveles aceptables de *confort*. Con el paso del tiempo los sistemas de alumbrado público se han convertido en un factor de funcionalidad que permite la prevención de actos criminales, el mejoramiento de la economía de un sector por la estética que brinda al medio, facilidad de orientación para los transeúntes y especialmente la seguridad social de residentes y patrones de la zona donde se implementan (Navas, 2017).

Iluminación para público general, alumbrado destinado a público intervenido y la energía lumínica para ambientes decorativos, son las tres subcategorías del sistema. Además, estas clases están destinadas a proporcionar energía de iluminación a las zonas de tráfico (Flores, 2018).

##### **2.1.1. Alumbrado público general (APG)**

Hace referencia a los sistemas de iluminación públicos por donde existe el tránsito de peatones y vehículos, sin embargo, de este grupo se excluyen los espacios de iluminación existentes en espacios declarados como propiedades horizontales (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

##### **2.1.2. Alumbrado público intervenido**

Estos espacios se encuentran en las vías públicas exclusiva de tránsito vehicular y peatonal que, por motivos de planificación de los gobiernos locales o la entidad de competencia, establecen sus propias características de la iluminación o de infraestructura

que difieren por completo de las estandarizaciones establecido en las regulaciones (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

### **2.1.3. Alumbrado ornamental**

Este tipo de iluminación está destinado a las áreas públicas como parques, espacios deportivos, iglesias, monumentos, espacios de recreación y demás espacios similares. Este tipo de alumbrado difiere totalmente de las regulaciones establecidas para el APG, debido a que su caracterización debe responder a criterios de estéticas determinados por el gobierno local o la entidad estatal correspondiente (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

## **2.2. Luminarias**

El término se refiere a un equipo que es capaz de iluminar un sector o un lugar específico, estos deben estar en capacidad de garantizar un flujo de iluminación constante en el servicio de alumbrado público, soportando varios factores externos como altas temperaturas, lluvias, vientos, polvo, y demás condiciones climáticas.

Actualmente existen varios tipos de luminarias en el mercado que poseen sus características y funcionalidades propias de acuerdo a cada necesidad. Se pueden clasificar en dos grupos: Luminarias de descargas, *Light-emitting diode* (Baque, 2019).

### **2.2.1. Luminarias de descarga**

Este tipo de luminarias están conformadas por un tubo de descarga que convierte la electricidad en radiación electromagnética. Este tubo se fabrica de un material translucido y sellado herméticamente, en sus extremos existen unos electrodos y dentro de este un gas con vapor de metal. Existen varias luminarias de este tipo, a continuación, se mencionan las más relevantes según Esparza et al. (2003).

### **2.2.1.1. Luminarias de mercurio de alta presión.**

La característica principal de esta luminaria es que el bombillo concentra gas de mercurio. En la Figura 1 se muestra una lámpara de mercurio que funciona a alta presión:

**Figura 1**

Lámpara de mercurio de alta presión



Nota: (Philips, 2018).

A continuación, se determinan las ventajas, desventajas y usos de este tipo de luminarias (Montero, 2019):

#### ***2.2.1.1.1. Ventajas.***

- Eficiencia lumínica alta, de 45 a 65 lm/w.
- Presentan un consumo de electricidad relativamente bajo.
- Duración de vida útil entre 10 000 y 12 000 horas.
- Temperatura de 3800 grados Kelvin.

#### ***2.2.1.1.2. Desventajas.***

- Necesita equipos auxiliares para encender como balastos y condensadores.

- Para la regulación de intensidad de luminosidad es necesario la implementación de un equipo especial.
- No presenta modo de encendido inmediato.

#### **2.2.1.1.3. Aplicaciones.**

Generalmente este tipo de luminarias se emplea en el sector industrial para interiores y exteriores debido a su gran capacidad lumínica (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008).

#### **2.2.1.2. Luminarias de vapor de sodio de baja presión.**

Esta luminaria posee en su interior gas neón y sodio para realizar la descarga, al momento de realizar el encendido genera una luz rojiza y a medida que pasa el tiempo se va consumiendo convirtiéndolo el gas de sodio en el soporte principal para realizar la descarga eléctrica. Durante este proceso es notorio el cambio de coloración en el bombillo, pasando de un rojizo, generado por el gas neón, a un amarillo, se debe considerar que la intensidad lumínica de esta luminaria tiene un periodo de estabilización hasta alcanzar su máximo potencial, aproximadamente de 10 minutos (Urrutia, 2019). En la Figura 2 se muestra una lámpara de Sodio que trabaja a baja presión.

#### **Figura 2**

Lámpara de Sodio de baja presión



Nota: (Sylvania, 2018).

A continuación, se determinan las ventajas, desventajas y usos de este tipo de luminarias:

#### **2.2.1.2.1. Ventajas.**

- Índices de luminosidad muy elevados de 100 a 80 Lm/W.
- Presentan una estabilidad de luminosidad durante toda su vida útil.
- Vida útil entre 8 y 10 mil horas.

#### **2.2.1.2.2. Desventajas.**

- Es necesario la implementación de equipos transformadores para elevar la tensión de alimentación, que según el tipo de luminaria puede variar entre 480 V y 660 V.
- La luminaria alcanza el 80 % de su valor nominal lumínico después de 10 minutos aproximadamente.

#### **2.2.1.2.3. Aplicaciones.**

Debido a su complejidad de implementación por los equipos necesarios, el uso de este tipo de luminarias se ve bastante limitado, sin embargo, se utiliza en los puertos de carga, autopistas y dentro de las minas (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008).

#### **2.2.1.3. Luminarias de vapor de sodio de alta presión.**

Este tipo de luminarias se crearon a partir de la necesidad de mejorar la tonalidad de la luz de las luminarias de baja presión. La característica principal de este equipo es que puede mantener un flujo constante en la reacción interna generando de esta forma una luz blanca dorado con alto rendimiento lumínico. A diferencia de su antecesora este tiene un tiempo menor para alcanzar su máximo potencial en aproximadamente 5 minutos (Fernández, Kaiser, Rodríguez, & Guerra, 2011). En la Figura 3 se muestra una lámpara de vapor de Sodio que trabaja a altas presiones:

### **Figura 3**

Lámpara de sodio de alta presión



Nota: (OSRAM Digital Systems, 2023).

#### ***2.2.1.3.1. Ventajas.***

- Presentan un rendimiento lumínico elevado de 80 a 130 Lm/W.
- Vida útil promedio 12 000 horas.

#### ***2.2.1.3.2. Desventajas.***

- Al igual que sus antecesores, es necesario la implementación de equipo auxiliares para el arranque
- No posee encendido inmediato, teniendo que esperar alrededor de 5 minutos para que esta pueda alcanzar su potencial máximo
- La aplicación de tensiones de choque que oscilan entre los 2.8 y 5 KV es necesario para lograr el encendido de las luminarias.

#### ***2.2.1.3.3. Aplicaciones.***

Estas luminarias son hasta el momento las más utilizadas para el alumbrado público (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008).

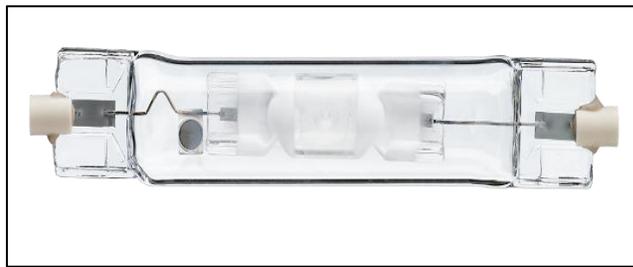
#### 2.2.1.4. Luminarias de halogenuros metálicos.

Este tipo de luminarias pertenecen al grupo de alta presión, sin embargo, a estas se le ha añadido ioduros metálicos lo que permite un mayor rendimiento lumínico que las lámparas anteriormente mencionadas.

Cabe mencionar que existen algunos fabricantes que agregaron la característica de encendido en caliente, es decir, no es necesario esperar a que se enfríen para volver a encender (Montero, 2019). En la Figura 4 se muestra una lámpara de halógeno compacta, generalmente utilizado en los sistemas de iluminación de los vehículos:

**Figura 4**

Lámpara Halogenuro



Nota: (Philips, 2018).

##### 2.2.1.4.1. Ventajas.

- Presentan una vida útil entre 10000 y 12000 horas.
- La eficiencia lumínica es alta, ofreciendo 95 Lm/W con una luz de color blanco con temperaturas reducidas entre 4800 y 6500 grados Kelvin.

##### 2.2.1.4.2. Desventajas.

- Es necesario en la implementación un equipo auxiliar denominado equipo de descarga.
- Periodo de encendido de 3 a 8 minutos.

- Tiempo de enfriamiento 5 minutos, tiempo de espera para volver a encender.
- Para lograr el encendido en caliente, de algunos modelos, es necesario aplicar voltajes de choque de 35 a 60 KV.
- La regulación de su luminosidad no es permitida.

#### **2.2.1.4.3. Aplicaciones.**

Generalmente se puede encontrar este tipo de luminarias en el sector industrial, campos deportivos, monumentos, y centros comerciales (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008).

#### **2.2.2. Luminaria LED**

Este equipo está compuesto por varios elementos electrónicos con características semiconductoras, capaces de emitir luz al ser atravesados por una corriente. Su nombre es un acrónimo de *Light Emitting Diode*, diodo emisor de luz. La coloración de la luz emitida dependerá de la composición química del elemento, poseen un tamaño reducido, lo que los hace útiles para cualquier tipo de aplicación donde se necesite luz, además de poseer una vida útil muy extensa (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008). En la Figura 5 se muestra una luminaria tipo LED con alto grado de eficiencia:

#### **Figura 5**

Luminaria Tipo Led



Nota: Control remoto del alumbrado público mediante tecnología LED. La avenida Pío Jaramillo Alvarado de la ciudad de Loja es el objeto del estudio piloto (Gonzalez, 2014).

### **2.2.2.1. Ventajas.**

- Debido a su reducido tamaño lo hace muy versátil para cualquier tipo de aplicación en el ámbito de la iluminación.
- Poseen una alta eficiencia referente a sus colores, pues emiten luz directa a un solo color.
- Permite la consecución de efectos lumínicos de manera sencilla, es decir, permiten el direccionamiento de su haz de luz.
- No poseen radiaciones UV ni IR, coadyuvando al mantenimiento de los materiales iluminados.
- Según la solución aplicada a la disipación de calor en los leds, se puede conseguir una vida útil del elemento de 50000 horas en adelante.
- Al ser elementos fuentes de luz, no poseen filamentos ni tubos de descarga, son resistentes a vibraciones y golpes
- Bajo consumo de energía, generalmente su eficacia lumínica alcanza los 100 Lm/W
- Amigables con el medio ambiente al no poseer elementos químicos que perjudiquen el ecosistema
- No poseen tiempos de espera de encendido ni apagado (Gonzalez, 2014).

### **2.2.2.2. Desventajas.**

- Las temperaturas mayores a 65 grados Celsius pueden malograr el LED o generar fallas.
- La disipación térmica es muy importante, esta debe ser de aluminio, por su alto índice de disipación, y de gran superficie para lograr un tiempo óptimo de vida útil (Gonzalez, 2014).

### **2.2.2.3. Aplicaciones.**

Generalmente es usado para los eventos sociales donde es necesario la combinación de colores en un juego de luces, decoraciones, señalética vial. En la actualidad el alumbrado público se encuentra en un proceso de transición a esta tecnología (Ruiz, 2019).

### **2.3. Equipos auxiliares para el arranque de luminarias**

Las luminarias descritas anteriormente, excepto las de tipo LED, tienen como base de funcionamiento el proceso de descarga a través de un bombillo cargado de gas. Debido a las características presentadas en el proceso es claro que este no se puede dar mediante una conexión simple a la red eléctrica, al contrario, es necesario la implementación de equipos auxiliares que se describen a continuación (Montenegro & López, 2019).

### **2.4. Balasto**

Este elemento tiene como objetivo principal contrarrestar el aumento de corriente de consumo de las luminarias, generalmente se lo usa como elemento de estabilización una inductancia, por tal motivo, se lo conoce comúnmente como reactancia (Esparza et al., 2003).

El voltaje, frecuencia y potencia necesarios para su correcto y eficiente funcionamiento deben ser entregados por balastos, que son dispositivos eléctricos que limitan el flujo de corriente. Cada balastro utilizado para el alumbrado público está diseñado para funcionar con un tipo específico de bombilla a un voltaje particular López (2020).

### **2.4.1. Condensador**

Es el elemento destinado a corregir el bajo factor de potencia del circuito formado por las lámparas y el balasto inductivo, evitando la sobrecarga de las redes y el consumo de energía reactiva (Gonzalez, 2014).

Las características del condensador son: tensión nominal inferior de la red que está conectado, aislamiento adecuado para no llegar a calentamiento que reduzca la vida del condensador (Gonzalez, 2014).

### **2.4.2. Arrancador**

Son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica. Tras el encendido, continúa un periodo transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior al nominal (Fernandez, 2018).

## **2.5. Luminotecnia**

Para comprender los fenómenos que provocan los componentes de iluminación, es fundamental analizar los conceptos que rigen esta tecnología. La ciencia que investiga las diversas formas en que se produce la luz, su regulación y sus aplicaciones se conoce como tecnología de iluminación. En otras palabras, la práctica de iluminar artificialmente entornos particulares (Ale & Espejo, 2021).

## **2.6. Iluminancia**

El término hace referencia a la cantidad de flujo de luz ( $\Phi$ ) que incide directamente en una superficie, se simboliza con la letra griega Épsilon ( $\epsilon$ ) y la unidad de medida es el

LUX, que representa los lúmenes por cada metro cuadrado de superficie ( $m^2$ ) (Ixtaina, Bannert, & Bufo, 2019).

Se define mediante la fórmula:

$$\varepsilon = \frac{\Phi}{m^2} \text{ (lúmenes}/m^2\text{)} \quad \text{Ecuación (1)}$$

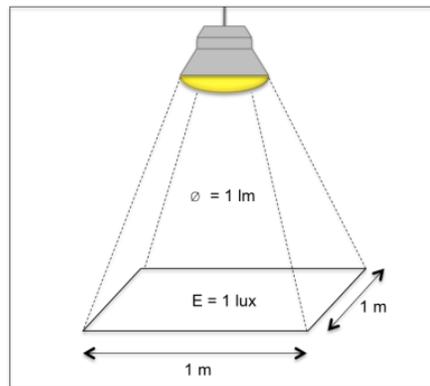
$\Phi$ : Cantidad de flujo de luz (lúmenes)

$m^2$ : superficie por cada metro cuadrado

En la Figura 6 se muestra la ilustración de la definición de luminancia:

**Figura 6**

Luminancia de un área



Nota: (Marrufo & Castillo, 2010)

## 2.7. Rendimiento Luminoso

Es importante recalcar que cuando se enciende una luminaria, la energía total no es aprovechada, esto debido a que existen pérdidas en la producción de luz a modo de calor y radiaciones no visibles. Por lo tanto, se puede definir al rendimiento o eficiencia lumínica al flujo de luz que se emite por cada unidad de potencia eléctrica utilizada y viene dado por la siguiente ecuación (Merino & Puyuelo, 2020).

**Ecuación (2)**

$$\eta = \frac{\varepsilon}{P} \text{ (lm/W)}$$

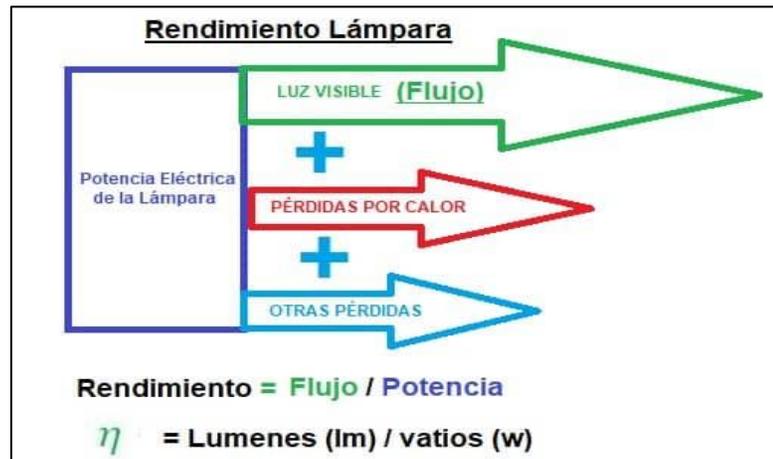
$\varepsilon$  : Lúmenes por cada metro cuadrado (lux)

$P$  : Potencia eléctrica utilizada (Wattios)

En la Figura 7 se muestra un diagrama de bloques que explica el tipo de pérdidas presentadas en la generación de luz:

**Figura 7**

Esquema del rendimiento lumínico



Nota: (Marrufo & Castillo, 2010).

## 2.8. Intensidad Luminosa

Este se denota con la letra  $I$  y se mide en candelas, abreviado Cd, y se refiere a la cantidad de luz emitida por una fuente de luz en un período de tiempo de 1 segundo y un ángulo sólido ( $\omega$ ) (Merino & Puyuelo, 2020). La siguiente ecuación se puede utilizar para definir la intensidad:

**Ecuación (3)**

$$I = \frac{\varepsilon}{\omega} \text{ (candela)}$$

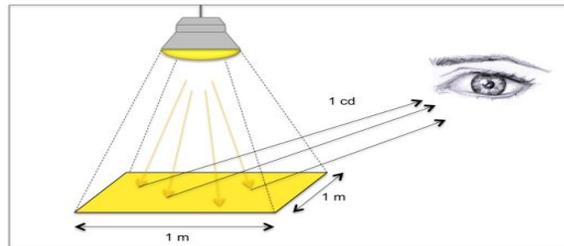
$\varepsilon$  : Lúmenes por cada metro cuadrado (lux)

$\omega$  : Ángulo sólido (grados)

En la Figura 8 se muestra una ilustración de la percepción de la intensidad lumínica desde la perspectiva de un usuario:

### Figura 8

Esquema de intensidad luminosa



Nota: (Marrufo & Castillo, 2010).

## 2.9. El color y la luz

Hay que tener claro el concepto de color, esto no es una propiedad de los cuerpos, más bien es la interpretación del cerebro humano a las radiaciones electromagnéticas captada por los ojos. Por lo tanto, los cuerpos no generan estas radiaciones, pero son capaces de reflejar, transmitir y absorberlas. Por ejemplo, si un cuerpo absorbe todas las radiaciones del espectro visible (colores), excepto las de color azul que son reflejadas, los ojos humanos verán el objeto de este color, en cambio si refleja todas las radiaciones el objeto será visto de color blanco, y al contrario si las absorbe, este se verá de color negro (Marrufo & Castillo, 2010).

## 2.10. Regulación Nro. ARCONEL 006/18

El reglamento de prestación del servicio general de alumbrado público 006/18, cuyo principal objetivo es definir los requisitos técnicos para que las empresas eléctricas presten el servicio de alumbrado público con un alto nivel de calidad y eficiencia, fue publicado en el registro oficial el 20 de octubre de 2018, por el Directorio de la Agencia de Regulación y Control Eléctrico, ARCONEL (ARCERNNR, 2020).

Dentro de esta regulación se establece quienes son las entidades responsables de acuerdo a su competencia. Los Gobiernos autónomos descentralizados responsables de la planificación y ornamentación de los espacios públicos dentro de su jurisdicción, los entes Policía Nacional y Comisiones de tránsito con la responsabilidad de la semaforización y señalética iluminada en las vías competentes a su jurisdicción, entre otros (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

Este apartado centrará su análisis en el capítulo tercero, aspectos técnicos, específicamente en los términos de factores fotométricos y clases de alumbrado por vías para tráfico motorizado. Para un mejor entendimiento de estos aspectos se puede observar el documento de la regulación en el Anexo 1.

### ***2.10.1. Factores fotométricos***

#### **2.10.1.1. Luminancia promedio de la calzada ( $L_{av}$ ).**

Este término hace referencia al valor mínimo que debe mantenerse durante el tiempo de vida del proyecto de alumbrado, dependerá de la distribución de las luminarias, el flujo lumínico que posea cada equipo instalado y el coeficiente de reflexión de la calzada (Comité Técnico para la Iluminación y Señalización para el transporte, 1999).

#### **2.10.1.2. Uniformidad general de luminancia de la calzada ( $U_0$ ).**

Se refiere a la relación existente entre luminancia mínima y promedio de una vía, dependerá de los factores que definan la luminancia promedio (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

### **2.10.1.3. Uniformidad longitudinal sobre la calzada (UL).**

Relación existente entre las luminancias mínimas y máximas presentes en la vía en dirección longitudinal, misma que se mide desde el eje central de cada uno de los carriles. Este cálculo se realiza siguiendo la recomendación CIE 140-2000 (Comité Técnico para la Iluminación y Señalización para el transporte, 2000).

### **2.10.1.4. Deslumbramiento.**

Se puede cuantificar mediante la variable Tl, misma que se calcula en el estado inicial de la instalación.

$$Tl = \frac{k * E_o}{L\alpha v^{0.8} * \theta^2} \quad \text{Ecuación (4)}$$

**Donde:**

K: factor de observación, esta varía de acuerdo con la edad del observador, para el cálculo se utiliza el valor de 650, correspondiente a la edad promedio de 23 años (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

E<sub>o</sub>: Hace referencia a la iluminancia de todas las luminarias en estado de nuevo.

Θ: ángulo formado entre la línea de visión y la posición de la luminaria.

### **2.10.1.5. Relación de alrededores (SR).**

Se refiere a bandas de 5 m de ancho de la luminancia promedio que existe como relación, cabe mencionar que en lugares donde no hay el espacio necesario se pueden aplicar bandas de menor ancho, cuando existen dos carriles debe tratarse como una única banda de 10 m. Para los espacios donde exista iluminación de los alrededores no es necesario utilizar este parámetro para el dimensionamiento del sistema de alumbrado público (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD [ARCONEL], 2018).

## 2.10.2. Clases de alumbrado por vías

### 2.10.2.1. Vías para tráfico motorizado.

Las especificaciones para este tipo de vías están definidas por varios factores, entre ellos están función de la vía, complejidad y densidad del tráfico existente en ella, facilidades de control de tráfico, y se clasifican de M1 a M5 según las siguientes Tablas.

**Tabla 1**

Clase de alumbrado para los diferentes tipos de vías públicas

<b>Tipo de vía</b>	<b>Clasificación de iluminación</b>
Características: altas velocidades, libres de intersecciones, accesos controlados, complejidad y densidad de tráfico.	
>1000 vehículos / hora (alto)	M1
>500 <1000 vehículos / hora (medio)	M2
>150 <500 vehículos / hora (bajo)	M3
Características: altas velocidades, vía de dos sentidos, control de tráfico.	
Pobre	M1
Bueno	M2
Características: Vías urbanas con densidad de tráfico importante, control de tráfico, caminos radiales	
Pobre	M2
Bueno	M3
Características: Vías secundarias de interconexión, caminos distribuidores, acceso principal a residencia, control de tráfico.	
Pobre	M4
Bueno	M5

Nota: Regulación ARCONEL0006/18, en su regulación ARCONEL0006/18. Publicado en el registro oficial 449 el 20 de octubre de 2018.

### 2.10.2.2. Parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado.

Una vez que se conocen los tipos de iluminación que se deben cumplir de acuerdo con el tipo de vías, se procede a definir las características de las clases de iluminación determinadas anteriormente. A cada una de las clasificaciones se le asignara los requisitos fotométricos que debe cumplir durante todo el tiempo de vida útil del proyecto de alumbrado.

La Tabla 2 muestra los resultados de la luminosidad de la calzada para el tráfico motorizado.

**Tabla 2**

Luminosidad de la calzada para el tráfico motorizado

Clase de Iluminación	Campo de aplicación				
	Todas las vías				
	Luminancia promedio (Mínimo a mantener)	Factor de uniformidad mínimo	TI% inicial (máxima)	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia	Relación de entrono (SR) mínimo
M1	2.0	0.4	10	0.7	0.5
M2	1.5	0.4	10	0.7	0.5
M3	1.0	0.4	10	0.7	0.5
M4	0.8	0.4	10	No requiere	No requiere
M5	0.6	0.4	10	No requiere	No requiere

Nota: Regulación ARCONEL0006/18, en su regulación ARCONEL0006/18. Publicado en el registro oficial 449 el 20 de octubre de 2018.

La Tabla 3 muestra los valores mínimos a mantener de luminancia promedio en vías de tráfico motorizado.

**Tabla 3**

Valores mínimos a mantener de luminancia promedio en vías para tráfico motorizado

Clase de iluminación	Valor promedio de iluminancia para cada tipo de superficie de cada vía (valores mínimos que debe cumplir)			Uniformidad de iluminancia
	R1	R2 & R3	R4	
<b>M3</b>	12	17	15	34
<b>M4</b>	8	12	10	25
<b>M5</b>	6	9	8	18

Nota: Regulación ARCONEL0006/18, en su regulación ARCONEL0006/18. Publicado en el registro oficial 449 el 20 de octubre de 2018.

Por otra parte, la Tabla 4 muestra las características de las calzadas, detallando de una forma adecuada cada uno de los parámetros para que exista un buen tráfico motorizado.

**Tabla 4**

Características de calzada

<b>Tipo de calzada</b>	<b>Características:</b>
<b>R1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Superficies de asfalto con al menos 15% de objetivos reflectivos u objetos claros.</li><li>• Superficie donde el 80% de la calzada está cubierta por grava con material claro o reflectivo.</li><li>• Calzada de hormigón de concreto</li></ul>
<b>R2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Calzada con superficie rugosa con agregados normales</li><li>• Calzada asfáltica entre 10% y 15% de reflectivos artificiales</li><li>• Hormigón bituminoso grueso y rugoso cuya composición sea mayor a 60% de grava</li><li>• Asfalto mástico nuevo</li></ul>
<b>R3</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revestimiento de hormigón con grava cuyo tamaño es superior a 10 mm</li><li>• Superficies rugosas pero pulidas</li></ul>
<b>R4</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asfalto mástico cuyo periodo de uso sea de varios meses</li><li>• Superficies suaves o pulidas</li></ul>

Nota: Regulación ARCONEL0006/18, en su regulación ARCONEL0006/18. Publicado en el registro oficial 449 el 20 de octubre de 2018.

### **2.11. Telegestión Versión Smart**

Es una herramienta de gestión de iluminación inteligente de última generación, la cual controla, supervisa y analiza el alumbrado público de forma cómoda para el beneficiario, con un amplio conjunto de funcionalidades (Gonzalez, 2014).

Al poder monitorear continuamente las luminarias, a través del sistema de Telegestión, se puede realizar la supervisión y mando en tiempo real de las instalaciones de manera centralizada.

Cualquier alarma detectada en una luminaria puede ser enviada automáticamente al centro de control, indicando cual lámpara es la que ha fallado y generando el correspondiente parte de mantenimiento.

El sistema ayuda a la gestión mediante la obtención y elaboración de datos concernientes a la instalación, fichas técnicas de centros de distribución y puntos de iluminación, facilitando información gráfica, archivos históricos e informes (Gonzalez, 2014).

A través de la infraestructura de informática y de telecomunicaciones, se puede controlar desde el centro de control o terminal remota, a los tableros o centros de distribución y a los puntos luminosos sobre:

- ✓ Las eventuales anomalías presentadas en el servicio.
- ✓ Información para organizar la programación de las reparaciones y del mantenimiento.
- ✓ Los consumos de energía.
- ✓ La programación de los niveles de iluminación deseados en las distintas zonas de acuerdo con las fases horarias y requerimientos especiales (Gonzalez, 2014).

### ***2.11.1. Tipos de Sistemas de Telegestión en Alumbrado Público***

Actualmente, se localizan principalmente 3 sistemas diferentes para la Telegestión del alumbrado público:

#### **2.11.1.1. Telegestión en cabecera.**

Es un sistema muy básico y económico de control del alumbrado. Mediante diferentes dispositivos instalados en el cuadro eléctrico (unidad de control astronómica, analizador de redes y modem GPRS/WIFI) se controlan todas las luminarias conectadas a ese cuadro, actuando siempre sobre todas a la vez. Mediante el software del fabricante del sistema, o acceso web, se puede actuar sobre cada uno de los cuadros inventariados teniendo acceso a lecturas de consumos, alarmas de fallo, alarma de apertura de cuadro, encendidos o apagados y si hay un reductor de flujo en cabecera podemos enviar la orden de reducción de potencia (doble nivel) (Academy, 2020).

#### **2.11.1.2. Telegestión punto a punto por PLC (en cuadro eléctrico y en luminarias).**

Este sistema se instala en el cuadro eléctrico con un concentrador que permite la comunicación mediante la línea del alumbrado (PLC– Power Line Communication) con las luminarias enviando datos a la nube mediante 3G/4G/GPRS y Ethernet. Este concentrador suele incorporar un analizador de redes para medir consumos y parámetros eléctricos. Además, en cada luminaria se instala un dispositivo (NODO) que se conecta al driver de la luminaria normalmente a través de salida 1-10v o DALI, y que dota de “inteligencia” al driver (Academy, 2020).

#### **2.11.1.3. Telegestión punto a punto por radio frecuencia + GPRS.**

Es un sistema inalámbrico (RF+GPRS) de gestión remota del alumbrado, lo más sofisticado y novedoso actualmente. Este sistema posibilita el control y monitorización de cada luminaria de forma remota a través de comunicación híbrida entre radio frecuencia y GPRS mediante un sencillo software sin necesidad de elementos auxiliares en el cuadro eléctrico. Es un sistema además fácilmente ampliable para control de miles de luminarias en distintos municipios y países (Academy, 2020).

La mayoría de softwares de Telegestión proporcionan información en tiempo real de las instalaciones de alumbrado público, los cuales se encomiendan en monitorear, controlar y gestionar los datos del sistema de alumbrado.

A continuación, se enumera los softwares de las diferentes tecnologías de Telegestión de Alumbrado Público:

1. ISDE
2. Owlet del Grupo Schreder.
3. Arelsa de España.
4. Afeisa automatización SA de España.
5. Cyclosystems de USA.
6. Philips.
7. Minos de UMPI Electrónica de Italia. SCI Sistemas Controladores Inteligentes S.A.
8. ELO Sistemas Electrónicos S.A.

El programa que sobrelleva la Telegestión del servicio de Alumbrado Público, permite lo siguiente:

- Realizar el control y monitorización remota de la instalación de Alumbrado Público.
- Tener bajo control todas y cada una de las luminarias de forma individual (punto a punto), proporcionando las alarmas de mal funcionamiento de los equipos a través de mensajes de correo electrónico y facilitando el control de encendido y apagado de cada luminaria de manera individualizada o bien en grupos definidos por el usuario.
- Integración con sistemas georreferenciados que faciliten la ubicación de los equipos y el lugar donde se ha producido una incidencia.

- Gestionar órdenes de trabajo para mantenimiento y repotenciación, así como los reportes de normalización, administración de grupos de trabajo: tiempos, materiales, combustible, herramientas y otros para obtener los mejores resultados en los trabajos de expansión, reposición y normalización.
- El software de control remoto para servicios de alumbrado público debe interactuar con otros sistemas, por ejemplo:
- Con el mecanismo de almacenamiento de información del sistema de Alumbrado Público.
- Con el sistema de atención de quejas y reclamos, y mantenimiento del servicio de Alumbrado Público.
- Esquema de atención de quejas y reclamos, así como mantenimiento del servicio de iluminación popular.
- Estructura de manejo del sistema eléctrico de medio y bajo voltaje (Gonzalez, 2014).

## **2.12. Protocolos de comunicación inalámbrica**

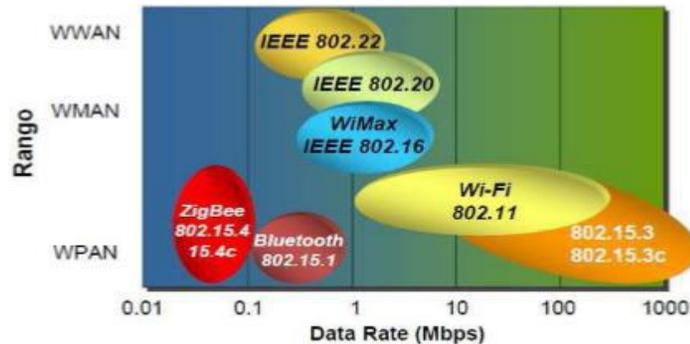
La información está constantemente accesible solo con acceso a Internet, lo que hace que la gestión remota de los sistemas de alumbrado público sea la solución ideal (Rueda, 2020).

Las redes inalámbricas utilizadas son WPAN (Wireless Personal Area Networks), Bluetooth, Wi-Fi Technology, WMAN (Worldwide Interoperability for Microwave Access) y WWAN, siendo esta última la de mayor alcance a comparación del resto de redes inalámbricas.

En la Figura 9 se muestra los protocolos de comunicación inalámbrica:

## Figura 9

### Protocolos de comunicación inalámbrica



Nota: Elaboración de material para Manual de iluminación 2007.

A continuación, se detalla los protocolos de comunicación descritos en la anterior figura:

- IEEE 802.22.- estándar para la Wireless Regional Area Network (WRAN) que utiliza espacios blancos en el espectro de frecuencia de los canales de TV.
- IEEE 802.20.- Mobile Broadband Wireless Access es una especificación de la asociación estándar del Institute of Electrical and Electronics Engineers para redes de acceso a Internet para redes móviles.
- Wimax IEEE 802.16.- Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas). Es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio.
- Wi-Fi 802.11.- El estándar 802.11 define los mecanismos que los dispositivos deben usar para comunicarse de manera inalámbrica con otros en una red WLAN.
- ZigBee 802.15.4, 15.4c.- es un estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos.
- Bluetooth 802.15.- es un estándar que define el nivel físico y el control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas

bajas de transmisión de datos (low-rate 31thernet personal 31the network, LR-WPAN).

### **2.13. Telegestión Versión PRO**

La versión PRO se establece a partir de la versión SMART que establece una gestión personalizada y flexible, con características adicionales en la interfaz de usuario para mejorar la flexibilidad y la agilidad, con la posibilidad de crear y gestionar objetos diferentes mediante un modelo de datos transversal (ejemplo: estaciones meteorológicas, sensores de contaminación, etc).

Con el control individual de cada luminaria, cuyas fechas de creación, se puede efectuar programas de mantenimiento preventivo de limpieza del conjunto óptico de las luminarias, realizando un seguimiento sobre la depreciación de su eficiencia y determinar el final de la vida útil de las luminarias.

Las averías no tienen que ser detectadas a través de recorridos de inspección nocturna y diurna y ni mucho menos por los propios usuarios. El conocimiento de ciertos tipos de avería, permite intervenciones específicas y un control puntual de la efectividad del trabajo realizado (Gonzalez, 2014).

### **2.14. Smart Cities aplicando Telegestión en iluminación**

A nivel ciudad o población, la infraestructura de alumbrado público tiene un papel muy importante en la conexión o comunicación entre sistemas.

La “Telegestión del Alumbrado” constituye un primer paso en el desarrollo de la ciudad inteligente y nos brinda múltiples posibilidades: gestión del alumbrado, control de fallas, medición y monitoreo, entre otros.

La Telegestión permite explorar el monitoreo del ruido ambiente y su contribución a la generación de registros (mapas de ruido) y estrategias de control (Ixtaina, Bannert, & Bufo, 2019).

El control de alumbrado público, y el posterior proceso de expansión hacia las ciudades inteligentes, pasa por incorporar la Telegestión. En muchas ocasiones, las empresas han cometido el error de pensar que el principal ahorro económico pasa por cambiar las mayoritarias luminarias incandescentes a otras de tipo LED. Obviamente, esto permite a las urbes ganar en sostenibilidad y reducir el consumo energético, pero aún se pueden obtener unos mayores ahorros energéticos gracias al avance de la tecnología en este campo de aplicación.

La Telegestión permite regular la intensidad de una forma individual, así como lograr una mayor monitorización y control de cada una de las luminarias. Adicionalmente, el proceso de cambio de tecnología a luminarias tipo LED, incorporan un socket NEMA, lo que facilita la conexión con los controladores de Telegestión (Secom, 2022).

Por otro lado, existen una gran variedad de arquitecturas de comunicación. En cada caso, la elección dependerá directamente del número de controladores que tenga el equipo, es decir, las antenas, los repetidores o los concentradores. Incluso, existen opciones que permiten la implementación de este sistema a gran escala. Son los denominados 32 thern points, que además de comunicarse con las luminarias, también pueden hacerlo con los medidores de energía de tipo residencial. Por lo tanto, la incorporación de un sistema de alumbrado público inteligente apunta a ser un paso muy importante hacia las denominadas *Smart Cities* en el futuro. De hecho, numerosas aplicaciones verticales dependen precisamente de este avance (Secom, 2022).

## **2.15. Ventajas y desventajas de la Telegestión en el alumbrado público**

### **2.15.1. Ventajas**

- Se puede lograr un ahorro energético debido al control optimizado de cada una de las luminarias referente al nivel de iluminación, reparaciones inmediatas de fallos que admiten un consumo mayor.
- El ahorro energético se ve reflejado en un ahorro económico y la disminución de tiempos en los mantenimientos de las luminarias, debido a la información que brinda el sistema
- Disminución de tiempo en la detección de anomalías dentro del sistema de alumbrado público.
- Permite la realización de un inventario de manera ágil y eficaz
- Alto índice de compatibilidad al concepto Smart City, donde predomina la importancia de la interconexión de los servicios públicos y el servicio de almacenamiento en la nube y obtenga un control óptimo y absoluto (Secom, 2022).

### **2.15.2. Desventajas**

- El costo de inversión inicial es proporcional a la cantidad de luminarias que se desee gestionar de manera remota.
- El manejo de la plataforma y la instalación de ellos equipo requiere de personal que tenga la capacitación y experiencia de nivel moderado para evitar contratiempos.
- Si no se realiza una configuración adecuada de los equipos de la red de comunicación, puede derivarse en la saturación del espectro radioeléctrico, generando varios problemas, como latencia, interferencia de datos, intermitencias en las conexiones entre los equipos y los servidores, entre otros.
- Vulnerabilidad del sistema a hackers

- Frente a los factores climáticos extremos los equipos pueden presentar desperfectos o mala conectividad (Secom, 2022).

## 2.16. Tipos de Conductores

### 2.16.1. Conductores de Aleación de Aluminio AAAC.

Se usa en líneas aéreas de alta tensión y como portante de los cables auto soportados para la distribución en baja tensión.

**Tabla 5**

Especificaciones de Cables de Aleación de Aluminio- mm<sup>2</sup>

CALIBRE mm <sup>2</sup>	No° HILOSHILOS	Ø DEL CONDUCTOR		PESO Kg/Km	RESISTENCIA ELÉCTRICA		CARGA DE ROTURA kg	CAP. DE CORRIENTE A
		mm	mm		20°C	80°C		
					Ohm/km	Ohm/km		
16	7	1.7	5.1	43	2.09	2.54	452.6	100
25	7	2.15	6.5	70	1.31	1.59	723.9	125
35	7	2.52	7.6	96	0.952	0.16	994.5	160
50	7	3.02	9.1	137	0.663	0.806	1428	195
70	19	2.15	10.8	190	0.484	0.558	1965	235
95	19	2.52	12.6	260	0.352	0.428	2699	300
120	19	2.85	14.3	335	0.275	0.334	3453	340
150	37	2.25	15.8	405	0.227	0.276	7191	395
185	37	2.52	17.7	510	0.187	0.22	5257	455
240	37	2.85	20	650	0.142	0.176	6724	545

Nota: tomado de “Diseño de un sistema de distribución eléctrica en media tensión, baja tensión y alumbrado público para la asociación señor cautivo”, por Minga, Ramos y Talledo.

### **2.16.2. Conductores de Cobre Temple Blando.**

Se usan para las conexiones a tierra tanto de las líneas de alta tensión como las líneas de baja tensión. Tiene la misma característica y el mismo embalaje que el cobre de temple duro.

**Tabla 6**

Datos técnicos Cu desnudo

<b>CALI BRE mm<sup>2</sup></b>	<b>° DE HILOS</b>	<b>HILO mm</b>	<b>Ø COND UCTOR mm</b>	<b>PESO Kg/km</b>	<b>BLANDO R. ELÉCTRICA Ohm/km</b>	<b>DURO R. TRACCIÓN KN</b>	<b>R. ELÉCTRICA Ohm/km</b>	<b>CAP A</b>
6	7	1.04	3.1	53	3.02	2.4	3.14	77
10	7	1.35	4	90	1.79	4	1.87	106
16	7	1.69	5.1	143	1.13	6.3	1.17	141
25	7	2.13	6.4	226	0.713	9.9	0.741	188
35	7	2.51	7.5	314	0.514	13.6	0.534	229
50	19	1.77	8.9	424	0.38	18.8	0.395	277
70	19	2.13	10.6	613	0.263	26.9	0.273	348
95	19	2.51	12.5	851	0.189	36.9	0.197	425
120	37	2.02	14.1	1074	0.15	46.7	0.156	495
150	37	2.24	15.7	1320	0.122	58	0.126	558
185	37	2.51	17.6	1657	0.00972	71.9	0.101	642

Nota: Tomado de “Diseño de un sistema de distribución eléctrica en media tensión, baja tensión y alumbrado público para la asociación señor cautivo”, por Minga, Ramos y Talledo.

### 2.16.3. Cable De Energía NYY

Uno, dos, tres o cuatro conductores de cobre recocido, solido o cableado, concéntrico o comprimido, compactado o sectorial. Aislamiento de PVC y cubierta exterior de PVC color negro. Tiene su aplicación general como cables de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra, en instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas engrampadas, etc.) a la intemperie, en ductos subterráneos o directamente enterrados. Pueden ser instalados en lugares secos y húmedos. Sus principales características son las buenas propiedades eléctricas y mecánicas. Resiste a ácidos grasas y aceites. Facilita los empalmes, derivaciones y terminaciones. Se le encuentra en calibres de 4 mm<sup>2</sup> Hasta 500 mm<sup>2</sup> (Ixtaina et al., 2019).

**Tabla 7**

Especificaciones Cables NYY Tripolar

CALIBRE DE CABLE	N° HILOS	ESPESOR DE AISLAMIENTO	CUBIERTA	Ø EXT mm	PESO kg/m	CAPACIDAD CORRIENTE (A)		
						ENTERRADO	AIRE	DUCTO
3x1.5	1	0.8	1.8	11.6	189	26	18	21
3x2.5	1	0.8	1.8	12.8	231	34	24	27
3x4	1	1	1.8	14.3	326	44	32	35
3x6	1	1	1.8	15.4	409	56	41	45
3x10	1	1	1.8	17.1	564	75	57	60
3x16	7	1	1.8	19.7	804	99	76	80
3x25	7	1.2	1.8	23.2	1185	128	101	103
3x35	7	1.2	1.8	22.3	1273	155	125	125
3x50	19	1.4	1.8	26.2	1737	184	151	149
3x70	19	1.4	1.9	34.4	2386	226	192	180
3x95	19	1.6	2	33.5	3255	272	232	217

Nota: tomado de “Diseño de un sistema de distribución eléctrica en media tensión, baja tensión y alumbrado público para la asociación señor cautivo”, por Minga, Ramos y Talledo.

## **CAPÍTULO 3**

### **IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO DE SISTEMA DE TELEGESTIÓN DE ALUMBRADO PÚBLICO**

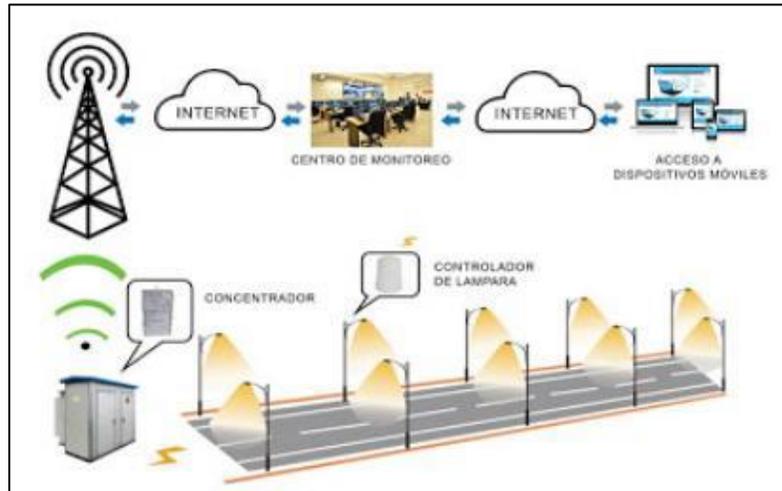
#### **3.1. Telegestión**

El término describe una combinación de acciones cuyo objetivo principal es el control, supervisión y seguimiento de los componentes de un sistema. En este caso, un sistema de alumbrado público capaz de recibir y enviar información por el mismo canal de forma simultánea, de tal forma que, se posibilita el control remoto desde cualquier lugar con acceso a internet o a la red del sistema de telegestión. Es un sistema de automatización que permite la entrada y salida remota de señales para la distribución de luminarias, así como el control y supervisión de los distintos equipos en red. En contraste, para transmitir información y control, el sistema de telegestión necesita estar conectado a varias máquinas, sensores y herramientas de medición en cada estación. La capacidad de intercambiar datos de forma rápida y eficaz permite al sistema contribuir en la automatización, el control y la supervisión de la maquinaria. Además, cualquier problema o falla potencial se puede identificar y solucionar rápidamente, lo que evita resultados negativos como daños a personas o propiedades, pérdidas financieras u otros problemas (Rueda, 2020).

En la Figura 10 se muestra el sistema de Telegestión que permite el monitoreo y control de la infraestructura de alumbrado público:

**Figura 10**

Sistema de Telegestión



Nota: (Rueda, 2020)

### **3.1.1. Niveles de funcionamiento del sistema de Telegestión**

Los sistemas de Telegestión presentan tres niveles de funcionamiento. A continuación, se detalla brevemente cada uno de ellos.

#### **3.1.1.1. Nivel inferior.**

Este nivel tiene como objetivo el análisis del funcionamiento del sistema de alumbrado, reportando las averías que puede presentar cada uno de los elementos. La transmisión de datos al siguiente nivel se realiza mediante la implementación de un sistema de telecomunicaciones. Aquí se encuentra la unidad de luminaria (UPL) (Álvarez, 2020).

#### **3.1.1.2. Nivel intermedio.**

Dentro de este nivel se puede encontrar la unidad de alumbrado (UCA), misma que realiza el control de los sistemas eléctricos, midiendo los parámetros, registrando problemas o averías dentro del circuito de iluminación (Álvarez, 2020).

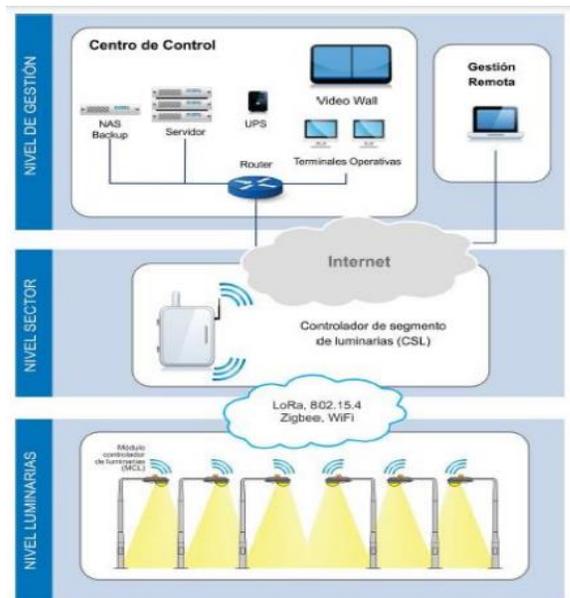
### 3.1.1.3. Nivel Superior.

Está compuesta por la unidad de control remoto (UCR), misma que se encarga de recibir información de los dos niveles anteriores, aquí se procesa y se verifica los datos y se procede a seleccionar la programación conveniente para la solución de la problemática o la autogestión del sistema de alumbrado público (Álvarez, 2020).

En la Figura 11 se muestra una ilustración de los niveles de un sistema de Telegestión de alumbrado público:

**Figura 11**

Niveles de Telegestión, adaptado a un sistema de alumbrado público



Nota: (Carnevale & Grassi, 2018).

### 3.1.2. Medios de comunicación y transmisión de datos, en los sistemas de Telegestión

Para este tipo de sistemas se pueden aplicar dos formas de transmisión de datos, una de ellas es a través de un medio guiado, y la otra de manera inalámbrica. Para el caso de medios guiados puede ser mediante ethernet, fibra óptica, y PLC (*Power Line*

*Conectados*). Para el caso inalámbrico se puede utilizar sistemas como radio frecuencias, telefonía móvil, Wifi, entre otros (Álvarez, 2020).

### **3.2. Telegestión del alumbrado público**

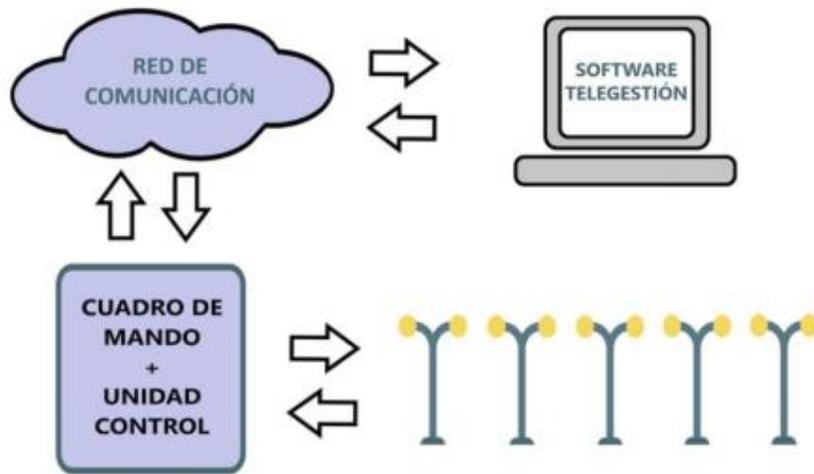
En la actualidad, lo referente a las tecnologías de control de dispositivos tienen una fuerte tendencia al uso de IoT (*Internet of Things*. Internet de las cosas), en cuanto al área de control de alumbrado público sigue la misma tendencia, es decir, la dotación a los dispositivos en cuestión con elementos que permitan una conexión a internet con la posibilidad de realizar el control de manera remota (Miraz et al. (2017). Básicamente, los sistemas de Telegestión en los sistemas de alumbrado público consisten en la colocación de elementos que permitan la interconexión de los dispositivos de iluminación para el control y monitoreo, mismo que cuenta con tres componentes (Álvarez, 2020):

- Unidad de control de luminarias
- Red de comunicación
- Software de Telegestión

En la Figura 12 se muestra el funcionamiento de la transmisión de información de la herramienta de Telegestión del sistema de iluminación:

**Figura 12**

Esquema de sistema de Telegestión de alumbrado público



Nota: (Álvarez, 2020).

### **3.2.1. Unidad de control de alumbrado**

Este dispositivo posee la capacidad de realizar el procesamiento de la información que permite realizar las siguientes tareas:

- Controlar el nivel de iluminación de las lámparas.
- Adquirir información sobre el consumo de energía de cada luminaria.
- Mantener la comunicación entre el servidor y el dispositivo de control.

La unidad de control de alumbrado se coloca dentro de cada una de las luminarias que pertenezca al sistema de Telegestión, pese a tamaño son capaces de mantener una comunicación con el servidor mediante conectividad GPRS, 3G, entre otra (Álvarez, 2020).

En la Figura 13 se muestra una ilustración del equipo de control inalámbrico para los sistemas de Telegestión de alumbrado público:

### **Figura 13**

Unidad de control inalámbrico marca Umpi



Nota: (Álvarez, 2020).

#### **3.2.2. *Protocolos de comunicación Schreder***

La interoperabilidad y la interconexión de diferentes dispositivos Schreder se pueden realizar de acuerdo a lo que indica (CITIES, 2019), mediante el establecimiento de protocolos abiertos. Esta característica es esencial para garantizar el desarrollo de entornos urbanos inteligentes reales. Schröder garantiza que sus soluciones inteligentes de iluminación cumplan el protocolo TALQ Smart City. Desarrollado por el Consorcio TALQ, este protocolo es estándar global “permite que el software de administración central configure, controle, ordene y monitoree múltiples redes de dispositivos exteriores de varios proveedores a través de un protocolo RESTful/JSON fácil de integrar. Es la estandarización de una Smart City API”. La plataforma Owlet IoT de Schröder es uno de los primeros sistemas de control remoto para monitorear, medir y administrar redes de iluminación que se ajusta con éxito al estándar TALQ 2. Por tanto, Owlet IoT es totalmente interoperable con todos los demás sistemas de gestión central compatibles con TALQ 2 sin la necesidad de un desarrollo adicional además es compatible con los protocolos DALI y 1-10 V para controlar las luminarias.

### 3.2.3. *Red de comunicación*

En el ámbito de las telecomunicaciones se pueden aplicar varios tipos de tecnologías a los sistemas de Telegestión, esto dependerá de las exigencias del diseño. Considerando datos como rango de señal, tasa de información a transmitir, métodos de propagación, entre otras que son importantes para que el sistema pueda funcionar de manera adecuada. Entrar en el campo de IoT implica la utilización de equipos que sean capaces de conectarse a la red de internet, en concreto estos dispositivos deben ser las unidades de control, mismas que vienen equipadas con tecnologías que se enlazan mediante enlaces de telefonía móvil como 2G, 3G, GPRS, entre otras, estas se comunicarán a los servidores alojados en los dominios de internet que al mismo tiempo se enlazaran al software de Telegestión, completando de esta manera el proceso de comunicación y transmisión de datos (Mahoor et al. (2019).

Para que los operadores decidan cómo reaccionar ante diversos eventos del sistema de iluminación, el módulo de comunicaciones transmite las diversas señales de estado de cada componente del sistema de alumbrado público, que se almacenan en bases de datos (Rueda, 2020).

El método que se emplea para la transferencia de información se divide en dos tipos, alámbrica e inalámbrica, las cuales se explican a continuación:

**a) Alámbrica:** se refiere a la utilización de cables para transmitir datos (Power Line Communications). En este sentido, se debe asegurar que las atenuaciones y la interferencia sean mínimas al elegir un cable, además, el rango de frecuencia debe situarse entre los 20 kHz a 200 kHz. La comunicación punto a punto es el énfasis principal.

Las características físicas y de capilaridad de la red eléctrica y las altas prestaciones de los estándares por parte de la IEEE, posicionan las comunicaciones vía PLC como una excelente alternativa.

Una gran desventaja de éste sistema es su inoperancia ante eventos como postes estrellados y vandalismo, dado que la señal en el centro de control desaparece totalmente. En redes eléctricas de uso general se requieren estudios detallados para evaluar su implementación. Por lo tanto, los costos adicionales no definidos por la utilización de las redes de uso general, conllevan a descartar el uso de éste medio de comunicación dentro del sistema piloto de Telegestión (Gonzalez, 2014).

**b) Inalámbrica:** la comunicación inalámbrica presenta una cobertura de rango extendido y rutas alternativas en caso de fallar algún nodo de la red, presenta una cobertura de largo alcance a muy bajo costo y con una modesta instalación ideal para zonas de baja densidad de luminarias.

El protocolo inalámbrico que se selecciona depende en los requerimientos de la aplicación. Algunos de los estándares disponibles incluyen radios de 2.4 GHz basados en los estándares IEEE 802.15.4 o IEEE 802.11 o radios propietarios, los cuales son regularmente de 900 Mhz (NUÑEZ, 2016).

Adicionalmente, Los beneficios de la conectividad inalámbrica van desde el ahorro en cableado, hasta la flexibilidad a la hora de desplegar e instalar sistemas de control. Esta flexibilidad nos permite pensar, por ejemplo, en posibilidades de control a lo largo de instalaciones viales que hasta ahora no hubieran resultado rentables con el uso de cableado.

A través de la telefonía móvil, se accede a la gestión total del sistema a través de la web, permitiendo mejorar el trabajo diario de los servicios de mantenimiento, así como facilita la ejecución de acciones puntuales, empleando la mensajería SMS. (Short Message Service), que es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos.

Las redes inalámbricas utilizadas son: WPAN (*Wireless Personal Area Networks*), Bluetooth, Tecnología *Wi-Fi*, WMAN (*Worldwide Interoperability for Microwave acces*), WWAM. En este contexto, la tecnología WMAN posee un amplio rango de alcance, a comparación con sus similares.

#### **3.2.4. Microsoft Azure**

Azure es una nube pública que permite compilar, implementar y administrar rápidamente aplicaciones en una red global de datacenters (centros de datos) de Microsoft.

Además, cuenta con un conjunto de servicios en la nube en constante expansión, cuyo objetivo es ayudar a cualquier organización a superar los retos empresariales. Posee la libertad de desarrollar, administrar e implementar aplicaciones en una red global masiva con sus herramientas y marcos favoritos (Microsoft, s.f.).

La infraestructura Azure como servicio te ayuda a crear rápidamente una infraestructura segura y escalable, reduciendo tiempos e inversiones dedicadas a la planificación, el despliegue y a la gestión. (Microsoft, s.f.)

- Planifica una infraestructura que se adapte a tus cargas de trabajo
- Despliega entornos híbridos compatibles con tu infraestructura on-premise
- Protege tus aplicaciones con servicios de seguridad y de gestión
- Reduce y racionaliza tus costes de infraestructura

Las características de Microsoft Azure se detallan a continuación:

- Aplica en la nube y máquinas virtuales de Windows y Linuz
- Aplicación web y móvil
- Almacenamiento en la nube

- Apoya el crecimiento e innovación de bases de datos
- Almacena, procesa y analiza datos
- Copias de seguridad en servidores de la nube

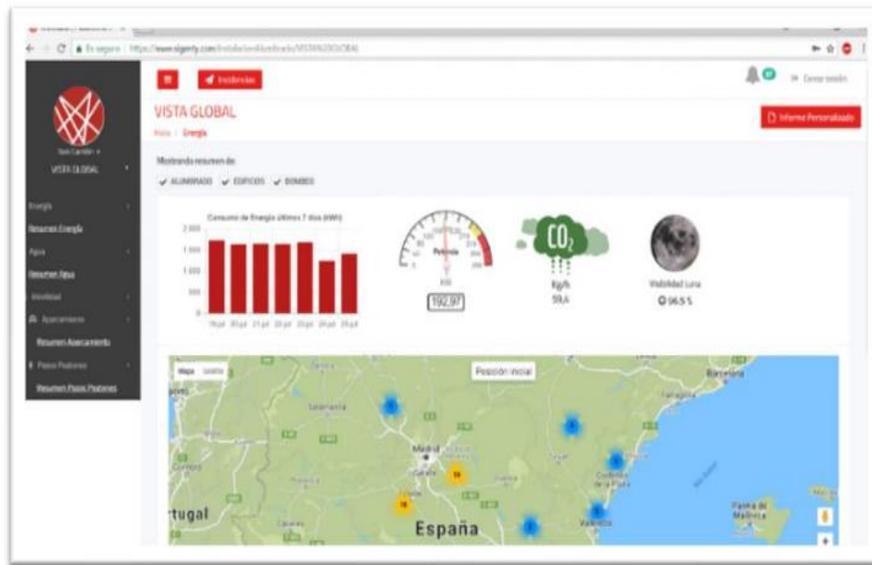
### **3.2.5. *Software de Telegestión***

Es importante recalcar que el sistema de Telegestión tiene su funcionamiento principal sobre una plataforma en la cual se puede acceder a toda la información recolectada por los dispositivos implementados en campo. Esta plataforma es una aplicación web, a la que se tiene acceso desde cualquier dispositivo que tenga conectividad con internet. Dichas plataformas tienden a tener una interfaz general muy similar, donde se puede observar el plano de la ciudad o del sector del sistema de alumbrado público que se está gestionando, a través del cual se elige la luminaria que se desea controlar, o gestionar los datos obtenidos por la unidad de control de luminarias y la red de comunicaciones.

En el panel de control se visualiza la generación de reportes de consumo de una o varias lámparas a la vez, y define parámetros por horarios o grupos sectoriales. Adicionalmente, permite la configuración de alarmas, por ejemplo, alarmas por mal funcionamiento, fallo de la red, entre otros. De manera similar esta tecnología permite que el usuario o administrador reciba las notificaciones de estas alertas de manera visual en el panel de control, o por medios de correo electrónico o notificaciones a un dispositivo móvil (Mahoor, Hossein, Khodael, Paaso, & Kushner, 2019).

**Figura 14**

Software de Telegestión de luminarias en sistema de alumbrado público



Nota: La figura muestra un ejemplo de un sistema de Telegestión para alumbrado público (Álvarez, 2020).

### 3.2.5.1. Características generales del Software de Telegestión.

El prototipo es un sistema de Telegestión con alto grado de eficiencia, que brinda diferentes ventajas en la infraestructura de red de IoT. A través de esta tecnología de los equipos de Schröder, se excluye puertas de enlace de campo y configuraciones de red, ya que EXEDRA es una técnica plug and play.

Sus características más generales, de este sistema se detallan a continuación:

- Panel de control completamente configurable
- Gestión de inventario y dispositivos
- Gestión de la programación de iluminación: calendarios y programas de control
- Iluminación dinámica adaptable: vinculando sensores a grupos de luminarias
- Informes, alarmas y análisis de datos

- Gestión del consumo de energía
- Vigilancia, supervisión y control en tiempo real
- Mantenimiento de activos y centro de tiques
- Centro de automatización
- Gestión de usuarios: funciones y derechos (Schreder, 2020).

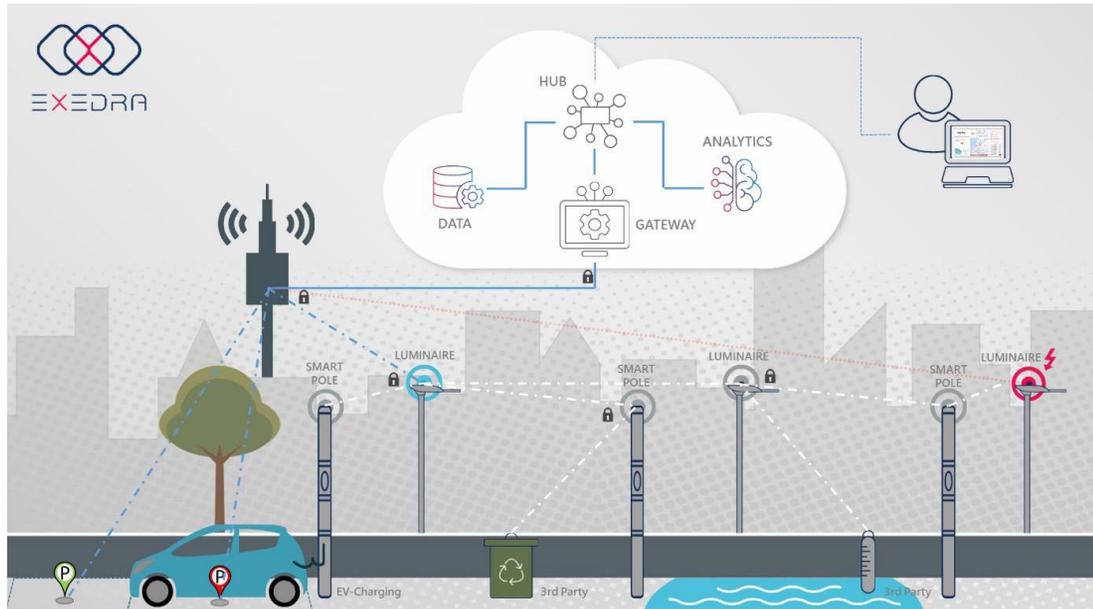
### **3.3. Descripción General del Sistema de Telegestión Schreder EXEDRA**

El prototipo Schröder EXEDRA es un software abierto para ciudades inteligentes y un sistema central de gestión (CMS) permitiendo a los usuarios configurar, controlar, ordenar y supervisar diferentes tipos de activos (interoperabilidad basada en estándares abiertos). Es compatible con las luminarias y controladores de luminaria de Schreder, así como con los de otros proveedores. También tiene la capacidad y la posibilidad de hacer lo mismo con otros dispositivos de IoT conectados, como controladores de armario de luminarias, monitores de columnas, sensores, estaciones meteorológicas y mucho más. (Schreder, 2020)

En la Figura 15 se muestran los resultados de la descripción general del sistema Schröder EXEDRA:

**Figura 15**

Descripción general del sistema Schreder EXEDRA



Nota: Descripción general del Sistema EXEDRA (Schröder, 2022).

Es un sistema de alumbrado público altamente eficiente, ventajosa a infraestructuras de red IoT. Es un sistema *plug and play*, abierto a la integración de sensores y dispositivos de terceros.

Sus principales características son las siguientes:

- Sin puerta de enlace: los controladores de luminaria Owlet IoT que ofrece Schröder no tienen puertas de enlace de campo. Así, los procesos de puesta en marcha y mantenimiento son mucho más simples y sencillos de gestionar.
- Puesta en marcha automática: con los controladores de luminaria Owlet IoT, la operación no requiere ninguna clase de manipulación ni herramienta de instalación adicional. Los controladores de luminaria aparecen automáticamente en la interfaz de usuario con su geolocalización.

- Inventario automático: con las luminarias Schröder, todos los datos de los activos se incorporan automáticamente al sistema mediante una etiqueta RFID. Con luminarias de otros proveedores, el sistema puede importar todos los datos de los activos.
- La interfaz de usuario de Schröder EXEDRA ofrece un panel de control configurable, gestión de inventarios y dispositivos, información en tiempo real, gestión de la programación de iluminación, gestión del consumo de energía, supervisión y control en tiempo real.
- Protocolos y estándares abiertos.
- Gestión de datos robusta para adquirir, validar, almacenar, proteger y procesar los datos necesarios, garantizando que sean accesibles, fiables y oportunos.
- Seguridad de vanguardia optimizando la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los datos y la información reservadas de los clientes, así como su protección frente a posibles vulnerabilidades (Schreder, 2020).

### ***3.3.1. Arquitectura del Sistema de Telegestión Schreder EXEDRA***

#### **3.3.1.1. Arquitectura de nube: plataforma de IoT Schröder EXEDRA.**

Schröder EXEDRA, su arquitectura está construida sobre estándares abiertos e intergestionables, cuya solución en la nube está formada por un backend y una interfaz de usuario (IU). La arquitectura de la plataforma de IoT es «nativa de la nube», basada en microservicios y sin servidor (Schröder, 2020).

Estos subsistemas de solución se han fijado como servicios discretos que son escalables y se pueden implementar de forma independiente. Dichos atributos permiten una mayor escalabilidad y flexibilidad al actualizar subsistemas individuales, y proporcionan flexibilidad para elegir independientemente la tecnología adecuada para

cada subsistema. Esto posibilita la supervisión de subsistemas individuales, así como de la plataforma de IoT completa (Schröder, 2020).

El backend de la plataforma de IoT Schröder EXEDRA está compuesto por componentes desarrollados internamente por Schröder, componentes de IoT Microsoft Azure y una interfaz de usuario de terceros implementada en la nube de Azure.

#### **3.3.1.2. Arquitectura de red.**

El hardware de Owlet IoT no tiene puerta de enlace, pues no requiere la implementación de puertas de enlace de campo. Los nodos de este sistema se conectan mediante un operador de telefonía móvil. La red posee particularidades que hacen de la herramienta, fácil de instalar, segura, con baja potencia, analizada, abierta e intergestionable. (Schreder, 2020).

En la Figura 16 se muestra la Arquitectura del sistema Owlet IoT de Schröder EXEDRA:

## Figura 16

Arquitectura del sistema Owlet IoT



Nota: Descripción general del Sistema EXEDRA (Schröder, 2022)

### 3.3.1.3. Arquitectura de hardware: controladores de luminaria.

Las luminarias a controlar van equipadas con un controlador Owlet IoT que se conecta a una red de telefonía móvil 3G existente para interactuar con el sistema de backend.

La conexión entre la red central del operador de telefonía móvil y los centros de datos de Schröder se realiza mediante una conexión de datos IP exclusiva sobre una red MPLS (conmutación de etiquetas multiprotocolo) privada (Schreder, 2020).

Los controladores de luminaria (LUCO P1 CM o LUCO P7 CM HV) incluyen las siguientes características:

- Medidores integrados de grado industrial con una precisión de medición superior al 1% en todo el rango de regulación.

- Compatibilidad con los protocolos DALI y 1-10 V para controlar las luminarias.
- Capacidad para hasta 4 dispositivos DALI (relés y drivers).
- Célula fotoeléctrica integrada para proporcionar funcionalidad a prueba de fallos.
- Módulo GPS integrado para permitir la puesta en marcha automática y la sincronización horaria del reloj en tiempo real.
- El lector de RFID posibilita la funcionalidad de gestión del inventario completo para las luminarias Schröder.
- Se ha integrado la detección del paso por cero para limitar las corrientes de irrupción mediante conmutación por relé.
- Conector NEMA de cierre por torsión ANSI C136.41 (7 pines).
- Actualización de firmware.

En la Figura 17 se muestra las interfaces del controlador de luminaria con el exterior:

**Figura 17**

Interface del controlador de luminaria



Nota: Descripción general del Sistema EXEDRA (Schreder, 2020).

Los controladores están diseñados para una instalación sencilla y puesta en operación (plug and play), leen el identificador de la luminaria en la etiqueta RFID (en las luminarias Schröder) y la posición GPS de la luminaria, estos datos se transfieren a la interfaz de usuario o a un software central de gestión, permitiendo al sistema conocer que controlador de luminaria está instalado en qué luminaria, en que calle y en qué dirección (Schröder, 2020).

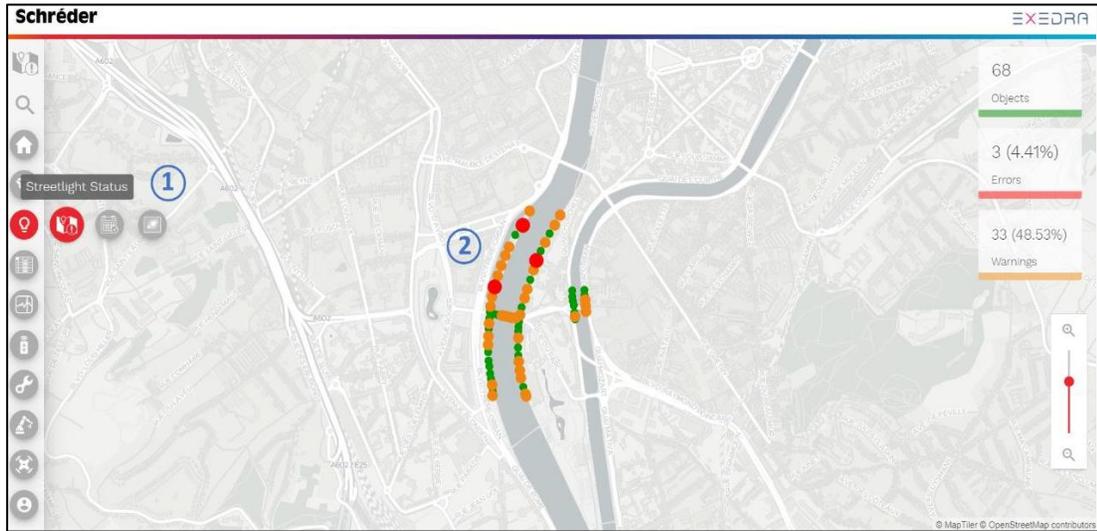
#### **3.3.1.4. Interfaz de usuario de Telegestión Schreder EXEDRA.**

La interfaz de usuario de la plataforma de IoT Schröder EXEDRA es un componente de software interactivo, fácil de usar y robusto. Es una aplicación de software basada en web que permite a los usuarios configurar, controlar y supervisar remotamente muchos tipos de dispositivos en una red conectada, ya sean luminarias de Schröder, luminarias de otros proveedores o controladores de luminaria de otros proveedores. La interfaz de usuario también permite a los usuarios configurar y controlar otros sensores, registrar activos adicionales fuera de línea y mostrarlos en el mapa (Schreder, 2020).

En la Figura 18 se muestra la interfaz de usuario para supervisar soluciones para ciudades inteligentes, pantalla con fallas en el punto 2 (luminarias apagadas – color rojo):

**Figura 18**

Interfaz de usuario para supervisar soluciones para ciudades inteligentes

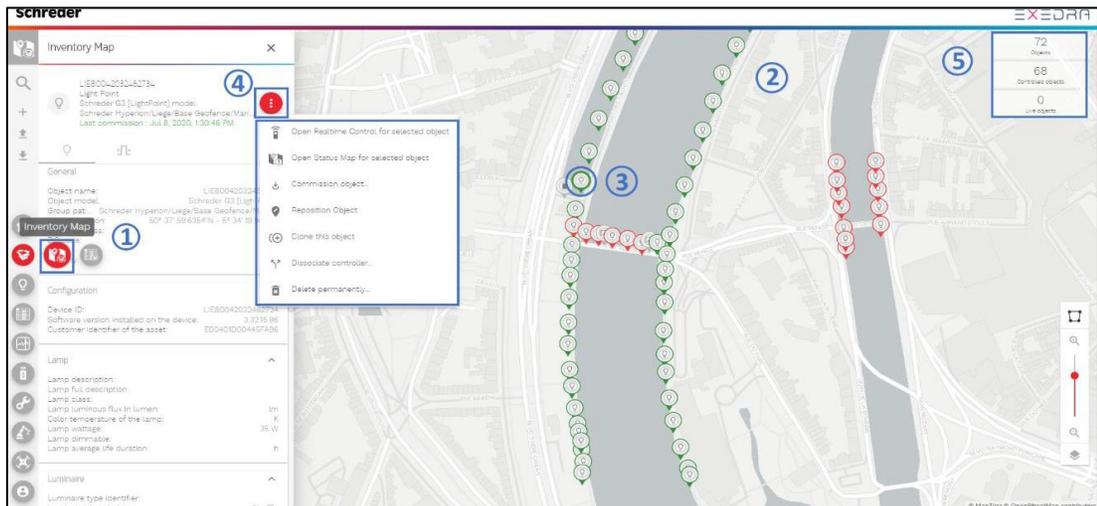


Nota: (Schröder, 2022).

La figura muestra la interfaz de usuario para supervisar soluciones para ciudades inteligentes, pantalla funcionando correctamente (luminarias encendidas – color verde):

**Figura 19**

Pantalla funcionando correctamente



Fuente: (Schröder, 2022).

### 3.4. Puesta en Marcha

Las tres fases que componen el diseño modular del Sistema de Telegestión del Alumbrado Público se describen a continuación.

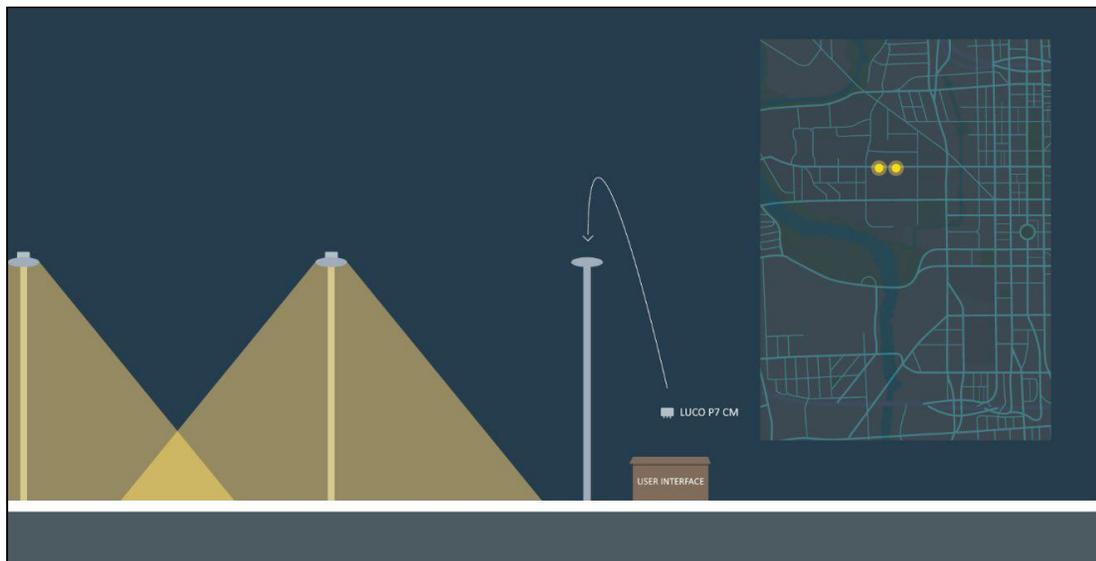
#### 3.4.1. Primer Paso

La instalación física de los controladores de las luminarias es necesaria porque, tras encender las luminarias, los controladores también se encienden para confirmar la instalación. Al comunicar la información al siguiente nivel de control mediante un esquema de difusión, permite detectar el funcionamiento e identificar los defectos de cada punto de luz (Gonzalez, 2014).

La Figura 20 muestra la interfaz de usuario para supervisar soluciones para ciudades inteligentes:

#### Figura 20

Instalación del controlador de luminaria con puesta en marcha automática



Nota: Descripción general del Sistema EXEDRA (Schröder, 2022).

### **3.4.2. Segundo Paso**

Instalar los centros de distribución, donde se controla cada circuito de baja tensión que sale del centro de distribución, y concentrar los datos de los puntos de alumbrado que estos circuitos alimentan. Esto permite realizar los movimientos necesarios en cada circuito de baja tensión, así como medir y analizar las características eléctricas y encontrar defectos o anomalías. La información generada por la unidad instalada en cada centro de distribución, así como la obtenida de cada uno de los puntos de luz del nivel inferior, se comunica desde este nivel al superior (Gonzalez, 2014).

### **3.4.3. Tercer Paso**

Equivale a la sala de gestión o centro de control donde se gestionan las operaciones de cada centro de distribución y se recopila su información. A través de una unidad de control remoto o puesto de mando central, se administra la infraestructura del sistema de alumbrado público, que recibe y procesa la información de los otros dos niveles a través del sistema de comunicación.

Unos segundos después de la instalación correcta de los controladores de luminaria, estos se registrarán automáticamente en la plataforma de IoT para completar la puesta en marcha.

## **3.5. Panel de control configurable**

Visualiza una vista general detallada del proyecto. Se compone de varios paneles, denominados widgets, que muestran el número de dispositivos, los informes más recientes, las fallas, entre otros.

En la Figura 21 se muestra la interfaz de usuario para supervisar soluciones para ciudades inteligentes:

**Figura 21**

Panel de control



Nota: (Schreder, 2020).

A continuación, se detalla la descripción de cada botón de la aplicación y los widgets más habituales:

1. Widget de comprobación del estado del sistema: estadísticas sobre el estado actual del proyecto.
2. Widget de inventario: número y tipo de dispositivos.
3. Widget de tickets: tickets nuevos/abiertos (fallos).
4. Widget de tendencia de estado: número de fallas del dispositivo, tendencia de interrupción, tasas de error.
5. Botones de aplicación: abrir cada función/aplicación del sistema.
6. Widget de mapa de estado: mapa geográfico con descripción general de los estados del dispositivo.
7. Último widget de fallas activas informadas: últimos informes de fallas
8. Tienda de widgets: agrega nuevos widgets al tablero.

Respecto al panel de control, se lo puede configurar en su totalidad, además se puede almacenar de forma independiente para cada usuario. Los usuarios pueden mover,

reorganizar, añadir o eliminar widgets, o modificar su tamaño, según sus necesidades (Schröder, 2020).

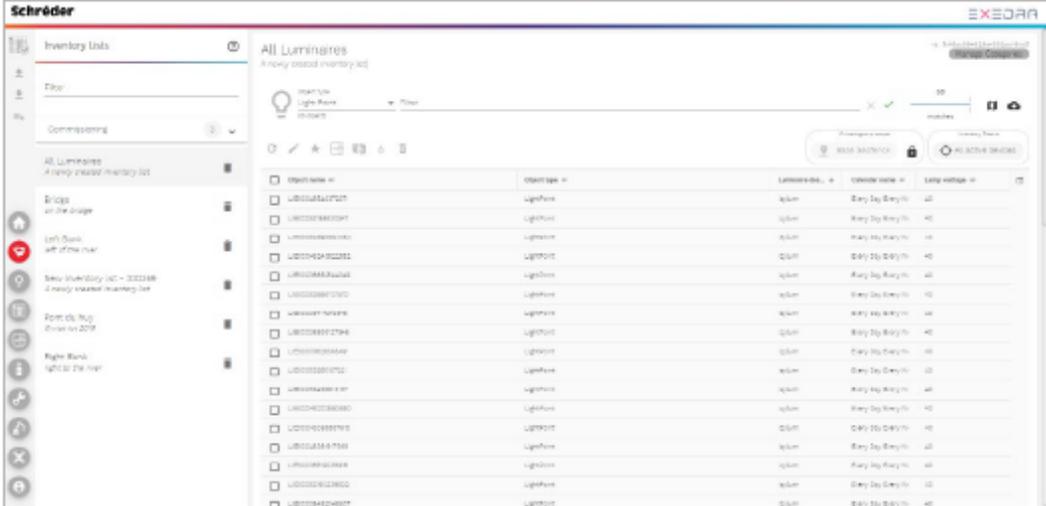
### 3.6. Gestión de inventario y dispositivos

La herramienta concede a los usuarios examinar el inventario de dispositivos controlados por el sistema Schreder EXEDRA de forma potente y flexible, con la particularidad de crear, editar y eliminar sus propios dispositivos manualmente en el mapa.

En la Figura 22 se muestra la lista de inventario (dispositivos) controlados por el sistema Schröder EXEDRA:

**Figura 22**

Mapa de inventario: vista de mapa de los dispositivos



Object name	Object type	Luminaires	Object name	Long address
UB0000000001	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000002	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000003	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000004	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000005	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000006	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000007	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000008	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000009	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000010	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000011	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000012	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000013	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000014	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000015	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000016	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000017	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000018	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000019	LightFixture	1000	Light Fixture	1000
UB0000000020	LightFixture	1000	Light Fixture	1000

Nota: (Schröder, 2022).

La aplicación de lista de inventario permite a los usuarios consultar los dispositivos controlados por el sistema Schröder EXEDRA de forma potente y flexible. Los usuarios pueden crear varias listas de inventario para adaptarse a diferentes necesidades, como: lista de los dispositivos que están consumiendo más energía de lo esperado, o la lista de todas las luminarias que informaron de más de 5 fallas el mes pasado, etc. También permite la edición en bloque de miles de dispositivos a la vez, la creación de listas de

favoritos o la activación de la puesta en marcha inmediata o retardada del dispositivo (Schröder, 2020).

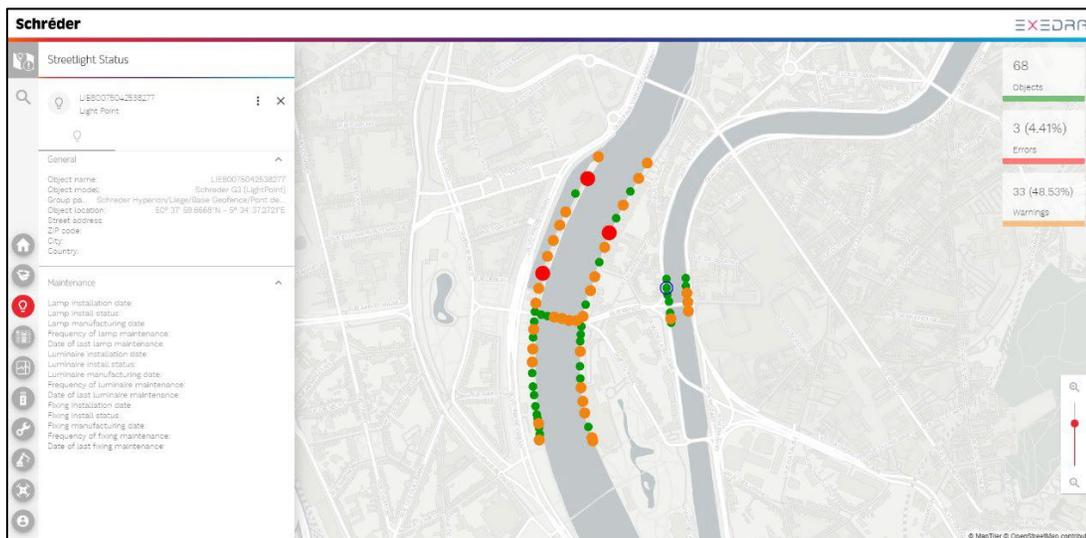
### 3.7. Información en tiempo real y sobre el estado de los dispositivos

Muestra una vista general rápida del estado del sistema y proporciona datos históricos de todos los dispositivos, además ofrece una representación gráfica exhaustiva de todos los incidentes/fallos notificados por los dispositivos, una vista general de la red, los estados de los dispositivos, la ubicación de las averías principales y acceso a más información.

En la Figura 23 se muestra la interfaz de usuario para supervisar soluciones para ciudades inteligentes:

**Figura 23**

Panel de control: estado de las luminarias en el mapa



Nota: Descripción general del Sistema EXEDRA (Schröder, 2022)

Los estados de los objetos (dispositivos) se representan en el mapa en diferentes colores:

- **Verde** (estado nominal): el objeto es completamente funcional y no presenta fallas activas.
- **Naranja** (estado de advertencia): al menos una falla con gravedad de advertencia está activa en el objeto.
- **Rojo** (estado de error): al menos una falla con gravedad de error está activa en el objeto.

### **3.8. Informes, alarmas y análisis de datos**

Los datos están disponibles inmediatamente en un amplio conjunto de herramientas avanzadas de análisis de datos, en el mapa y en los informes, para permitir a los usuarios detectar averías, analizarlas y solucionarlas.

Las aplicaciones de centro de informes e informe de energía proporcionan un modo intuitivo y potente de documentar el estado general y los datos detallados de los dispositivos gestionados (Schröder, 2020).

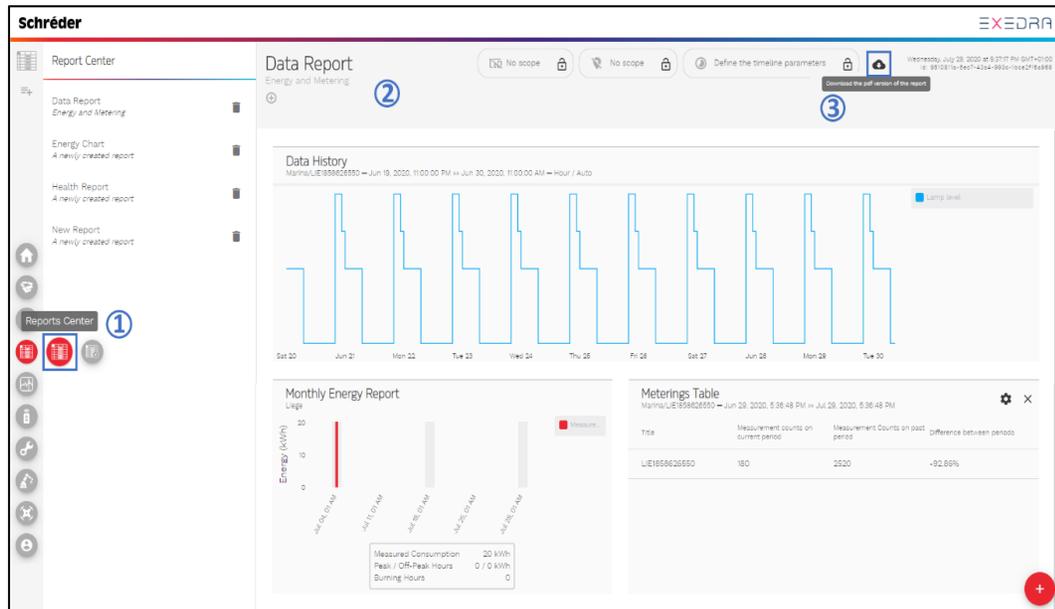
Los informes que se pueden crear o visualizar son los siguientes:

- Informes energéticos para calcular el consumo de energía (en kWh), y gráficos horarios de pico y fuera de pico (en kWh) para cualquier zona geográfica, subzona o cualquier otro grupo. Esto permite calcular el consumo de energía de todos los controladores de luminaria en el grupo seleccionado, así como la energía ahorrada en comparación con la potencia máxima de la lámpara y el ahorro de CO2 equivalente. La información se muestra tanto con gráficos de barra como en modo de lista, con datos acumulados mensuales, semanales o diarios.
- Gráficos de tendencia de estado y comprobación de estado del sistema para ver la evolución por noche de los problemas importantes y poco importantes notificados para las luminarias (Schreder, 2020).

En la Figura 24 se muestra el centro de informes de la plataforma Schröder EXEDRA:

## Figura 24

Histórico de información del comportamiento de luminarias



Nota: Descripción general del Sistema EXEDRA (Schröder, 2022)

En el centro de informes (2) se puede analizar varios tipos como: Informes de datos, energéticos, errores e historial de datos.

- Número acumulado de horas de funcionamiento de las lámparas para valorar el ahorro de energía (en horas).
- Informes avanzados y personalizados.

### 3.9. Vigilancia, supervisión y control en tiempo real

Schröder EXEDRA proporciona un conjunto completo e intuitivo de funciones de control remoto y comando manual en tiempo real. Todos los comandos manuales se activan con contraseña, para asegurarse de que no se pueda hacer nada que comprometa la seguridad de la ciudad.

Envía un comando de anulación manual a un controlador de luminaria o a un grupo de controladores de luminaria con una temporización específica, por ejemplo, encender esta luz durante 15 minutos y luego volver al modo automático.

Lee los valores de medición de un controlador de luminaria o a un grupo de controladores de luminaria en tiempo real y mostrar los valores y las marcas de tiempo (Schröder, 2020).

### 3.10. Implementación de prototipo Schröder EXEDRA en los Puentes de La Unidad Nacional

Instalar el prototipo Schröder EXEDRA en la ETAPA 2 – Puente sobre el Río Babahoyo, alrededor de 2 km, de acuerdo como se muestra en la siguiente figura:

En la Figura 25 se muestra geográficamente la distancia del tramo sobre el río Babahoyo que aproximadamente es de 2 km del puente:

**Figura 25**

Etapa a intervenir Puentes de la Unidad Nacional sobre el río Babahoyo



Nota: Elaboración propia (Google maps).

En total se encuentran instaladas los siguientes elementos que se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 8**

Cantidad de luminarias Puentes sobre el Río Babahoyo

<b>Descripción</b>	<b>Tipo</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Cantidad Luminarias</b>
Puente viejo lado derecho	Sodio	250	108
Puente viejo lado izquierdo	Sodio	250	110
Puente nuevo lado derecho	Sodio	250	118
Puente nuevo lado izquierdo	Sodio	250	118
Puente nuevo parterre central	Sodio	250	6

Nota: Elaboración propia

Las luminarias están alimentadas por un conductor 3x2 AWG + 1 4AWG de cobre, con un sistema de control con PLC (contactor).

Actualmente estos puentes mantienen un tráfico vehicular constante de muy alta densidad de los menos 30 000 vehículos aproximadamente en cada sentido en hora pico; además de ser un principal atractivo para los ciudadanos que realizan actividades deportivas al aire libre.

Como se puede observar, la necesidad del mejoramiento del alumbrado es imperativa, por lo que esto podría traducirse en un PROBLEMA DE SEGURIDAD, tanto vial como ciudadana dada la correlación que existe entre la seguridad y la sensación de confort provista por una buena iluminación.

De igual manera una buena iluminación contribuye a la reducción de accidentes en las carreteras, logrando tener una mejor visualización de los caminos, peatones y objetos; con lo que se logra que los vehículos sufran menos daños al poder evitar las

imperfecciones del camino, haciendo el trayecto más ameno y seguro y obteniendo una buena ambientación urbana.

### 3.11. Registro de los tiempos de respuesta

El prototipo proporciona una forma sencilla y eficiente de gestionar todo el ciclo de vida de los problemas y fallos relacionados con el dispositivo. La aplicación de mantenimiento de luminarias muestra una lista de fallos y un gráfico de tendencia para grupos seleccionados de dispositivos.

A continuación, se muestra en las siguientes tablas, valores de reporte de fallas en las luminarias de los puentes de la Unidad Nacional; además de resultados con la implementación del sistema de Telegestión en otro lugar:

**Tabla 9**

Luminarias en Puentes de la Unidad Nacional sin sistema de Telegestión EXEDRA

Puentes de la Unidad Nacional	Sin sistema Telegestión				
	Hora de reporte de la falla	Fecha de reporte	Hora de Corrección de la falla	Fecha de resolución	Tiempo de respuesta
Sobre el rio Babahoyo, Sentido Duran-Puntilla	20:00	02/02/2022	15:00	03/02/2022	15.00
Sobre el rio Babahoyo, Sentido Puntilla-Duran	08:00	14/02/2022	12:00	16/02/2022	14.00

Nota: Elaboración propia

**Tabla 10**

Luminarias en otro sector con sistema de Telegestión EXEDRA

<b>Con sistema Telegestión</b>					
<b>Proyecto con Telegestión en otro sector</b>	<b>Hora de Alerta</b>	<b>Fecha de alerta</b>	<b>Hora de Corrección de la falla</b>	<b>Fecha de resolución</b>	<b>Tiempo de respuesta</b>
Proyecto vial con Telegestión	15:00	19/10/2022	19:00	19/10/2022	4.00
Proyecto vial con Telegestión	13:00	23/11/2022	16:00	23/11/2022	3.00

Nota: Elaboración propia

**3.12. Discusión**

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla anterior y en comparación a otros tipos de Sistemas de Telegestión, es importante mantener un orden adecuado en cuanto el encendido y apagado de las luminarias en horarios adecuados, para evitar gastos innecesarios de energía o por lo contrario encendidos tardíos que disminuyen la calidad del sistema de iluminación. Para que el sistema de Telegestión sea rentable radica en la dimerización, es decir la variación del nivel de iluminación en diferentes horas de la noche, en función siempre de los horarios y del uso que se dé a la avenida, en cuanto a densidad vehicular y peatonal (Gonzalez, 2014).

Considerando el Sistema de Telegestión para el alumbrado público de la Avenida Pío Jaramillo Alvarado, en la ciudad de Ibarra, la intensidad de Iluminación se pretende disminuir hasta un 60 %, especialmente por el flujo vehicular y peatonal, y luego retomar

el 100 % de la intensidad, en los horarios de 05h00 a 06h30 y de 18h30 y 23h00 respectivamente.

Y, referente a los tiempos de respuesta y/o reposición de lámparas, mismas que presentaban un mantenimiento mínimo o nulo, similar al de los Puentes de la Unidad Nacional, se pretende en la interfaz de usuario de Schröder EXEDRA, gestionar todo el ciclo de vida de los problemas y fallos relacionados con el dispositivo. Finalmente, para una mejor gestión en los tiempos de respuesta en la corrección de fallas de las luminarias, el sistema de Schröder EXEDRA establece alarmas, crea tickets para luminarias específicas y asignación a operadores de mantenimiento, facilitando el trabajo en los dispositivos defectuosos, maximizando la eficiencia del equipo de campo.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- El alumbrado público en los puentes sobre el río Babahoyo poseen un control ineficaz del sistema lo que incide en la planificación y ejecución de un mantenimiento ineficiente.
- Operación rígida del sistema de alumbrado sin capacidad de realizar ajustes eléctricos, ni variación de intensidad lumínica en horas no útiles.
- El sistema de Telegestión facilita el control y monitorización de cada luminaria de forma remota a través de la plataforma de IoT Schröder EXEDRA que corresponde a un sencillo software sin necesidad de elementos auxiliares en el cuadro eléctrico. Es un sistema además fácilmente ampliable para control de luminarias de diferentes marcas.
- Con la implementación del prototipo Schröder EXEDRA se obtiene un máximo ahorro de energía y mínimo impacto ambiental, obteniendo datos precisos para la toma de decisiones que aporten en el mejoramiento de las instalaciones de alumbrado público en los Puentes de la Unidad Nacional.
- La aplicación de la programación de las luminarias permite crear, editar y eliminar fácilmente programas de control con diferentes niveles y horarios de regulación según diversos escenarios, y conseguir así un significativo ahorro de energía.
- Esto proporciona una excelente flexibilidad, permitiendo a las ciudades adaptar la iluminación a diferentes escenarios (p. ej., días laborables, fines de semana, estaciones del año, días festivos, acontecimientos específicos, entre otros).
- Con la implementación del prototipo de Telegestión, se establece una eficiencia energética alta, presentando un ahorro de consumo, reduciendo los costos de operación y mantenimiento en el alumbrado público.

## **4.2. Recomendaciones**

- Promover un proyecto piloto de instalación del prototipo Schröder en los puentes de la Unidad Nacional para complementar trabajo por interacción curricular investigativa, con el fin de determinar con datos reales los beneficios y mejoras en la gestión del alumbrado público.
- A través de un proyecto piloto del prototipo en estudio, implementar en sitio la instalación del mismo, con el fin de complementar este trabajo investigativo y continuar en el desarrollo de la eficiencia energética, obteniendo ahorros energéticos y económicos en beneficio de la sociedad.
- Se recomienda establecer el correcto protocolo de comunicación acorde al sitio en estudio, que sea compatible con el prototipo Schröder EXEDRA.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academy, T. (Marzo de 2020). *ALUMBRADO INTELIGENTE : DIFERENTES SISTEMAS DE TELEGESTION*. Obtenido de <https://todo-lux.com/investigacion-y-desarrollo/alumbrado-inteligente-diferentes-sistemas-de-telegestion/>
- Ale, C., & Espejo, C. (2021). *Análisis de la luminotecnica y el diseño del guion museográfico para las áreas de exposición del museo privado Catalina Huanca, Pilcomayo al 2019*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Continental] Repositorio Institucional Continental. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10049>
- Álvarez, J. (2020). *Estudio y comparativa de tecnologías para un sistema de telegestión de alumbrado público. Caso práctico en el municipio de Úbeda*. [Trabajo de Pregrado, Universidad de Sevilla]. Obtenido de <https://idus.us.es/handle/11441/104622>
- ARCERNNR. (2020). *controlrecursosyenergia*. (ARCERNNR, Ed.) Obtenido de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/>
- ARCONEL. (2018). *Regulación ARCONEL 006/18*. Obtenido de Gob.ec: <https://www.gob.ec/regulaciones/regulacion-nro-arconel-00618-prestacion-servicio-alumbrado-publico-general#>
- Baque, L. (2019). *Implementación de un sistema de iluminación mediante tiras flexibles de LED con encapsulado SMD para la iglesia San Lorenzo de Jipijapa*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Estatal del sur de Manabí].
- Barboza, J., & Pereira, L. (2020). *Investigación Cualitativa Emergente: Reflexiones y Casos*. Corporación Universitaria del Caribe - CECAR. Obtenido de <https://libros.cecar.edu.co/>
- Carnevale, S., & Grassi, M. (2018). *Telegestión de Luminarias*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Tecnológica Nacional]. Obtenido de [https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RIAUTN\\_6d5666e28a12c6cf4ea6567f9225e80a](https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/RIAUTN_6d5666e28a12c6cf4ea6567f9225e80a)
- CITIES, S. (Septiembre de 2019). *Canales sectoriales SMART CITIES*. Obtenido de [https://www.interempresas.net/Smart\\_Cities/Articulos/254218-Schreder-Owlet-IoT-obtiene-el-certificado-TALQ2.html](https://www.interempresas.net/Smart_Cities/Articulos/254218-Schreder-Owlet-IoT-obtiene-el-certificado-TALQ2.html)

- Comité Técnico para la Iluminación y Señalización para el transporte. (2000). *Road Lighting calculations*. Viena: Comité Internacional de Iluminación.
- Comité Técnico para la Iluminación y Señalización para el transporte. (1999). *Métodos de diseño para la iluminación de carreteras*. Viena: Comisión Internacional de Iluminación.
- Criollo, M. (2017). Análisis de las tecnologías de Telegestión existentes, para adoptar el más conveniente al sistema de control de alumbrado público ornamental del parque "El Paraíso". Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad Católica de Cuenca.
- Esparza, M., Guizar, H., Ibarra, I., & Martínez, J. (2003). Pruebas experimentales a una lámpara de VSAP-150 W. *Conciencia Tecnológica*, 1(22), 1-8. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/944/94402204.pdf>
- Fernández, A., Kaiser, W., Rodríguez, Y., & Guerra, S. (2011). Estudio de pulsos superpuestos para el encendido de lámparas de vapor de sodio de alta presión. *Ingeniería Energética*, 18-28.
- Fernández, J. G. (2018). *LAMPARAS DE DESCARGA, CONCEPTOS*. Obtenido de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/ldesc1.html>
- Flores, R. (2018). *Desarrollo de un prototipo de Ahorro energético en alumbrado público con el desarrollo de un prototipo de sistema de telegestión remoto para lámparas tipo LED de la empresa eléctrica Emelnorte S.A.* [Trabajo de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional] Repositorio Digital. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19460>
- Gonzalez, P. (2014). *Telegestión del alumbrado público con tecnología LED. Estudio de un plan piloto para la Avenida Pio Jaramillo Alvarado de la Ciudad de Loja*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Nacional de Loja] Repositorio Digital. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11941>
- Guerrero, G., & Catagua, K. (Enero de 2021). Sistema de alumbrado público aplicado mediante energía renovable para la comuna masa 2, Golfo de Guayaquil. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación (Ed.6)*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/>

- Ixtaina, P., Bannert, B., & Bufo, N. (2019). *Eficiencia energética en reconversiones LED del alumbrado público*. San Rafael: XIII Jornadas Argentinas de Luminotecnia.
- López, R. A. (2017). Ciudad inteligente y sostenible: una estrategia de innovación inclusiva. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad ISSN-e 2007-3607*. doi:<http://dx.doi.org/10.18381/Pk.a7n13.299>
- LÓPEZ, R. A. (2020). *ANÁLISIS DE LAS PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA EN LAS LÁMPARAS Y SUS COMPONENTES Y DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO*. Quito.
- Mahoor, M., Hossein, Z., Khodael, A., Paaso, A., & Kushner, D. (2019). State-of-the-art in smart streetlight system: a review. *The Institution of Engineering and Technology*, 2(5), 1-10. doi:DOI:10.1049/iet-smc.2019.0029
- Marrufo, E., & Castillo, J. (2010). *Instalaciones eléctricas básicas, grado medio*. McGraww-Hill / Interamericana España S.A.
- Merino, L., & Puyuelo, M. (2020). *Diseño de equipamientos urbanos: Técnicas de iluminación urbana y características técnicas de las fuentes de luz*. [Trabajo de Pregrado, Universitat Politècnica de Valencia]. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/145635>
- Microsoft. (s.f.). *Microsoft Azure*. Obtenido de <https://www.microsoft.com/es-xl/licensing/product-licensing/azure>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (2008). *Decreto Real 1890/2008*. Obtenido de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-18634>
- Miraz, M., Ali, M., Excell, P., & Picking, R. (2017). A review on Internet of Things (IoT), Internet of Everything (IoE) and Internet of NanoThings (IoNT). *IEEE Xplore*. doi:10.1109/ITechA.2015.7317398
- Montenegro, A., & López, D. (2019). *Estudio del servicio de alumbrado público del sector Santiago, provincia San Ignacio, Cajamarca*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Obtenido de <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/69>
- Montero, A. (2019). *Propuesta de alumbrado público con tecnología LED en la avenida José Gálvez, Chimbote 2016*. [Trabajo de Pregrado, Universidad San Pedro].

- Obtenido de <https://1library.co/document/zw00jj1y-propuesta-alumbrado-publico-tecnologia-avenida-jose-galvez-chimbote.html>
- Navas, P. (15 de 09 de 2017). *Sistema de red telemétrico de alumbrado público para la provincia de Santa Elena*. [Trabajo de Pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena] Repositorio Digital. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4012>
- NUÑEZ, F. P. (2016). *SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DEL ALUMBRADO PÚBLICO*. Ambato.
- OSRAM *Digital Systems*. (2023). Obtenido de <https://www.osram.es/ecat/VIALOX%20NAV-E%20SUPER%204Y-L%20C3%A1mparas%20de%20vapor%20de%20sodio%20de%20alta%20presi%C3%B3n%20para%20luminarias%20abiertas%20y%20cerradas-L%20C3%A1mparas%20de%20descarga%20de%20alta%20presi%C3%B3n-L%20C3%A1mparas-Digital%20Systems>
- Philips. (2018). *Philips Lighting*. Obtenido de <https://www.lighting.philips.es/prof/lamparas-y-tubos-convencionales/lamparas-de-descarga-compactas/mhn-w-halogenuros-metalicos-250w/halogenuros-metalicos-compactos>
- Philips, R. (2018). *PHILIPS*. Obtenido de <https://www.lighting.philips.com/main/search?query=mercurio%20de%20alta%20presi%C3%B3n&page=1>
- Rueda, J. (2020). *Análisis de factibilidad técnica para la implementación de un sistema de Telegestión que permita el uso eficiente de la energía del alumbrado público en el centro histórico de Ibarra*. [Trabajo de Pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas] Repositorio Digital. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/23116>
- Ruiz, L. (2019). *Diseño del sistema de iluminación LED del campo deportivo coliseo multiusos en el complejo Qhapac Ñan- Cajamarca*. Lambayeque, Cajamarca, Perú: Universidad Pedro Ruiz Gallo.

- Schreder. (2020). *Descripción general del sistema Schreder EXEDRA*. Obtenido de Schröder: <https://sp.schreder.com/sites/default/files/2021-03/Schr%C3%A9der%20EXEDRA-System%20Overview-rev1-ES.pdf>
- Schröder. (2022). *Schröder*. Recuperado el Noviembre de 2022, de Iluminación inteligente: Sistemas de control y telegestión y su integración a las Smart Cities | Schröder: <https://www.catalogoarquitectura.cl/>
- Secom. (24 de Octubre de 2022). Obtenido de <https://blog.secom.es/telegestion-del-alumbrado-publico/>
- Suárez, D., & Cortez, N. (2018). *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/>
- Sylvania, F. (2018). *SYLVANIA*. Obtenido de <https://www.sylvania-lighting.com/product/es-es/category/light-sources/hid-c/families>
- Urrutia, J. (Noviembre de 2019). Diseño de iluminación led con control domotico para el ahorro de energía eléctrica y su implementación en las oficinas corporativas del edificio Torre Begonias. Lima, Perú: Universidad Tecnológica del Perú.

## ANEXOS

### Anexo 1. Glosario de Términos

**Activo:** un equipo (luminaria, armario, etc.) que se puede identificar, configurar, supervisar y mantener remotamente mediante el sistema Schröder EXEDRA.

**IoT (Internet of Things:** Internet de las cosas): un ecosistema de amplio alcance de objetos conectados a Internet, capaz de identificarse por sí mismos y de comunicar datos a otros objetos con ayuda de una red de comunicación para el procesamiento digital.

**NEMA (National Electrical Manufacturers Association:** Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos): una asociación estadounidense de fabricantes de equipos eléctricos y para la obtención de imágenes médicas.

**Controladores de luminaria Owlet IoT:** dispositivos de hardware (LUCO P7 CM y LUCO P7 CM HV) y sus componentes de software embebido, diseñados para supervisar y controlar luminarias basándose en drivers y sensores electrónicos.

**Plataforma de IoT Schröder EXEDRA:** la plataforma de IoT de Schröder diseñada para la gestión remota de la iluminación, compuesta por servidores, bases de datos y componentes de software, y que incluye la interfaz de usuario.

**Sistema Schröder EXEDRA:** solución completa formada por la plataforma de IoT Schröder EXEDRA, controladores de luminaria, red e interfaz de usuario.

**Interfaz de usuario (IU):** el frontend de la plataforma de IoT Schröder EXEDRA. Se puede acceder a ella a través de un navegador web y permite a los usuarios controlar remotamente las luminarias.

**Zigbee:** una red inalámbrica basada en la norma técnica IEEE 802.15.4. Se ha diseñado para protocolos de comunicación de alto nivel utilizados para crear redes de área personales con una tasa de datos reducida, radios digitales de baja potencia, y otras necesidades de baja potencia y ancho de banda reducido.

**GPRS o General Packet Radio System (Sistema General de Radio en Paquete):** Este tipo de conexión está establecido por la referencia a su nombre de punto de acceso (APN) y permite utilizar servicios como WAP, SMS, MMS, Internet, email y World Wide Web.

**IP o Internet Protocol:** Una dirección IP, Protocolo de Internet o Internet Protocol, por sus siglas en inglés, es una dirección, un número, una ‘matrícula identificativa’ que escoges o se te asigna dentro de la red para que estés ‘identificado’ dentro de Internet.

**WAN o Wide Area Network (Red de Area Amplia):** Red de computadoras que une varias redes locales, aunque sus miembros no estén todos en una misma ubicación física.

**WiFi:** Tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar a internet equipos electrónicos mediante el uso de radiofrecuencias o infrarrojos para la transmisión de la información.

**Protocolo TALQ:** La Especificación TALQ define un interfaz de comunicación para redes de dispositivos en exteriores, donde una o más programas para una gestión centralizada (CMS) pueden controlar diferentes redes de dispositivos en diversas aplicaciones y diferentes partes de una ciudad o municipio. Compatible con una monitorización del sistema y recogida de datos, así como la configuración y actualización remota del mismo.

**Protocolo RESTful/JSON:** Es una interfaz que dos sistemas de computación utilizan para intercambiar información de manera segura a través de Internet.

**Sistema de backend:** es la parte de la app que el usuario final no puede ver. Su función es acceder a la información que se solicita, a través de la app, para luego combinarla y devolverla al usuario final.

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Zambrano Merchán, Edward Omar** con C.C: # 092655862-8 autor del Trabajo de Titulación: **Propuesta de un prototipo SCHRÉDER EXEDRA, que permita minimizar los tiempos de respuesta a los cortes de energía eléctrica en los circuitos de iluminación del puente de la Unidad Nacional aplicado sobre el rio Babahoyo,** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRICIDAD** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.,

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de febrero del 2023

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Zambrano Merchán, Edward Omar

C.C: 092655862-8



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Propuesta de un prototipo SCHRÉDER EXEDRA, que permita minimizar los tiempos de respuesta a los cortes de energía eléctrica en los circuitos de iluminación del puente de la Unidad Nacional aplicado sobre el río Babahoyo	
<b>AUTOR(ES)</b>	Zambrano Merchán Edward Omar	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Edgar Raúl Quezada Calle M. Sc.	
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo	
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Electricidad	
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Electricidad	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	14 de febrero del 2023	<b>No. DE PÁGINAS:</b> 76
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Alumbrado Público, Iluminación Vial Telegestionable	
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Telegestión de alumbrado público, Smart City, Luminarias inteligentes, administración de luminarias, Telegestión.	
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	<p>El Puente de la Unidad Nacional es un lugar con un alto índice de afluencia de tráfico vehicular, tiene una longitud de 2186 m, mismo que cruza el río Daule y Babahoyo, siendo un punto de conexión para las ciudades de Guayaquil y Durán. Actualmente posee un sistema de iluminación antiguo que provoca que los sistemas eléctricos de las luminarias fallen. Por tal motivo, el presente proyecto de investigación tiene como objetivo primordial la implementación de un sistema de Telegestión para el sistema de alumbrado público del puente logrando un control optimizado. Para la implementación del proyecto se ha realizado un análisis de las tecnologías existentes y se ha seleccionado la más adecuada según los requerimientos del sistema. Partiendo de los objetivos planteados y la justificación del trabajo, se elabora el marco teórico donde se revisan los conceptos inherentes al tema: iluminación, Telegestión y los dispositivos necesarios para el desarrollo del trabajo.</p>	
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0986292338	<b>E-mail:</b> edward.zambrano02@cu.ucsg.edu.ec
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre: Ing. Celso Bayardo Bohórquez Escobar PH. D.</b>	
	<b>Teléfono: 0995147293</b>	
	<b>E-mail: Celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec</b>	
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>		
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>		
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>		
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		