



**Sistema de Alumbrado Público en Pucallpa: Diagnóstico y Propuesta de
Mejoramiento**

**Trabajo de Investigación presentado en satisfacción parcial de los requerimientos
para obtener el grado de Magister en Administración por:**

Miguel Alfredo Cueva Usquiano

Celestino Rojas Gamarra

Programa de Maestría en Administración en Tiempo Parcial Pucallpa I

Pucallpa, 23 de marzo de 2021

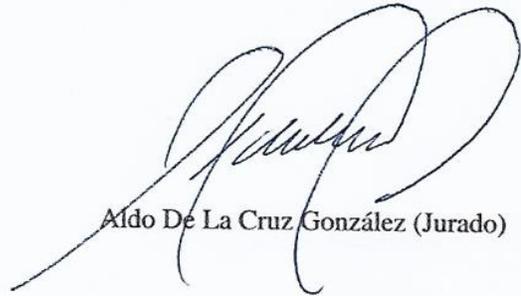
Este trabajo de investigación

Sistema de Alumbrado Público en Pucallpa: Diagnóstico y Propuesta de Mejoramiento

ha sido aprobado



Alfredo Mendiola Cabrera (Jurado)



Aldo De La Cruz González (Jurado)



René Cornejo Díaz (Asesor)

Universidad ESAN

2021

A Dios por estar siempre presente y darme la fe que me sostiene,
mis padres, Eva y Francisco, por su esfuerzo en darme una formación de calidad,
a mi esposa Natalia por impulsarme a estudiar y culminar la maestría,
a mi hija Heydi por haber tomado su tiempo para dedicarlo al logro de esta meta.

Celestino Rojas Gamarra

A Dios, por ser el principio;
A mi esposa Aracelli, por ser mi soporte;
a mis hijos Joaquín y Fátima, por ser mi fundamento;
a mis padres Alfredo y Gloria, por ser siempre mi ejemplo;
a mis hermanas Milagros y Charo, por ser y estar.

Miguel A. Cueva Usquiano

ÍNDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Objetivo General.....	3
1.3. Objetivos Específicos	3
1.4. Alcance, Justificación y Contribución.....	3
1.4.1. Alcance	3
1.4.2. Justificación	4
1.4.3. Contribución	5
1.5. Descripción de la Metodología a Emplear	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Estructura del Mercado Eléctrico	9
2.1.1. Generación	9
2.1.2. Transmisión.....	10
2.1.3. Distribución.....	11
2.1.4. Comercialización	11
2.1.5. Operador del Sistema.....	12
2.2. Valor Agregado de Distribución.....	13
2.2.1. Introducción	13
2.2.2. Definición de VAD.....	14
2.3. El Servicio de Alumbrado Público	15
2.3.1. Concepto de Alumbrado Público.....	15
2.3.2. Conceptos Fotométricos.....	15

2.3.3. Servicio de Alumbrado Público	18
2.3.4. Definición de Lámparas y Luminarias.....	19
2.3.5. Tecnologías de Alumbrado Público.....	20
2.4. Telegestión del Servicio de Alumbrado Público.....	22
2.4.1. Definición de Telegestión.....	22
2.4.2. Elementos principales de un Sistema de Telegestión	22
2.4.3. Sistema de Telegestión de Alumbrado Público	23
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO	
PÚBLICO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.....	24
3.1. Empresa Donde se Desarrollará la Investigación Exploratoria	24
3.1.1. Electro Ucayali S.A.	24
3.1.2. Objeto Social.....	24
3.1.3. Visión.....	24
3.1.4. Misión	24
3.1.5. Valores y Principios	25
3.1.6. Mapa Estratégico de Electro Ucayali S.A. 2017-2021	26
3.1.7. Principales indicadores	27
3.1.8. Inventario de alumbrado público (AP) al 2020.....	27
3.1.9. Encuesta CIER 2020.....	28
3.2. Área de estudio y área de influencia.....	34
3.3. Determinación de las condiciones actuales de iluminación.	34
3.3.1. Información técnica base	34
3.3.2. Toma de Información en campo	36
3.4. Implementación del Proyecto piloto de telegestión de alumbrado público LED con	

tecnología RPMA en la Villa Electro Ucayali S.A.	38
3.4.1. Dispositivos utilizados en el piloto	39
3.4.2. Evaluación de los escenarios de uso para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados en el piloto	40
3.4.3. Conclusión del piloto	40
 CAPÍTULO IV. MARCO LEGAL Y REGULATORIO VIGENTE EN EL PERÚ PARA LA OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.....	 41
4.1. Antecedentes Normativos de la Regulación Eléctrica en el Perú	41
4.2. Regulación del Servicio de Alumbrado Público.....	43
4.2.1. Regulación de la Facturación del servicio de AP	44
4.3. Regulación de los incentivos tarifarios para la ejecución de los Proyectos de Innovación tecnológica y Eficiencia Energética	47
 CAPÍTULO V: EXPERIENCIAS Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL EXTRANJERO Y EN EL PERÚ PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.	 49
5.1 Experiencias y Buenas Prácticas en el Extranjero.....	49
5.1.1. Cleaveland Public Power Bereau of Street Lighting. Proyect Scope: 150 CIMCOM Lighting iSLC-3100-7P NEMA compliant controllers.....	49
5.1.2. Noratex SA, Greece. Proyect Scope: 106 iSLC-4000-7P-PLCC controller and PLCC wireless gateways.....	51
5.2 Experiencias y Buenas Prácticas en el Perú	53
5.2.1. Proyecto de Mejoramiento del Alumbrado Público utilizando tecnología LED en Electronorte S.A. (ENSA).....	53

5.2.2. Proyecto de Mejoramiento del Parque de Alumbrado Público utilizando tecnología LED en Hidrandina S.A.....	57
5.2.3. Entrevistas a profundidad a los Gerentes Generales de las ED	61
CAPÍTULO VI. OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.	63
6.1. Tipo de luminaria para alumbrado público.	63
6.1.1. Lámparas de haluro metálico	63
6.1.2. Lámparas de sodio	63
6.1.3. Luminarias de diodos emisores de luz (LED).....	63
6.2. Diferencia entre iluminación LED y convencional	64
6.2.1. Desarrollo tecnológico	65
6.2.2. Rendimiento luminoso	65
6.2.3. Tiempo de vida útil.	66
6.3. Tecnologías de alumbrado público inteligente.....	67
6.3.1. Alumbrado público con control individual.	67
6.3.2. Alumbrado público con control grupal.	68
6.3.3. Alumbrado público presencial.	68
6.3.4. Alumbrado público con telegestión.	69
6.3.5. Evaluación de las tecnologías de telegestión	70
CAPÍTULO VII. DESARROLLAR Y VALIDAR LA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AP EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.	72
7.1. Precios de alumbrado público a aplicarse en el proceso facturación del II semestre 2020 de Electro Ucayali S.A.	72
7.2. Análisis y Cálculos para las Vías a intervenir	75

7.2.1. Categorización de las Vías.....	75
7.2.2. Determinación de los parámetros técnicos para las vías.....	77
7.2.3. Valores de potencia, luminancia e iluminación de equipos de alumbrado público....	78
7.3. Análisis Cuantitativo	81
7.3.1. Cálculo de la inversión.....	81
7.3.2. Cálculo del retorno de la inversión.	82
7.4. Análisis Cualitativo.....	91
7.4.1. Marco Regulatorio Vigente.....	91
7.4.2. Marco Regulatorio Esperado	91
CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
8.1. Conclusiones	95
8.2. Recomendaciones	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Proyectos de eficiencia energética en AP con mayor potencial</i>	21
Tabla 2: <i>Valores</i>	25
Tabla 3: <i>Principales indicadores 2015 - 2019</i>	27
Tabla 4: <i>Inventario de AP 2020</i>	28
Tabla 5: <i>Resultados del AP encuesta CIER 2016-2020</i>	31
Tabla 6: <i>Lista de Vías a Intervenir y sus características</i>	34
Tabla 7: <i>Tipos de Calzada</i>	35
Tabla 8: <i>Niveles de Luminancia, Iluminancia e Índice de Deslumbramiento</i>	35
Tabla 9: <i>Uniformidad de Luminancia</i>	35
Tabla 10: <i>Uniformidad de iluminancia</i>	35
Tabla 11: <i>Niveles de iluminación actual en cada una de las vías</i>	38
Tabla 12: <i>Implementación de escenarios de uso para el cumplimiento de los objetivos.</i>	40
Tabla 13: <i>Normativa de AP</i>	47
Tabla 14: <i>Distribución de la compra de las luminarias LED</i>	56
Tabla 15: <i>Distribución por Unidad de Negocio (UUNN)</i>	56
Tabla 16: <i>Detalle de la Inversión por UUNN</i>	57
Tabla 17: <i>Detalle de los equipos instalados por HIDRANDINA en vías principales</i>	58
Tabla 18: <i>Detalle de los equipos instalados por HIDRANDINA en Convenio con Municipios</i>	58
Tabla 19: <i>Resumen de las Entrevistas de profundidad.</i>	61
Tabla 20: <i>Rendimiento de las tecnologías de iluminación en alumbrado público</i>	66
Tabla 21: <i>Evaluación de las tecnologías de telegestión.</i>	70

Tabla 22: <i>Cálculo del FTOP</i>	72
Tabla 23: <i>Cálculo del FALP</i>	72
Tabla 24: <i>Factores KALP</i>	73
Tabla 25: <i>Consumo por Rangos</i>	73
Tabla 26: <i>Cálculo del PALP</i>	73
Tabla 27: <i>Importe de Facturación por cliente (S/.)</i>	74
Tabla 28: <i>Simulación del Importe de Facturación por cliente (S/.)</i>	74
Tabla 29: <i>Categorización de vías 1 y 2</i>	76
Tabla 30: <i>Categorización de vías 3 y 4</i>	76
Tabla 31: <i>Categorización de vías 5, 6 y 7</i>	76
Tabla 32: <i>Valores técnicos de las vías y puntos de iluminación</i>	77
Tabla 33: <i>Valores técnicos de luminancia e iluminación para el tipo de vía</i>	77
Tabla 34: <i>Valores técnicos de luminancia e iluminación</i>	79
Tabla 35: <i>Costos de inversión en Telegestión (In House)</i>	81
Tabla 36: <i>Costos de inversión en Telegestión (Nube)</i>	81
Tabla 37: <i>Costos de inversión en Luminarias LED</i>	82
Tabla 38: <i>Valorización del Consumo Anual</i>	82
Tabla 39: <i>Ingresos por Anualidad</i>	82
Tabla 40: <i>Inversiones</i>	83
Tabla 41: <i>OPEX - Costos de operación y mantenimiento</i>	83
Tabla 42: <i>Estado de Resultados Integrales Proyectado</i>	84
Tabla 43: <i>Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión</i>	86

Tabla 44: <i>Estado de Resultados Integrales Proyectado</i>	87
Tabla 45: <i>Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión</i>	89
Tabla 46: <i>Evaluación Económica - Opción 1</i>	90
Tabla 47: <i>Evaluación Económica - Opción 2</i>	90
Tabla 48: <i>Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión con el marco regulatorio vigente</i>	92
Tabla 49: <i>Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión con el marco regulatorio esperado</i>	93
Tabla 50: <i>Evaluación Económica - marco regulatorio vigente</i>	94
Tabla 51: <i>Evaluación Económica - marco regulatorio esperado</i>	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: <i>Metodología por etapas para el desarrollo del Trabajo de Investigación</i>	6
Gráfico2: <i>Cadena de valor del Sistema Eléctrico Pucallpa</i>	12
Gráfico 3: <i>Composición de la Tarifa Eléctrica</i>	13
Gráfico 4: <i>Flujo Luminoso</i>	16
Gráfico 5: <i>Intensidad Luminosa</i>	16
Gráfico 6: <i>Iluminancia</i>	17
Gráfico 7: <i>Medición de iluminancia por el método de grilla</i>	17
Gráfico 8: <i>Luminancia</i>	18
Gráfico 9: <i>Deslumbramiento</i>	18
Gráfico 10: <i>Partes de una luminaria</i>	20
Gráfico 11: <i>Sistema de Telegestión de AP</i>	23
Gráfico 12: <i>Mapa Estratégico de Electro Ucayali S.A. 2017-2021</i>	26
Gráfico 13: <i>Gráfico evolutivo de luminarias de vapor de sodio y LED en Electro Ucayali S.A.</i>	28
Gráfico 14: <i>Índices que mide la encuesta de Satisfacción al Cliente de la CIER.</i>	29
Gráfico 15: <i>Muestra patrón</i>	30
Gráfico 16: <i>Alumbrado Público por Distribuidoras del Perú</i>	31
Gráfico 17: <i>Matriz conjunta de la definición de acciones de mejora</i>	32
Gráfico 18: <i>Satisfacción e impacto de los atributos de AP en la Encuesta de Satisfacción al Cliente 2020 - CIER</i>	33
Gráfico 19: <i>Satisfacción e impacto de los atributos de AP en la Encuesta de Satisfacción al Cliente 2020 - CIER</i>	33

Gráfico 20: <i>Código de colores, rango de niveles de iluminación (lux)</i>	36
Gráfico 21: <i>Niveles de Iluminación en un tramo de la Avenida Sánchez Carrión</i>	37
Gráfico 22: <i>Niveles de Iluminación en un tramo de la Avenida Guillermo Sisley</i>	37
Gráfico 23: <i>Proyecto piloto con tecnología RPMA</i>	39
Gráfico 24: <i>Antes y Después de la Av. Victor Raúl Haya de la Torre en Chiclayo</i>	55
Gráfico 25: <i>Iluminación de la Plaza de Armas de Trujillo</i>	60
Gráfico 26: <i>Tipo de lámparas o luminarias para alumbrado público</i>	64
Gráfico 27: <i>Evolución de tecnologías de alumbrado</i>	65
Gráfico 28: <i>Vida útil según las tecnologías de iluminación en alumbrado público</i>	66
Gráfico 29: <i>Driver con control individual</i>	67
Gráfico 30: <i>Driver instalado en la luminaria</i>	67
Gráfico 31: <i>Control grupal de luminarias</i>	68
Gráfico 32: <i>Tipos de controladores grupales</i>	68
Gráfico 33: <i>Funcionamiento del alumbrado público presencial</i>	69
Gráfico 34: <i>Datos de Categorización de Vías</i>	75

Miguel Alfredo Cueva Usquiano

Abogado por la Pontificia Universidad Católica del Perú, con estudios concluidos de Maestría en Administración MBA por la Universidad ESAN, con especialización en Asociaciones Público Privadas por la CAF y Finanzas y Derecho Corporativo por la Universidad ESAN, Miembro del Colegio de Abogados de Lima, Miembro del Consejo Directivo del Comité Peruano de la CIER – Comité de Integración Energética Regional, con amplia experiencia en gestión legal, comercial y regulatoria en el sector eléctrico peruano.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

ELECTRO UCAYALI S.A.

Empresa concesionaria de distribución del servicio público de electricidad en el departamento de Ucayali.

Gerente Comercial

diciembre 2019 - actualidad

Responsable de la gestión comercial de la empresa, orientada a la implementación de estrategias de mejora de los índices de recaudación y manejo de crisis.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS

Organismo central y rector de los sectores Energía y Minas y forma parte integrante del Poder Ejecutivo.

Asesor DGE

mayo 2019 – noviembre 2019

Integré el equipo de trabajo para la creación e instalación de la Comisión de Reforma del Sector Eléctrico peruano - CRSE.

ELECTRO UCAYALI S.A.

Empresa concesionaria de distribución del servicio público de electricidad en el departamento de Ucayali.

Gerente Comercial

febrero 2017 – abril 2019

Responsable de la gestión comercial de la empresa, implementando estrategias de calidad de servicio, obteniendo resultados positivos en los índices de satisfacción de los usuarios del servicio eléctrico.

Celestino Rojas Gamarra

Ingeniero de Sistemas e Informática, con 13 años de experiencia en empresas de distribución eléctrica. Con destreza para liderar equipos de alto rendimiento y contribuir a la mejora continua de los procesos. Proactivo, confiable, comunicativo, diligente, analítico, innovador, responsable y honesto. Con altos valores éticos, alta orientación a resultados y contribución al crecimiento del negocio.

EXPERIENCIA PROFESIONAL

ELECTRO UCAYALI S.A.

Especialista en Evaluación de Gestión

Agosto 2020-actualidad
Julio 2018-diciembre 2019
Diciembre 2013- setiembre 2015

Responsable del Planeamiento y evaluación de la gestión de las diferentes Gerencias de línea. Uniformización, supervisión y control del manejo de datos e información estadística de las actividades de generación, distribución y comercialización de energía, abarcando el área de influencia de la empresa para mantener una base de datos con diversos fines de evaluación.

Jefe de la Oficina de Gestión Empresarial (e)

Diciembre 2019- Agosto 2020
Setiembre 2015- julio 2018

Responsable del planeamiento y evaluación de la gestión operativa y proyectos de inversión. Asimismo, gestión y control de las áreas de TIC y de seguridad y medio ambiente.

Analista de Planeamiento

Diciembre 2009- diciembre 2013

Planeamiento, programación, coordinación y control de los estudios y obras eléctricas, en el corto, mediano y largo plazo, acorde a las políticas y estrategias aprobadas por la Alta Dirección y los lineamientos generales del Ministerio de Energía y Minas y el Sistema Nacional de la Inversión Pública para asegurar la expansión de los sistemas eléctricos en forma eficiente, efectiva y eficaz, incluyendo el desarrollo de proyectos de fuentes de generación no convencionales.

Servicio de diagnóstico, implementación, supervisión, soporte y capacitación de software de Electro Ucayali S.A. Diciembre 2008 - diciembre 2009

Administrar la implementación del Sistema Integrado de Administración y Finanzas de Electro Ucayali S.A. (SIAF-EU) y realizar mejoras en funcionalidad en coordinación con las áreas.

Soporte técnico Octubre 2004 - Marzo 2005

Responsable del mantenimiento y soporte técnico en software y hardware.

MCSOFT S.R.L.

Jefe de Proyectos Noviembre 2007 - agosto 2008

Responsable del equipo de desarrollo de sistemas informáticos a medida.

INFORSISTEM S.A.C.

Jefe de Proyectos Mayo 2005- Noviembre 2006

Responsable del equipo de desarrollo de sistemas informáticos a medida para organizar y controlar tareas, recursos y reglas (Workflow).

FORMACIÓN ACADÉMICA

ESTUDIOS CONCLUIDOS EN MAESTRÍA EN GESTIÓN PÚBLICA 2018-2020
Universidad San Martín de Porres

ESTUDIOS CONCLUIDOS EN MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS (MBA) 2014-2017
Universidad ESAN

ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SUBSECTOR ELECTRICIDAD 2013
CARELEC – Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA)

INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA 1998-2003
Universidad de Huánuco

OTROS ESTUDIOS

Manejo de paquetes ofimáticos, nivel avanzado.

Manejo de paquetes de proyectos MS Project, nivel Intermedio.

RESUMEN EJECUTIVO

Grado: Magíster en Administración

Título del Trabajo de Investigación: Sistema de Alumbrado Público en Pucallpa: Diagnóstico y Propuesta de Mejoramiento.

Autores: Miguel Alfredo Cueva Usquiano
Celestino Rojas Gamarra

Resumen:

El suministro de electricidad en el Perú es un servicio público regulado, cuya tarifa remunera, entre otras actividades, la prestación del servicio de alumbrado público (AP), definido en el presente trabajo de investigación como el alumbrado de vías, parques y jardines a cargo de las empresas concesionarias de distribución de energía eléctrica (ED).

En los últimos años, se han producido desarrollos tecnológicos sustanciales orientados a la eficiencia energética en la prestación del servicio de AP, relacionada con el menor consumo de energía eléctrica en favor de los usuarios del servicio; el ahorro de los costos de operación y mantenimiento en favor de las ED y la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero en favor del medio ambiente.

El presente trabajo, tiene como objetivo principal realizar un diagnóstico del servicio de AP que brinda Electro Ucayali S.A. (ELUC) en la ciudad de Pucallpa; y, a partir de una investigación exploratoria, presentar una propuesta de mejoramiento del servicio de AP a cargo de ELUC, teniendo como principales incentivos la mejora de la percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios y la reducción de los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica destinada al servicio de AP.

A partir del desarrollo de la presente investigación, se advierte que la principal limitación para el análisis de la propuesta está constituida por los costos de inversión en estas nuevas tecnologías, que no van acorde con los denominados costos eficientes regulados por el Osinergmin en la fijación del Valor Agregado de Distribución (VAD) vigente, debido a que en nuestro país, la tendencia regulatoria para la fijación del precio de la energía se basa en un modelo costos eficientes como sinónimo de costos más bajos para el desarrollo de la actividad, con particular incidencia en la regulación de la actividad de distribución.

El desarrollo normativo y regulatorio en el Perú no ha acompañado al avance tecnológico en la actividad de distribución de energía eléctrica; habiéndose regulado el reconocimiento de un cargo adicional al VAD por eficiencia energética e innovación tecnológica para desarrollar proyectos piloto destinados a probar estas nuevas tecnologías. Dicho reconocimiento tarifario permite implementar proyectos de menor escala para la telegestión del AP, con el objetivo de probar nuevas tecnologías destinadas a mejorar la eficiencia operativa en la prestación del servicio.

Con relación a este cargo adicional por eficiencia energética e innovación tecnológica reconocidos en el VAD vigente, la eficiencia energética y tecnológica de las luminarias LED y de los sistemas de telegestión no deberían someterse a un proyecto piloto porque son tecnologías conocidas en otros países, bastaría un benchmarking de dichas experiencias, para que el ente regulador reconozca dicha inversión como parte de los sistemas de distribución que administran las ED.

Como parte de las buenas prácticas en gestión del AP realizadas en el extranjero, se han analizado dos casos de éxito (USA y Grecia), en los que las entidades a cargo del servicio de AP -a diferencia de lo que ocurre en el Perú- son los Municipios, organismos que cuentan con los incentivos necesarios para realizar esta inversión como correlato de la eficiencia (ahorro) en el consumo de energía eléctrica.

Sin embargo, las experiencias nacionales, a pesar de no contar con un marco regulatorio que reconozca la inversión en nuevas tecnologías, se ha valido de los cargos adicionales al VAD aprobados en el proceso regulatorio vigente para implementar proyectos pilotos de luminarias LED con gestión remota, mitigando el riesgo de incurrir en sobrecostos, con la suscripción de convenios con las Municipalidades de las localidades beneficiadas.

Para realizar la propuesta tecnológica de mejora, se ha realizado un diagnóstico del sistema de alumbrado público de Pucallpa y del índice de satisfacción de los usuarios del servicio a partir de la encuesta anual realizada por la CIER¹ a nivel Latinoamérica y el Caribe, con la finalidad de corroborar la necesidad de mejorar la percepción que tiene los usuarios del servicio de AP que brinda ELUC.

Otro elemento fundamental de la investigación realizada se basa en la información obtenida de las Entrevistas a profundidad realizadas a tres (03) Gerentes Generales de las empresas distribuidoras más representativas en el Perú, a fin de poder determinar un común denominador en la problemática del servicio de AP como consecuencia de la ausencia de incentivos para la inversión en nuevas tecnologías y conocer de fuente directa las acciones que se vienen implementando en el corto plazo para la mejora del servicio de AP.

Realizado el diagnóstico del servicio de AP en Pucallpa y siendo dicha actividad regulada por el Estado peruano, Electro Ucayali ha realizado un análisis del marco normativo y regulatorio vigente, desde la perspectiva de la facturación y de la fiscalización del servicio de AP, a fin de establecer el mecanismo idóneo que le permita a ELUC implementar un proyecto de mejora del servicio de AP con el menor riesgo posible de incurrir en sobrecostos.

Evaluada las distintas alternativas tecnológicas de iluminación y de gestión remota del servicio de AP, el trabajo de investigación propone la implementación de un proyecto de mejora del AP en las vías más concurridas de los principales distritos de la ciudad de Pucallpa (Callería y Yarinacocha), a través de la instalación de luminarias con tecnología LED y controladores de telegestión de dichas luminarias, teniendo como premisa el margen de contribución generado por el reconocimiento tarifario del cargo adicional por innovación tecnológica y eficiencia energética para ELUC, y de la inversión realizada por dicha empresa en el servicio de AP como parte del Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) y en tecnologías que acompañan otros proyectos, como el de Sistema de Medición Inteligente (SMI).

¹ Comisión de Integración Energética Regional.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del Problema

El servicio de alumbrado público en el Perú se encuentra en un crucial punto de inflexión como consecuencia de dos aspectos críticos: el primero de ellos determinado por el desarrollo acelerado y permanente de las nuevas tecnologías en AP, orientadas a la eficiencia energética; y el segundo por la evolución del perfil del usuario del servicio eléctrico, cada vez más demandante de un servicio de calidad, en sintonía con el desarrollo de estas nuevas tecnologías de las que exige beneficiarse.

Este avance acelerado de la tecnología en AP no ha sido acompañado por un desarrollo normativo que permita a las empresas distribuidoras a cargo del servicio de alumbrado público realizar una sustitución integral de sus luminarias e implementar nuevas tecnologías, con el objetivo de introducir una importante mejora en la calidad del servicio; y a su vez, reducir los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones, debido a que el régimen tarifario vigente no reconoce dicha inversión. Si bien es cierto, el VAD vigente, reconoce en la mayoría de las ED un cargo adicional por innovación tecnológica y eficiencia energética destinado a desarrollar proyectos piloto de telegestión de AP, la inversión reconocida obliga a focalizar los proyectos en áreas estratégicas que permitan mejorar la calidad del servicio y la eficiencia operativa de las ED.

Existe un común denominador en la gestión comercial de las ED en el Perú -la cual se ha visto fortalecida en la coyuntura actual generada por la propagación del coronavirus y las medidas de restricción sanitaria dictadas por el gobierno- que consiste en un constante y creciente uso de nuevas tecnologías para la implementación de estrategias orientadas a la mejora de la calidad en la atención a los usuarios finales del servicio, quienes a su vez demandan una mejora en la calidad del servicio de alumbrado público, cuyas deficiencias son más perceptibles en las zonas de concesión ubicadas en las provincias alejadas de la ciudad.

Electro Ucayali S.A., como empresa prestadora del servicio de electricidad y responsable del servicio de AP en la región Ucayali, no es ajena a este cambio de viro de timón y desde el año 2015, la gestión comercial se ha focalizado en la mejora de la calidad del servicio que brinda la empresa, siendo uno de sus principales atributos el servicio de AP.

El presente trabajo de investigación pretende contribuir con este objetivo, realizando un diagnóstico del servicio de alumbrado público para delimitar la problemática actual que nos permita presentar una alternativa de mejora del servicio de AP viable en el ámbito de la ciudad de Pucallpa, que le permita a ELUC registrar mejores índices de satisfacción de los usuarios del servicio y mejorar la eficiencia energética y operativa de la infraestructura destinada a la prestación del servicio de AP.

Para ello resulta importante realizar una evaluación y diagnóstico, del estado de la infraestructura de AP en Pucallpa y la compatibilidad de dicha infraestructura con las tecnologías existentes, dado que se han identificado experiencias en las que las eficiencias esperadas de la tecnología no se concretaron debido a que resultaron ser incompatibles con la infraestructura existente.

Resulta de especial relevancia, realizar el estudio de los casos de éxito a través de las experiencias nacionales e internacionales en la modernización de los Sistemas de AP, con el objetivo de incorporar en el modelo propuesto la transferencia de lecciones aprendidas aplicables al caso concreto.

Finalmente, el modelo propuesto será validado como la mejor alternativa para la modernización del AP en la ciudad de Pucallpa, a través de evaluaciones técnicas, económicas y financieras, que nos permita determinar la viabilidad de la inversión, y que ésta a su vez sea aplicada al componente de innovación tecnológica y eficiencia energética reconocido en la tarifa vigente.

1.2.Objetivo General

Realizar un trabajo de investigación sobre la situación actual del Sistema de AP en la ciudad de Pucallpa para desarrollar una propuesta tecnológica orientada a la mejora de la calidad y la eficiencia operativa del servicio de AP que brinda ELUC en la ciudad de Pucallpa.

1.3.Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico del sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa.
- Revisar y analizar el marco legal y regulatorio vigente en el Perú para la operatividad del sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa.
- Recopilar y analizar las experiencias y buenas prácticas en otros países para el mejoramiento de los sistemas de alumbrado público.
- Identificar y analizar las experiencias y buenas prácticas en el ámbito nacional para el mejoramiento de los sistemas de alumbrado público en el Perú.
- Conocer de fuente directa la problemática de las ED en la prestación del servicio de AP y las acciones que se vienen implementando para la mejora del servicio.
- Evaluar las distintas opciones tecnológicas para mejorar el sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa.
- Desarrollar una propuesta para el mejoramiento del sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa.

1.4.Alcance, Justificación y Contribución

1.4.1. Alcance

El alcance del presente trabajo comprende un diagnóstico del sistema de alumbrado público (AP) en la ciudad de Pucallpa y del marco regulatorio que rige dicha actividad, con el objetivo de plantear una alternativa viable para optimizar los estándares de calidad del AP en zonas de mayor densidad, que contemple la implementación de un sistema de alumbrado público moderno bajo criterios de innovación tecnológica, eficiencia energética, que permita sustituir las unidades de

alumbrado público existentes en las calles y avenidas principales de la ciudad de Pucallpa acompañados de un sistema de gestión remota.

El alcance geográfico está delimitado por la concesión de distribución de ELUC ubicada en la ciudad de Pucallpa, distritos de Callería y Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

1.4.2. Justificación

El servicio público de electricidad incluye el servicio de alumbrado que actualmente se brinda con una tecnología cuyo rendimiento energético ha sido superado por nuevas tecnologías.

Conforme al marco legal vigente, el servicio de alumbrado público está normado por la “Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento”, en cuanto a la prestación y los aspectos de facturación; en tanto que por el lado técnico y de calidad se tienen las siguientes normas: la “Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico (NTCSE)”, la “Norma Técnica DGE (Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión De Distribución)” y el Procedimiento de Supervisión de la Operatividad del Servicio de Alumbrado Público” a cargo de OSINERGMIN, entre otras.

El servicio de alumbrado público gestionado por Electro Ucayali S.A., cuenta con un parque de alumbrado dentro de su zona de concesión de 27,811 UAP (unidades de alumbrado público), de los cuales el 77.3% se concentra en la ciudad de Pucallpa, que cuenta con un total de 21,508 UAP.

Las limitaciones de las empresas estatales para acceder al financiamiento a largo plazo y la incipiente regulación de la distribución de electricidad con relación al desarrollo tecnológico de la actividad, no vienen generando los incentivos necesarios para desarrollar proyectos de mejora integral del servicio de alumbrado público que brinda Electro Ucayali S.A., orientados a superar los problemas de calidad y cobertura en su zona de concesión que inciden en el grado de satisfacción del cliente y en la falta de seguridad en la ciudad y optimizar los costos de operación y mantenimiento de las unidades de alumbrado público (UAP) existentes.

Sin embargo, habiendo obtenido el reconocimiento tarifario en el proceso de fijación del VAD vigente, el presente trabajo de investigación plantea una alternativa de mejora en el sistema de alumbrado público en las principales vías de Pucallpa, que permita en el mediano plazo obtener

resultados positivos en la mejora de la calidad del servicio y en el largo plazo, superar las limitaciones señaladas en el párrafo precedente.

1.4.3. Contribución

El presente trabajo busca plantear una alternativa en la prestación del servicio de alumbrado público en las calles y avenidas de mayor densidad en la ciudad de Pucallpa, orientada a la mejora de los estándares de calidad y de los índices de satisfacción de los usuarios del servicio de AP, la disminución de pérdidas técnicas en AP, mejor cobertura del servicio en las principales calles y avenidas de la ciudad de Pucallpa, ligado directamente a la seguridad pública de los usuarios y al uso eficiente de la energía eléctrica.

1.5. Descripción de la Metodología a Emplear

La metodología del trabajo de investigación a desarrollar, corresponde a una Investigación Exploratoria, a partir del análisis de fuentes estadísticas, pilotos y entrevistas, que nos permita delimitar la problemática del servicio de AP que brindan las ED bajo el ámbito de FONAFE en general y ELUC en particular como parte del diagnóstico, desarrollando una propuesta de mejora tecnológica dentro del marco normativo y regulatorio vigente, sin que ésta signifique una solución concluyente a la problemática identificada.

En el siguiente gráfico se detalla la metodología por etapas para el desarrollo del trabajo de investigación:

Gráfico 1

Metodología por etapas para el desarrollo del Trabajo de Investigación



Fuente: Autores

La descripción metodológica por etapas se desarrollará como a continuación se describe:

- Para realizar el diagnóstico actual del sistema de alumbrado público se realizarán las siguientes actividades:
 - Análisis de la encuesta CIER 2020 a nivel de los usuarios residenciales del servicio que nos permita determinar el grado de satisfacción del cliente con el servicio de AP que brinda ELUC y benchmarking con otras empresas del sector.
 - Evaluación del parque de AP de ELUC y de las limitaciones técnicas que no contribuyen a la mejora de la calidad y eficiencia del servicio de AP.
 - Identificar las calles y avenidas de mayor densidad en la ciudad de Pucallpa para la implementación de la solución tecnológica.
- Para la revisión y análisis del marco legal y regulatorio vigente en el Perú, se realizará un análisis legal de las normas que regulan el sector eléctrico, con incidencia en la prestación del servicio de alumbrado público y en la normativa para el reconocimiento de proyectos pilotos de innovación tecnológica y eficiencia energética.
- Para recopilar y analizar las experiencias en otros países, se priorizará aquellas experiencias de éxito, a fin de poder determinar las mejores prácticas.
- Para identificar y analizar las experiencias y buenas prácticas en el ámbito nacional, se recurrirá a las ED que hayan desarrollado o implementado proyectos de mejora, habiendo priorizado aquellas empresas bajo el ámbito de FONAFE, debido a la similitud en las normas que rigen su actividad.²
- Para evaluar las distintas opciones tecnológicas para la mejora del sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa, se realizará una evaluación de las alternativas existentes en el mercado, considerando el aprovechamiento de la inversión realizada por ELUC en otros proyectos de innovación tecnológica y las experiencias nacionales e internacionales señaladas en los numerales precedentes.

² De las 14 empresas distribuidoras en el país, Electro Dunas, Luz del Sur y Enel Distribución son empresas de capital privado que cuentan con un régimen de financiamiento, formulación de proyectos y contratación de bienes y servicio distinto al de las ED bajo el ámbito de FONAFE.

- Para desarrollar y validar la propuesta para el mejoramiento del sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa se planteará la mejor alternativa que conlleve a seleccionar aquella que sea más eficiente para el reconocimiento de los costos de inversión en la tarifa eléctrica como proyecto de innovación tecnológica.
- Para estructurar y evaluar la propuesta, se realizarán los análisis de presupuesto, financiamiento, rentabilidad y condiciones contractuales necesarias que permitan determinar el esquema a desarrollar.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Estructura del Mercado Eléctrico

El marco teórico del presente trabajo de investigación tiene como objetivo delimitar los conceptos involucrados en la propuesta de mejora del servicio de alumbrado público para la ciudad de Pucallpa, partiendo de la ubicación de este servicio dentro de la cadena de valor del servicio público de electricidad; en ese sentido vamos a partir con la explicación de cada una de las actividades tradicionales que forman parte de la cadena de Suministro de Electricidad, las que se detallan en el gráfico 2.

2.1.1. Generación

Es la actividad que representa entre el 30% y el 50% del costo total del suministro de electricidad a los usuarios finales del servicio y se encarga de transformar las fuentes de energía primaria³ en electricidad a través de métodos -como la inducción electromagnética- que requieren de diversas fuerzas, como la originada directamente por la ignición⁴ de un combustible (como el diésel o el gas natural); por la combustión del vapor; por la caída del agua en el caso de las centrales hidroeléctricas; o a través de una fuente no convencional, como la luz solar, el viento o la biomasa, entre otras.

El sistema eléctrico debe contar con suficiente capacidad para atender la máxima demanda, sin interesar que ésta sea utilizada en su totalidad durante otros periodos del año, razón por la cual la planificación de las inversiones en generación debe tomar en cuenta la curva de carga del sistema, que no es otra cosa que la sucesión de valores de demanda en un intervalo de tiempo, siendo su representación gráfica el perfil de carga del sistema.

En el Perú el mercado de generación de electricidad es libre y cuenta con mínimas barreras de entrada que tienen que ver con la obtención de los títulos habilitantes (técnicos y ambientales) necesarios para el desarrollo de dicha actividad.

³ “La energía primaria es toda aquella energía extraída de la naturaleza y que no ha sufrido algún tipo de transformación o conversión que no sea la separación o limpieza, mientras que la energía secundaria se obtiene a partir de la energía primaria empleando algún tipo de proceso de transformación o conversión. (Bhattacharyya, 2011)”

⁴ Sinónimo de combustión o incandescencia. (Definiciones de Oxford Languages)

Para el caso del Sistema Eléctrico Pucallpa, la actividad de generación representa el 47.73 % del precio de la energía destinada al servicio público de electricidad, cuya tarifa es regulada por el OSINERGMIN.

2.1.2. Transmisión

Es la actividad física que representa entre el 5% y el 15% del costo total de la electricidad, cuyas instalaciones conforman un sistema (Sistema de Trasmisión) integrado por un conjunto de redes (cables de acero, aluminio y cobre en menor escala), torres, postes y transformadores, que conforman una infraestructura destinada al transporte de la electricidad desde los centro de producción (Centrales de Generación) hasta los centros de distribución o consumo final, a los niveles adecuados de tensión.

A diferencia de las redes destinadas a otros negocios, tales como los ferrocarriles o las telecomunicaciones, el sistema de transmisión de electricidad no se interrumpe. Es un sistema en el que la energía eléctrica fluye de forma libre como corriente continua o directa (DC) y alterna (AC)⁵.

En el Perú la actividad de transmisión se encuentra regulada por su condición de monopolio natural⁶, además de las barreras de entrada que tienen que ver con la obtención de los títulos habilitantes (técnicos y ambientales) necesarios para el desarrollo de dicha actividad.

Para el caso del Sistema Eléctrico Pucallpa, la actividad de transmisión (principal y complementaria) representa el 26.54 % del precio de la energía destinada al servicio público de electricidad, cuya tarifa es regulada por el OSINERGMIN. Dicho porcentaje supera los costos reales destinados a la operación de la actividad física o Transmisión propiamente dicha, como consecuencia de la inclusión de cargos adicionales regulados que se incluye en el peaje de transmisión y no guardan relación alguna con los costos asociados a dicha actividad.

⁵ De acuerdo a la leyes de Kirchoff y de Ohm (Dammert, García y Molinelli, 2013).

⁶ “La transmisión eléctrica registra características de monopolio natural debido a que presenta importantes economías de escala en el diseño de sus instalaciones con respecto a la capacidad de las líneas. En tal sentido, el costo medio de transportar electricidad por kilómetro cuadrado de red instalada se reducirá a medida que se incremente la capacidad de transmisión de la red. Las economías de escala se deben a la presencia de importantes costos fijos y a los fuertes aumentos de capacidad derivados de los cambios en el voltaje. (Osinergmin, 2016).”

2.1.3. Distribución

Esta actividad representa del 30 al 50% del costo real de la energía suministrada en condiciones de servicio público. La distribución se integra como el último eslabón de la cadena de actividades físicas del servicio eléctrico y, a diferencia de la Transmisión, transporta la electricidad a los usuarios finales del servicio (residenciales y no residenciales) a través de redes de media y baja tensión.

En efecto, “las instalaciones de un sistema de distribución comprenden líneas y redes primarias en media tensión (MT), subestaciones de distribución (SED), redes de distribución secundaria (BT) y el servicio particular e instalaciones de alumbrado público (AP)”. (Osinermin, 2016)

Al igual que la Transmisión, en el Perú la actividad de distribución se encuentra regulada por su condición de monopolio natural, además de las barreras de entrada que tienen que ver con la obtención de los títulos habilitantes (técnicos y ambientales) necesarios para el desarrollo de dicha actividad.

Para el caso del Sistema Eléctrico Pucallpa, la actividad de distribución representa el 25.73 % del precio de la energía destinada al servicio público de electricidad, cuya tarifa es regulada por el OSINERGMIN, incluyendo dentro de los cargos regulados el correspondiente al Servicio de AP.

2.1.4. Comercialización

La actividad de comercialización constituye una actividad complementaria a las actividades físicas descritas en los numerales precedentes.

Tal como lo define el Osinermin, “la comercialización consiste en la entrega de electricidad desde la generación hasta el usuario final y se divide en comercialización mayorista (entre generadores y distribuidores) y minorista (con los usuarios regulados del servicio)”.

“La comercialización, al igual que la de generación eléctrica, presenta la característica de ser un mercado potencialmente competitivo, lo que permitiría la entrada de una gran cantidad de operadores en el mercado. Sin embargo, es importante señalar que en el Perú la actividad de la comercialización minorista se encuentra, a la fecha, integrada al segmento de distribución eléctrica”. (Osinermin, 2016)

2.1.5. Operador del Sistema

Las actividades antes descritas (a excepción de la distribución y la comercialización) se encuentran normadas en el Perú bajo un esquema de desintegración vertical, es decir, la legislación vigente ha considerado necesario, que las empresas concesionarias se ocupen únicamente de una de las actividades de la cadena de suministro de energía, dejando a otras empresas operadoras la realización de las actividades complementarias.

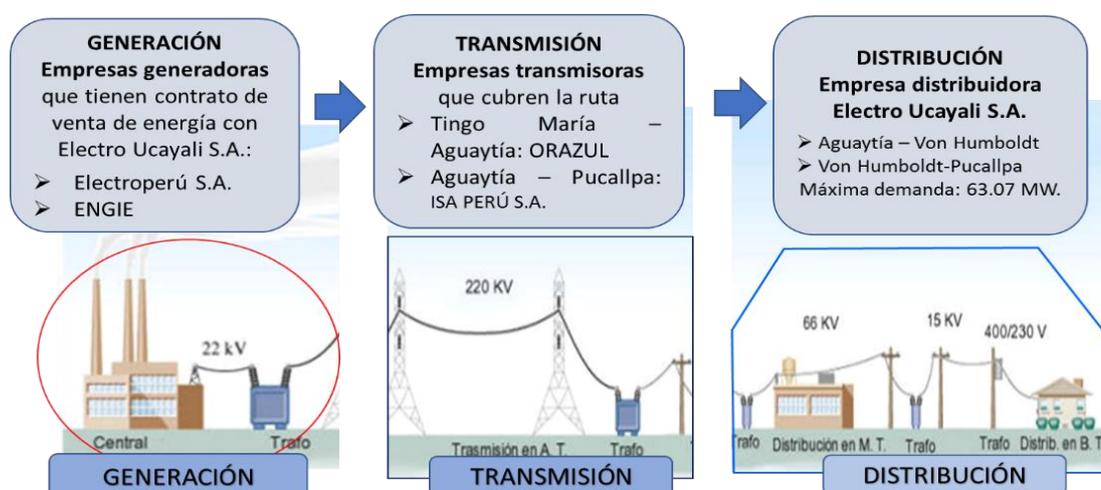
Sin embargo, dicha postura dentro de una industria de redes, como lo es el negocio eléctrico, impone grandes desafíos por la fuerte interdependencia que existe entre sus actividades. Con la finalidad de regular los niveles de tensión y frecuencia como producto del balance entre la energía que ingresa y la energía que se retira del Sistema, se requiere de la presencia de un ente Coordinador del Sistema.

“En un mercado verticalmente desintegrado y dada las interrelaciones propias de las redes eléctricas, hacen necesaria la creación de un ente intermediario, que se encargue de coordinar el sistema para facilitar las transacciones entre los distintos generadores eléctricos y la demanda (Hogan, 1996)”.

En el Perú, el “Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES)”, es el ente encargado de coordinar las transacciones entre los agentes que participan en el Sistema, con la finalidad de garantizar la eficiencia y confiabilidad del servicio.

Gráfico2:

Cadena de valor del Sistema Eléctrico Pucallpa



Fuente: Gerencia Comercial ELUC

2.2. Valor Agregado de Distribución

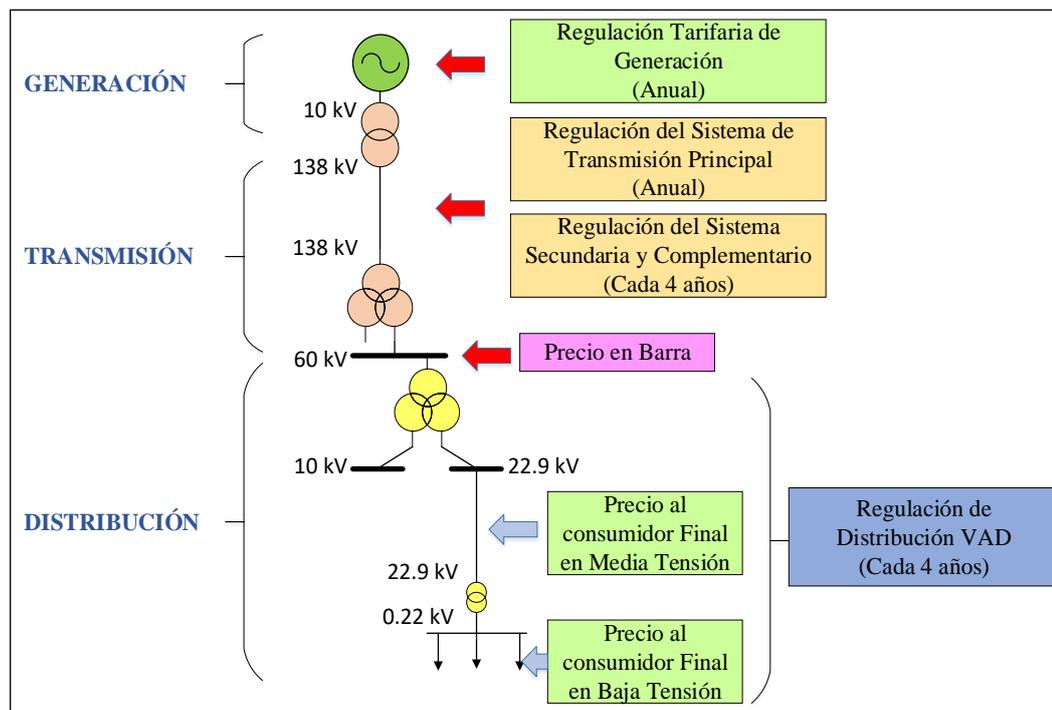
2.2.1. Introducción

En el Perú, el servicio público de electricidad, se encuentra regulado bajo un criterio de eficiencia, para cubrir los costos de generación, transmisión y distribución de la energía y la potencia asociada.

Cada una de las actividades que comprenden la cadena de valor del servicio público de electricidad, son remuneradas en el precio que paga el usuario final del servicio, que se determina a través de procesos de fijación tarifaria supervisados y aprobados por el OSIENRGMIN, tal como se detalla en la siguiente gráfica.

Gráfico 3:

Composición de la Tarifa Eléctrica



Fuente: Gerencia Comercial ELUC

En el presente trabajo de investigación desarrollaremos el concepto de Valor Agregado de Distribución (VAD), por ser costo regulado que remunera el servicio de alumbrado público que llevan a cabo las ED.

2.2.2. Definición de VAD

El actual Viceministro de Hidrocarburos, Victor Murillo Huamán, en el trabajo de su autoría denominado “Análisis del Impacto de la Fiscalización realizada por la Autoridad Regulatoria a la calidad del servicio de Alumbrado Público” (2007) define el VAD como “el valor que refleja el costo por unidad de potencia necesaria para poner a disposición del usuario la energía eléctrica, desde su ingresos al sistema de distribución que opera la ED, hasta el punto de empalme de la acometida del usuario final del servicio”.

“Los costos de inversión en infraestructura eléctrica necesaria para brindar el servicio público de electricidad, que incluye el servicio de AP, son remunerados por el VAD incorporando el pago de la anualidad del Valor Nuevo de Reemplazo” (VNR)⁷ “de las instalaciones eléctricas y no eléctricas bajo el principio de un Sistema Económicamente Adaptado” (SEA)⁸, “propio de una empresa modelo eficiente, considerando una vida útil de la infraestructura de treinta años y la tasa de actualización de 12% normada en la LCE”.

Asimismo, el principio del SEA o también denominado “red óptima” es utilizado “para fijar los costos óptimos de operación y mantenimiento que cubren los costos de explotación técnica y comercial de la empresa modelo eficiente, incluidos los costos indirectos”.

De acuerdo a lo señalado en los párrafos precedentes, el cálculo del VAD se resume en la siguiente fórmula:

$$VAD = \frac{@VNR + COyM}{MD}$$

Dónde:

- VAD: Valor Agregado de Distribución.
- @VNR: Anualidad del Valor Nuevo de Reemplazo.
- COyM: Costos de Operación y Mantenimiento.
- MD: Máxima demanda de potencia

⁷ “El Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) es el costo actual de adquisición de nuevas instalaciones y equipos que permitan ofrecer un servicio idéntico al proporcionado por las instalaciones existentes pero utilizando la última tecnología y buscando el mínimo costo. (Dammert, García y Molinelli, 2013)”

⁸ “El Sistema Económicamente Adaptado es un sistema eléctrico en el que existe correspondencia de equilibrio entre la oferta y la demanda de energía , que procura el menor costo para cumplir con los estándares de calidad del servicio, incluido el servicio de AP. (Murillo, 2007)”

Los costos de inversión, operación y mantenimiento se reconocen en el VAD de media (VADMT) y baja tensión (VADBT), siendo reconocidos los costos relativos al AP en el VADBT.

Los componentes del VAD serán definidos en la revisión del marco normativo y regulatorio del presente trabajo de investigación.

En el proceso regulatorio vigente del VAD (2019 – 2023) se incorporaron cargos adicionales a la remuneración de la distribución como incentivos a las ED para la inversión en proyectos de innovación tecnológica y eficiencia energética relacionados con el desarrollo de la actividad.

Para el caso de ELUC, el reconocimiento de estos cargos adicionales en la tarifa vigente contribuye a la viabilidad de la propuesta de mejora del servicio de AP que se plantea en el presente trabajo de investigación, y serán analizados de manera puntual en el análisis normativo y regulatorio.

2.3. El Servicio de Alumbrado Público

2.3.1. Concepto de Alumbrado Público.

“La Comisión Nacional para el uso eficiente la energía, define el alumbrado público (AP) como un servicio público que consiste en proveer la iluminación mínima necesaria en los espacios públicos y vías, de forma que se garantice la seguridad de los peatones y vehículos.”

2.3.2. Conceptos Fotométricos

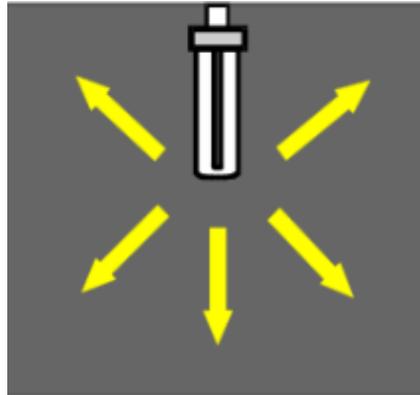
a) Flujo Luminoso

El Manual de iluminación eficiente define el flujo luminoso como el flujo radiante emitido por una fuente luminosa, el mismo que se encuentra dentro de un rango de luz visible para el ojo humano. (Gráfico 4)

La unidad de medida del Flujo luminoso es el lumen (lm)

Gráfico 4:

Flujo Luminoso



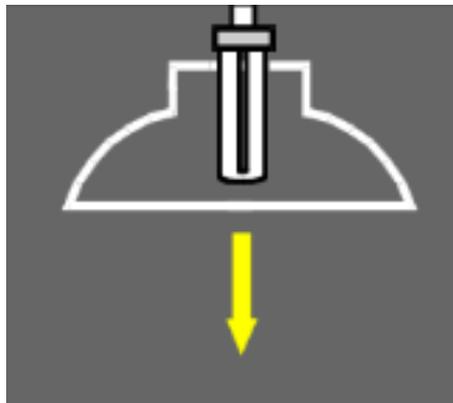
Fuente: “Manual de iluminación eficiente” (2016)

b) Intensidad Luminosa

Para el “Manual de iluminación eficiente la intensidad luminosa es el flujo luminoso registrado en una dirección determinada (Gráfico 5). Su unidad de medida es la candela (cd).”

Gráfico 5:

Intensidad Luminosa



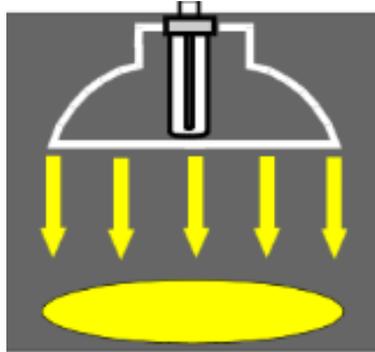
Fuente: “Manual de iluminación eficiente” (2016)

c) Iluminancia

Para el “Manual de iluminación eficiente la iluminancia es el registro del flujo luminoso sobre una superficie definida (Gráfico 6). Su unidad de medida es lux (lm/m²).”

Gráfico 6:

Iluminancia



Fuente: “Manual de iluminación eficiente” (2016)

En el gráfico 7 se muestra un ejemplo de la medición de la iluminancia a través del “método de grilla”, el cual consiste en medir la iluminancia en distintos puntos, simétricamente divididos, sobre una superficie determinada. El equipo para realizar las mediciones es el Luxómetro.

Gráfico 7:

Medición de iluminancia por el método de grilla

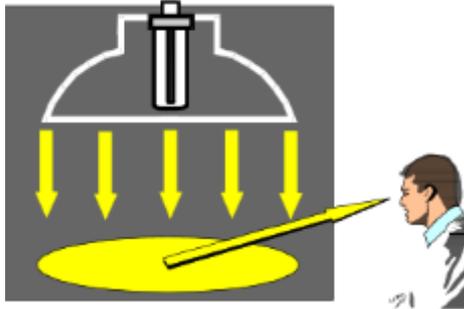


Fuente: Philips

d) Luminancia

Para el “Manual de iluminación eficiente la luminancia es la intensidad luminosa reflejada sobre una superficie en dirección al ojo del observador (Gráfico 8). Su unidad de medida es la candela por metro cuadrado (cd/m²).”

Gráfico 8:
Luminancia



Fuente: “Manual de iluminación eficiente” (2016)

e) Deslumbramiento

Es un fenómeno que se presenta cuando la luminancia en una determinada zona es superior o inferior y genera molestias, incomodidad y pérdida temporal de visibilidad del observador, tal como se observa en el gráfico 9.

Gráfico 9:

Deslumbramiento



Fuente: “Ministerio de Energía y Minas de Colombia” (2016)

2.3.3. Servicio de Alumbrado Público

El servicio de AP es catalogado como un servicio público no domiciliario. Este servicio proporciona exclusivamente la iluminación de centros públicos y espacios de libre circulación, con tránsito vehicular o peatonal dentro del perímetro urbano y rural del respectivo municipio o distrito.

Existe un consenso académico en señalar que el AP es el alumbrado de vías, parques y plazas públicas a cargo de la ED concesionaria del servicio público de electricidad,

conforme a lo establecido de la “Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (RLCE) y la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)”. (Damas Niño, 2018).

En los últimos años se han producido desarrollos tecnológicos sustanciales concernientes al servicio de AP, orientados a la eficiencia energética vinculada al menor consumo de energía eléctrica en favor de los usuarios del servicio y en el ahorro de los costos de operación y mantenimiento en favor de las ED.

Sin embargo, los costos de inversión en estas nuevas tecnologías continúan siendo muy elevados y no corresponden a los costos **eficientes** regulados en el VAD vigente, debido principalmente a que, en el Perú país, la energía por el servicio de AP constituye costos que son trasladados a los usuarios. Si la principal ventaja de la aplicación de nuevas tecnologías, como la LED, por ejemplo, son los costos/beneficio que generarían la reducción de la energía por reemplazar los artefactos existentes, los únicos beneficiarios serían los usuarios. En ese contexto, a través de los cargos adicionales se crearon incentivos a las ED para realizar inversión en proyectos pilotos de innovación tecnológica y eficiencia energética (PETIT), habiéndose aprobado para el caso de ELUC un cargo adicional para la implantación de un proyecto piloto de Telegestión de AP.

A diferencia de los que ocurre en el Perú, en otros países, el servicio de AP es responsabilidad (costos de inversión, operación y mantenimiento) de las Municipalidades. En ese contexto, dichas entidades cuentan con incentivos para invertir en eficiencia energética, a fin de reducir costos de operación y mantenimiento y ahorros en el consumo de energía.

Es por ello, que en el presente trabajo de investigación desarrolla el análisis técnico y económico de las tecnologías actuales, que permita determinar la mejor alternativa para implementación de un sistema de telegestión del AP y la sustitución de luminarias de alto consumo energético con vida útil limitada, dentro de las vías de mayor densidad en la ciudad de Pucallpa.

2.3.4. Definición de Lámparas y Luminarias

Las lámparas son los aparatos encargados de generar la luz. Tradicionalmente, para la prestación del servicio de AP se utilizan las lámparas de descarga frente a las lámparas incandescentes por sus mejores prestaciones y mayor ahorro energético y

económico. Concretamente, se emplean las lámparas de vapor de mercurio a alta presión y las de vapor de sodio a baja y alta presión.

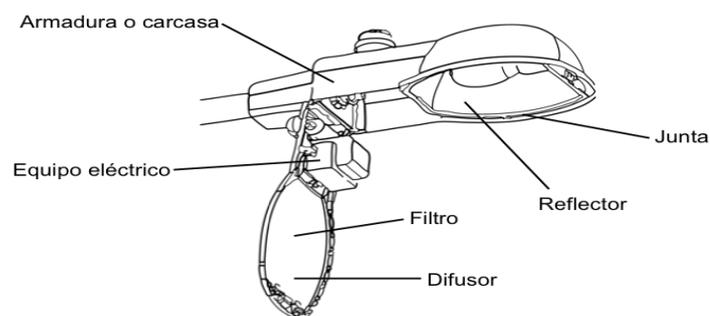
Las lámparas de Diodos Emisores de Luz (LED, por su sigla en inglés) cuentan con un desarrollo tecnológico orientado a reducir el consumo de energía, aumentar la calidad de iluminación y, dada su vida útil, también reducir los costos operativos. Sin embargo, los costos de inversión de las lámparas LED son altos y requieren periodos de amortización de largo plazo.

Las luminarias son artefactos destinados a albergar, sostener y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares además de concentrar y dirigir el flujo luminoso de ésta. Para ello, adoptan diversas formas, aunque en alumbrado público predominan las de flujo asimétrico con las que se consigue una mayor superficie iluminada sobre la calzada. Se pueden encontrar sobre postes, columnas o suspendidas sobre cables transversales a la calzada, en catenarias colgadas a lo largo de la vía o como proyectores en plazas y cruces.

Los elementos más característicos de las luminarias son los señalados en el siguiente gráfico.

Gráfico 10:

Partes de una luminaria



Fuente: Thomas & Betts Corporation

2.3.5. Tecnologías de Alumbrado Público

Debido al crecimiento y necesidad de interconexión entre las ciudades y regiones del Perú, así como al acceso del recurso energético en poblaciones rurales, se han evaluado opciones tecnológicas no tradicionales con la finalidad de atender a las nuevas demandas de forma eficiente.

Desde que la sociedad ha comenzado a sentir las dificultades para proveerse de energía por efecto de sequías o por la escasez de recursos naturales, resulta prioritario realizar una gestión eficiente de la energía y capacitaciones e inducciones a nivel público y privado sobre el uso racional del recurso energético.

La utilización eficiente implica el uso de la menor cantidad posible de energía para lograr el fin deseado, por ejemplo, al calentar una cierta porción de agua, al enfriar alimentos en un refrigerador, al trasladar personas de un piso a otro mediante un ascensor o escala mecánica o al iluminar un recinto acorde a los requerimientos visuales.

El concepto de Eficiencia para un sistema puede ser definido como la relación entre la energía que éste entrega como resultado de su funcionamiento dividida por la energía de entrada al sistema, siendo las pérdidas en el proceso la diferencia entre ambas; en la medida que se reduzcan estas pérdidas la Eficiencia del sistema mejorará.

De acuerdo al “Manual para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética elaborado por la CAF Banca de Desarrollo de América Latina, los proyectos de eficiencia energética para AP con mayor potencial se detallan en la siguiente tabla.”

Tabla 1:

Proyectos de eficiencia energética en AP con mayor potencial

Tipo de proyecto	Ahorro energético de mercado	Línea a base de mercado	Periodo de retorno simple	Nivel de inversión por proyecto
Renovación de los sistemas de AP antiguos por nuevos sistemas de alta eficiencia y tecnología LED.	Reducciones de potencia se logran con la sustitución que varía entre el 30% y el 50%, dependiendo de la potencia de lámpara existente	Lámparas de sodio de alta presión	Menor a 8 años	Entre 90 y 300 USD por lámpara de 70 W instalada
Instalación de sistemas de control y monitoreo: Telegestión de AP.	30% de ahorro adicional al que se logra con el cambio de luminaria	Instalación de AP sin sistemas de control y monitoreo	Menor a 5 años	Depende del tamaño y nivel de control del sistema
Instalación de sistemas de iluminación con suministro de energía solar fotovoltaica	Los ahorros energéticos pueden ser cercanos al 100% (No son del 100% por el sistema de respaldo para cuando se presenten varios días nublados).	Lámparas de sodio de alta presión con suministro de energía eléctrica de la red	10 a 12 años	Entre 1000 y 300 USD/luminaria

Fuente: “Manual para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética CAF”

A lo largo de los años, la tecnología de lámparas incandescentes evolucionó hacia el uso de la luz fluorescente, la luz halógena siendo actualmente evaluadas como opciones de implementación la tecnología LED, eólica y fotovoltaica, sin embargo, no existe incentivo para que las ED a cargo del servicio de AP en el Perú desarrollen proyectos de eficiencia energética en AP con suministro de energía eléctrica autónomos, no conectados a red.

2.4. Telegestión del Servicio de Alumbrado Público.

2.4.1. Definición de Telegestión

La telegestión es un conjunto de productos basados en las tecnologías de la información y de telecomunicaciones que permiten el control a distancia de instalaciones técnicas aisladas o distribuidas geográficamente, como los son las unidades de AP dentro de la zona de concesión de una EDE.

2.4.2. Elementos principales de un Sistema de Telegestión

En un sistema de telegestión utilizado para la gestión del consumo eléctrico, como lo es un Sistema de AP, los elementos principales son:

- **Datalogger⁹:** “Dispositivo electrónico que se instala en el tablero de control de las instalaciones que queremos analizar. Se puede comunicar con un ordenador personal, utilizando un software específico y puede tener un dispositivo en el que se pueden ver directamente los datos registrados.
- **Software de monitorización:** Sirve para analizar los datos recogidos por el datalogger. Dicho software se puede programar según el objetivo que se persiga. Este sistema informático también puede controlar el encendido y apagado de los equipos de la instalación. Dependiendo del tipo de datalogger la información obtenida se graba en su sistema o se transfiere a un ordenador que tiene instalado el software de monitorización.”

⁹ El registrador de datos o datalogger es un dispositivo que registra datos en tiempo real y en relación a la ubicación por medio de sensores conectados externamente. Casi todos están basados en microcontroladores. (Twenergy, 2019).

2.4.3. Sistema de Telegestión de Alumbrado Público

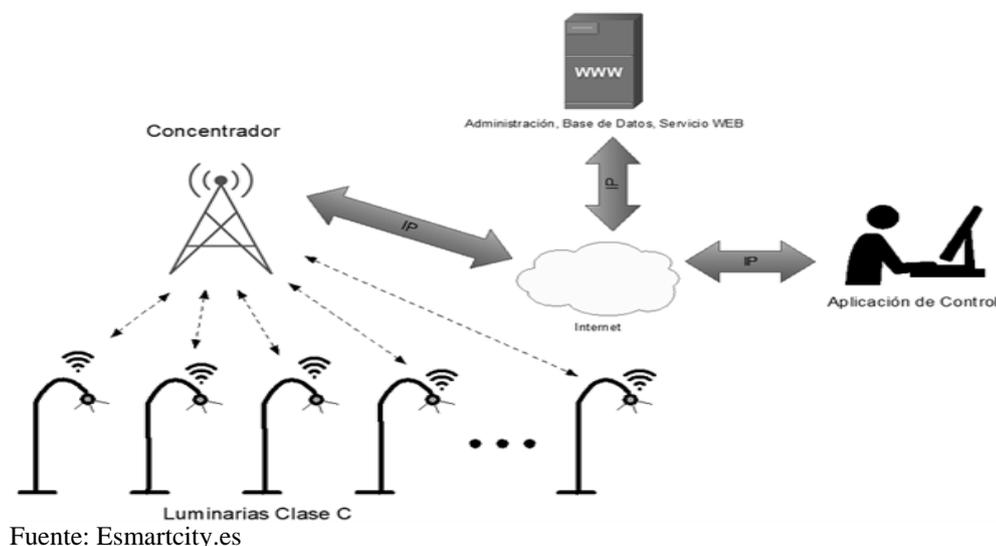
En los sistemas de alumbrado público la gestión a distancia de sus instalaciones es más que un desarrollo innovador, una necesidad, convirtiéndose en un paso obligado para los responsables de la gestión del AP para alcanzar de manera satisfactoria los nuevos retos de sostenibilidad medio ambiental y ahorro energético. (Monsalve, G., Bedoya, J. y Marín O., 2009)

Con la integración de los sistemas electrónicos, informáticos y de telecomunicaciones se da paso a la telegestión del AP, capaz de controlar de manera detallada el consumo de electricidad de cada UAP desde una computadora central, contribuyendo además a modular la luminosidad de las instalaciones de acuerdo a las necesidades de las vías en las que se encuentran instaladas, logando optimizar la eficiencia tecnológica y operativa de los Sistemas de AP.

En el Gráfico 11, se representa los componentes principales de un Sistema de Telegestión de AP, integrado por los dispositivos de comunicación en las luminarias, un concentrador que recibe y entrega información desde y hacia las luminarias y las aloja en una nube, un software de procesamiento de la información y un terminal controlador.

Gráfico 11:

Sistema de Telegestión de AP



Fuente: Esmartcity.es

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.

3.1. Empresa Donde se Desarrollará la Investigación Exploratoria

3.1.1. Electro Ucayali S.A.

“Electro Ucayali S.A. es una empresa de economía mixta, con accionariado mayoritario del Estado (99.91% - FONAFE) y de derecho privado (0.09% - Hector Banchemo Hanza).”

“Se constituyó mediante escritura pública del 28 de febrero de 1995, quedando inscrita en la Partida Electrónica 11000063 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Pucallpa. Es empresa miembro de la Corporación FONAFE – Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado.”

3.1.2. Objeto Social

ELUC “tiene como objeto social prestar el servicio de distribución y comercialización de energía eléctrica con carácter de servicio público dentro de las áreas de concesión otorgadas por el Estado Peruano, así como la distribución y comercialización de libre contratación. También, podrá dedicarse a la generación y transmisión de energía eléctrica dentro de los límites que establezca la ley.”

3.1.3. Visión

“Su visión es ser reconocida como la mejor empresa de la Región Ucayali, brindando un servicio de calidad en el suministro de energía eléctrica.”

3.1.4. Misión

“Su misión es contribuir a generar desarrollo económico y bienestar a la población en toda nuestra área de influencia, suministrando energía de forma confiable, **eficiente y sostenible**¹⁰, generando una rentabilidad atractiva a nuestros accionistas.”

¹⁰ El énfasis es de los autores, porque la eficiencia y la sostenibilidad son base para la presente investigación exploratoria.

3.1.5. Valores y Principios

“Los valores y principios que rigen la organización tienen como finalidad generar un compromiso compartido de su personal. Se busca que estén inmersos en la cultura de Electro Ucayali rigiendo todo su accionar; en este sentido, la propuesta derivada de la presente investigación exploratoria está alineada a los valores de Excelencia en el Servicio e Innovación y a los principios de Flexibilidad al Cambio y Eficiencia y generación de valor.”

Tabla 2:

Valores

Valores	Principios
“Excelencia en el servicio: Buscamos la excelencia en la gestión de nuestros procesos y en el servicio que brindamos a nuestros clientes y usuarios, con el objetivo de agregar valor y superar las metas que nos trazamos.”	“Eficiencia y Generación de Valor: Actuamos con eficiencia y vocación de servicio al cliente, generando valor para la Empresa. Encaminamos todas nuestras acciones al logro de nuestros objetivos, optimizando el uso de recursos.”
“Compromiso: Somos una empresa comprometida con el desarrollo y crecimiento de nuestros colaboradores en base al mérito y el aporte profesional fomentando la participación de todos para el logro de los objetivos estratégicos. Centramos nuestro esfuerzo en la satisfacción del cliente aportando soluciones integrales con respeto a la cultura de nuestra comunidad, y al medio ambiente.”	“Actuar con Responsabilidad: Cumplimos con nuestros objetivos haciéndonos cargo de los resultados y las consecuencias que pueden tener nuestras decisiones y actos en la Empresa, la Sociedad y el medio ambiente.”
“Integridad: Actuamos basados en principios éticos, siendo consecuentes, honestos, veraces y justos. Respetamos la diversidad en todos sus sentidos, la pluralidad de opiniones y creencias en base a las normas establecidas.”	“Transparencia: Somos honestos y transmitimos a la sociedad información de la gestión de forma veraz, clara y oportuna.”
“Innovación: Promovemos la mejora continua con el objetivo de generar mayor valor, incorporando nuevas herramientas que nos permitan optimizar nuestros procesos alcanzando mayor eficacia y eficiencia.”	“Flexibles al Cambio: Nos adaptamos fácilmente al cambio. Somos capaces de trabajar en distintas situaciones y con personas o grupos diversos. Entendemos y valoramos las perspectivas de los demás. Tenemos la capacidad de adaptarnos a los retos que requiere nuestra organización para ser más competitiva. Promovemos cambios positivos en nuestra organización.”

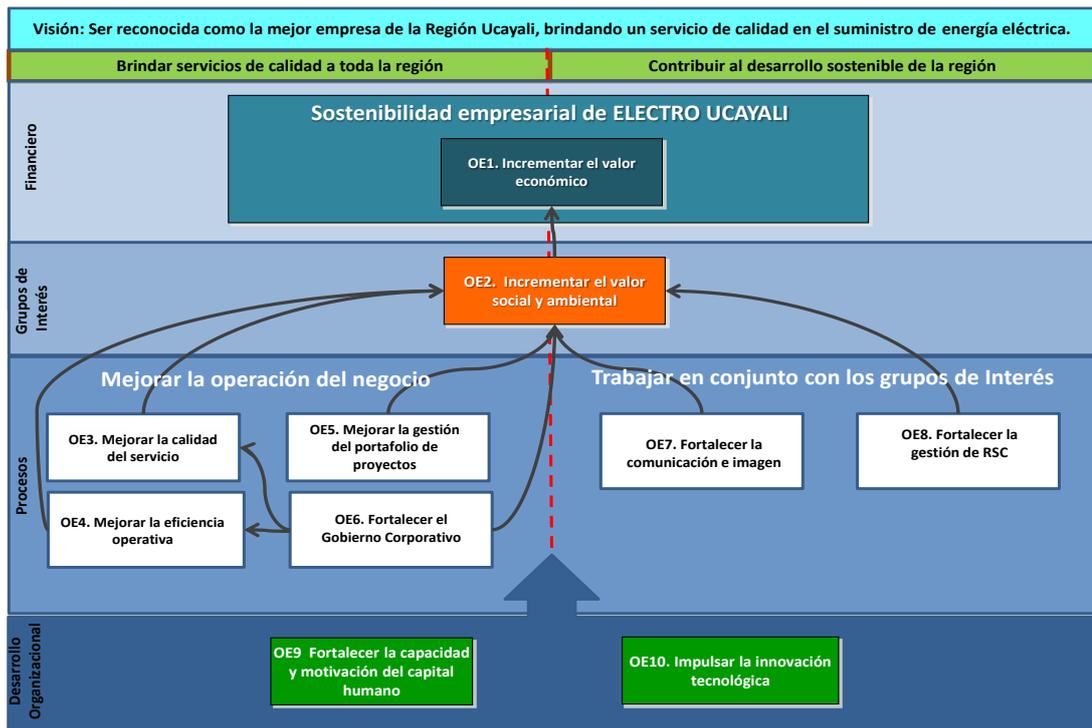
Fuente: Electro Ucayali S.A.

3.1.6. Mapa Estratégico de Electro Ucayali S.A. 2017-2021

El mapa estratégico de Electro Ucayali S.A. está alineado a la investigación exploratoria a realizar con los siguientes objetivos estratégicos de la empresa: OE3. “Mejorar la calidad del servicio y OE4. Mejorar la eficiencia operativa.”

Gráfico 12:

Mapa Estratégico de Electro Ucayali S.A. 2017-2021



Fuente: Electro Ucayali S.A

3.1.7. Principales indicadores

Tabla 3:

Principales indicadores 2015 - 2019

Principales Logros	Unidad	2015	2016	2017	2018	2019
Número de Clientes	Numérico	82,416	86,296	90,829	93,509	96,226
<i>Variación</i>	%	8.91	4.71	5.25	2.95	2.91
Compra de Energía Eléctrica	MWh	309,835	310,392	296,943	301,350	313,001
<i>Variación</i>	%	7.51	0.18	-4.33	1.48	3.87
Venta de Energía Eléctrica	MWh	288,654	284,663	268,106	278,856	292,150
<i>Variación</i>	%	12.03	-1.38	-5.82	4.01	4.77
Máxima Demanda Pucallpa	MW	55.74	54.98	55.9	56.95	59.8
<i>Variación</i>	%	6.48	-1.36	1.67	1.88	5.00
Nivel de Pérdidas en Distribución	%	9.62	10.02	9.42	8.02	7.60
<i>Variación</i>	%	-19.70	4.16	-5.99	-14.86	-5.24
Utilidad Neta	Miles de S/.	12,422	9,963	9,626	11,782	23,239
<i>Variación</i>	%	145.79	-19.80	-3.38	22.40	97.24
ROA = Utilidad Neta / Activo	%	5.10	3.91	3.62	4.58	8.03
<i>Variación</i>	%	113.39	-23.33	-7.42	26.52	75.33
ROE = Utilidad Neta / Patrimonio	%	7.34	5.62	5.37	7.30	13.36
<i>Variación</i>	%	127.95	-23.43	-4.45	35.94	83.01
Inversiones	Miles de S/.	17,926	16,100	13,098	17,227	23,664
<i>Variación</i>	%	48.87	-10.19	-18.64	31.52	37.37

Fuente: Electro Ucayali S.A.

3.1.8. Inventario de alumbrado público (AP) al 2020.

El inventario del parque de alumbrado público de Electro Ucayali S.A. para el año 2020 fue de 27,824 luminarias, de las cuales el 92% corresponde a luminarias de vapor de sodio (25,621) y solo el 8% a luminarias LED (2,203), siendo el sistema eléctrico de Pucallpa el que cuenta con mayor cantidad de AP representando el 77% del total.

Tabla 4:

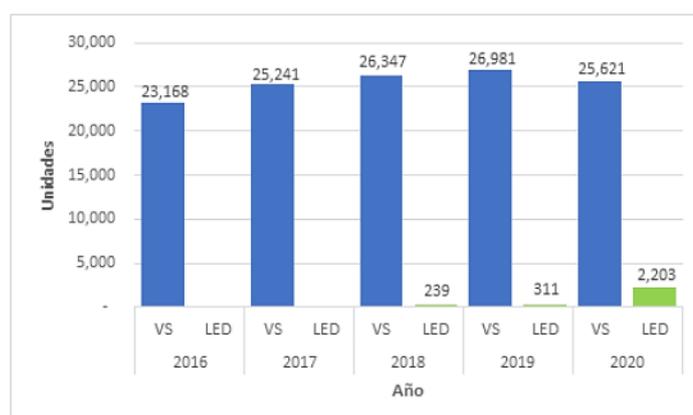
Inventario de AP 2020

Sistema Eléctrico	Vapor de Sodio			LED				TOTAL UAP	Participación
	50W	70W	150W	55W	100W	120W	150W		
Aguaytía	69	1,059	-	67	-	-	-	1,195	4.3%
Atalaya	1	599	1	-	-	-	39	640	2.3%
Campo Verde	-	706	5	15	-	-	-	726	2.6%
Pucallpa	335	18,303	1,107	1,213	233	235	99	21,525	77.4%
SER Aguaytía	381	968	-	-	-	-	-	1,349	4.8%
SER Atalaya	-	80	-	-	-	-	-	80	0.3%
SER Campo Verde	79	1,818	4	302	-	-	-	2,203	7.9%
SER Purus	106	-	-	-	-	-	-	106	0.4%
Total	971	23,533	1,117	1,597	233	235	138	27,824	100.0%

Fuente: Electro Ucayali S.A.

Gráfico 13:

Gráfico evolutivo de luminarias de vapor de sodio y LED en Electro Ucayali S.A.



Fuente: Electro Ucayali S.A.

3.1.9. Encuesta CIER 2020

“La Comisión de Integración Energética Regional – CIER, es una organización sin fines de lucro con sede en Montevideo (Uruguay) que agrupa a empresas y organismos del sector energético de sus países miembro, miembros asociados y entidades vinculadas a ellos.

Persigue promover y fortalecer la integración del sector energético de la región enfatizando la interconexión de los sistemas eléctricos, los intercambios comerciales, la gestión del conocimiento, la promoción de los negocios sustentables y la cooperación mutua entre sus asociados de Latinoamérica y el Caribe.”

La CIER aplica anualmente una Encuesta de Satisfacción de Clientes entre las empresas de distribución eléctrica de sus catorce (14) países miembros para medir la percepción de la calidad del servicio que brindan dichas empresas.

La encuesta es aplicada tomando una muestra del universo de los clientes residenciales de la zona urbana de cada empresa¹¹ y segmentándola con la medición de diversos atributos de calidad que permiten evaluar el grado de satisfacción respecto a los 13 principales índices de la encuesta CIER.

A diferencia de los años anteriores, la aplicación de la encuesta del año 2020 se realizó por medio telefónico, debido a las limitaciones sanitarias producto de la pandemia del Covid-19, siendo veinticinco (25) minutos el tiempo promedio de la duración de la encuesta a cada encuestado.

Gráfico 14:

Índices que mide la encuesta de Satisfacción al Cliente de la CIER.



Fuente: Encuesta CIER 2020.

Dentro de la encuesta de Satisfacción al cliente se encuentra el indicador de Alumbrado Público (AP) medido a través de los cuatro atributos siguientes:

- Alumbrado público disponible en toda la ciudad/municipio/comuna.
- Calles y plazas bien alumbradas (alumbrado público de calidad).

¹¹ Los clientes se dividen entre residenciales y no residenciales: los primeros son aquellos cuyos suministros proveen de energía a las casas habitación y los últimos son aquellos cuyos suministros proveen de energía a algún negocio, comercio o industria.

- El mantenimiento que le hacen al alumbrado público en calles y avenidas (cambio de lámparas, postes etc.).
- El mantenimiento que le hacen al alumbrado público en plazas, parques, lugares emblemáticos (cambio de lámparas, postes etc.).

Cabe indicar que los dos últimos atributos conformaban, hasta el año 2019, un solo atributo denominado: "el mantenimiento que le hacen al alumbrado público en calles y plazas (cambio de lámparas, postes etc.)". La división del atributo se efectuó porque, a excepción de las empresas distribuidoras del Perú y la empresa AIR-E de Colombia, las empresas distribuidoras de los demás países no tienen a su cargo la operación y mantenimiento del alumbrado público de las calles, avenidas, plazas y parques, siendo que dicha responsabilidad recae sobre los municipios. Cabe señalar que, en el Perú, parte de la responsabilidad del AP es compartida con los municipios, que se encargan de los parques y plazas, y las EDE se encargan del AP en calles y avenidas.

Para el desarrollo de la encuesta, la determinación de la muestra se realizó en atención a la cantidad de clientes que tiene cada empresa. Las empresas que tienen igual o menos de quinientos mil (500,000) clientes tuvieron una muestra de cuatrocientos (400) clientes y las empresas que tienen más de quinientos mil (500,000) clientes, tuvieron una muestra de seiscientos veinticinco (625) clientes.

Para el caso de ELUC se tomó una muestra de cuatrocientos (400) clientes, que fueron segmentados de acuerdo con su ubicación y cantidad respectiva y, dentro de cada grupo, se sortearon las ubicaciones para establecer la composición de la muestra, conforme se detalla en el siguiente cuadro:

Gráfico 15:

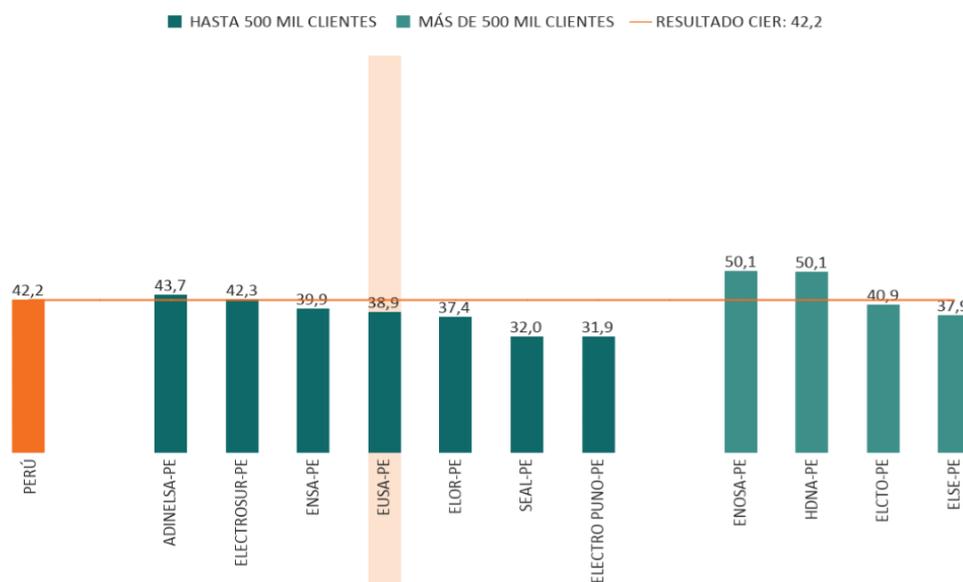
Muestra patrón

REGIÓN	MUNICIPIO	MUESTRA
CALLERIA (ME:7%)	CALLERIA	183
	SUBTOTAL	183
OTRAS CIUDADES (ME:10%)	ATALAYA (RAYMONDI)	14
	CAMPO VERDE	10
	MANANTAY	66
	SUBTOTAL	90
YARINACOCHA (ME:9%)	YARINACOCHA	127
	SUBTOTAL	127
TOTAL		400
PERIODO DE CAMPO		21/08 a 11/10

Fuente: Encuesta CIER 2020.

Gráfico 16:

Alumbrado Público por Distribuidoras del Perú



Fuente: Encuesta CIER 2020.

Respecto al AP por distribuidora, de acuerdo a los resultados del año 2020, ELUC se encuentra por debajo de la media del Perú y en la cuarta ubicación de las siete empresas con menos de quinientos mil (500,000) clientes.

Tabla 5:

Resultados del AP encuesta CIER 2016-2020

	Alumbrado público						
	2016	2017	2018	2019	2020	ME	DIF.
EUSA-PE	17,5	44,1	36,1	32,8	38,9	5	6,1
CALLERIA	17,7	41,0	40,6	28,4	44,4	7	16,0
OTRAS CIUDADES	18,2	42,9	25,5	40,3	27,2	10	-13,1
YARINACOCHA	16,5	49,6	41,8	32,6	39,3	9	6,7

Fuente: Encuesta CIER 2020.

En la tabla N° 5 se puede apreciar la calificación del resultado de la totalidad de atributos que componen el AP, segmentados por ubicación, donde se aprecia que el distrito de Callería tiene un incremento del 16% de satisfacción con respecto al año 2019 y, coincidentemente, es la región que cuenta con más luminarias Led instaladas de las mil ochocientas noventa y dos (1,892), que representa el 86% del total de luminarias instaladas hasta el año 2020 (ver Gráfico 17)

Sobre la base de los resultados obtenidos de la Encuesta de Satisfacción del Cliente, la CIER elaboró una matriz integral DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) semaforizada, como herramienta para identificar los atributos en los que las empresas deben enfocarse para definir las acciones a tomar:

Gráfico 17:

Matriz conjunta de la definición de acciones de mejora



Fuente: Encuesta CIER 2020.

Esta herramienta identificó los cuatro atributos que conforman el indicador de AP, dentro de las áreas *amenazas* y *debilidades*. Los atributos “Disponible en todo el municipio” y “Calidad del alumbrado público” fueron ubicados como debilidades y por ende se indicó que representan un riesgo futuro por los bajos niveles de satisfacción.

Gráfico 18:

Satisfacción e impacto de los atributos de AP en la Encuesta de Satisfacción al Cliente 2020 - CIER

Debilidades	Satisfacción	Impacto
SE3 - Rapidez en la reanudación de la energía cuando falta	44,5	35,5
IC1 - Notificación de interrupción	47,5	33,4
IC2 - Uso eficiente	46,6	38,5
IC3 - Riesgos y peligros	43,4	36,0
AT7 - Plazo informado	45,6	39,4
RSA1 - Promoción de programas sociales	47,1	37,3
RSA2 - Promoción de acciones culturales	37,7	37,6
RSA3 - Se ocupa de la prevención de accidentes	49,6	39,7
AP1 - Disponible en todo el municipio	40,1	39,8
AP2 - Calidad del alumbrado público	42,8	39,4

Fuente: Encuesta CIER 2020.

Los atributos de “Cuidados con mantenimiento de alumbrado público en calles, avenidas” y “Cuidados con mantenimiento de alumbrado público en plazas, parques, etc.” fueron ubicados como amenazas y por ende, se indicó que merecen atención debido a la importancia para su satisfacción general y el bajo desempeño en comparación con otros aspectos.

Gráfico 19:

Satisfacción e impacto de los atributos de AP en la Encuesta de Satisfacción al Cliente 2020 - CIER

Amenazas	Satisfacción	Impacto
IC4 - Derechos y deberes	41,4	43,8
AT1 - Facilidad para contactarse	42,1	41,5
AT2 - Tiempo de espera hasta ser atendido	36,1	43,3
AT8 - Solución definitiva del problema	45,5	43,6
AT9 - Cumplimiento del plazo	44,4	45,4
AT10 - Rapidez de respuesta de canales digitales*	45,7	42,4
IM1 - Respeta los derechos de los clientes	45,8	41,3
IM2 - Correcta con los clientes	44,3	48,4
IM4 - Informa a sus clientes con respecto a su actuación	42,8	43,6
IM7 - Dispuesta a negociar con sus clientes (flexible)	47,7	46,2
RSA5 - Contribuye para el desarrollo econ. de la ciudad	49,1	40,7
AP3 - Cuidados con mantenimiento del alumbrado público en calles, avenidas	35,3	42,4
AP4 - Cuidados con mantenimiento del alumbrado público en plazas, parques, etc	37,4	43,0

Fuente: Encuesta CIER 2020.

3.2. Área de estudio y área de influencia

El área de estudio corresponde a las principales vías de la ciudad de Pucallpa y considera sus características técnicas actuales que se muestran en los siguientes cuadros:

Tabla 6:

Lista de Vías a Intervenir y sus características

N°	Nombre	Descripción	Ubicación	N° Lamparas	Ancho Calzada	Promedio Vano	Altura Postes	Características Pastorales	Tecnología Actual
1	Av. Yarinacocha	Avenida	Yarinacocha	147	8.5	34.5 m	08 y 11 m	PA1 y PA3	VS
2	Av. Faustino Sánchez Carrión	Avenida	Callería	49	8.5	32 m	08 m	PA1 y PA3	VS
3	Av. Guillermo Sisley	Avenida	Callería	41	11	26 m	08 m	PA1 y PA3	VS
4	Av. Saenz Peña	Avenida	Callería	209	7	31 m	08 y 11 m	PA2 y PA3	VS
5	Av. Unión	Avenida	Callería	171	11	28 m	08 y 13 m	PA3	VS
6	Av. Aviación	Avenida	Callería	159	8	31 m	08 y 13 m	PA3 y PA4	VS
7	Arbolización	Calle	Yarinacocha	90	7	32 m	08 y 13 m	PA3	VS
8	Av. Pachacutec	Avenida	Callería	16	13	28 m	08 m	PA3	VS
9	Av. Tupac Amaru	Avenida	Manantay	235	8	31 m	08 y 11 m	PA2 y PA3	VS
10	Av. Colonización	Avenida	Callería	108	7	31 m	08, 13 y 15 m	PA3	VS
TOTAL				1,225					

Fuente: Electro Ucayali S.A.

De la Tabla N° 6, podemos observar que el área de estudio comprende diez (10) avenidas principales y mil doscientos veinticinco (1,225) luminarias.

Dónde:

PA1: Pastoral metálico simple de 3.4 m x 2 pul. de diámetro

PA2: Pastoral metálico simple de 3.2 m x 2 pul. de diámetro

PA3: Pastoral metálico simple de 1.5 m x 1.5 pul. de diámetro

PA4: Pastoral metálico simple de 0.5 m x 1 pul. de diámetro

VS: Vapor de sodio

3.3. Determinación de las condiciones actuales de iluminación.

3.3.1. Información técnica base

Para la evaluación de las condiciones actuales de iluminación y de diseño se han considerado los criterios contenidos en la “Norma Técnica DGE (Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución)”; aplicando las siguientes tablas:

Tabla 7:*Tipos de Calzada*

Tipo de superficie	Tipo de calzada
Revestimiento de concreto	Clara
Revestimiento de asfalto	Oscura
Superficies de tierra	Clara

“Fuente: Osinergmin. Norma técnica DGE. (2002)”

Tabla 8:*Niveles de Luminancia, Iluminancia e Índice de Deslumbramiento*

Tipo de alumbrado	Luminancia media revestimiento seco (cd/m ²)	Iluminancia media (lux)		Índice de control de deslumbramiento (G)
		Calzada clara	Calzada oscura	
I	1,5 – 2,0	15 – 20	30 – 40	≥ 6
II	1,0 – 2,0	10 – 20	20 – 40	5 - 6
III	0,5 – 1,0	5 – 10	10 – 20	5 - 6
IV		2 – 5	5 – 10	4 - 5
V		1 – 3	2 – 6	4 - 5

Fuente: Osinergmin. Norma técnica DGE. (2002)

Tabla 9:*Uniformidad de Luminancia*

Tipo de alumbrado	Uniformidad Longitudinal	Uniformidad media
I	≥0,70	≥0,40
II	≥0,65	≥0,40

Fuente: Osinergmin. Norma Técnica DGE. (2002)

Tabla 10:*Uniformidad de iluminancia*

Tipo de Alumbrado	Uniformidad media
III	0,25 - 0,35
IV , V	≥ 0,15

Fuente: Osinergmin. Norma Técnica DGE. (2002)

3.3.2. Toma de Información en campo

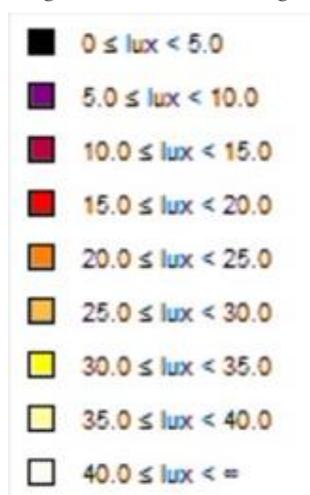
Para la determinación de las condiciones actuales de iluminación, realizamos el siguiente procedimiento:

- ✓ Levantamiento masivo de los niveles de iluminación para cada una de las vías.
- ✓ Registro del posicionamiento GPS de cada medida de iluminación.
- ✓ Generación de mapas de iluminación de grandes áreas.
- ✓ Determinación de los valores de iluminación instantánea, iluminación media y factor de uniformidad.

En los diferentes gráficos, se observa los niveles de iluminación en función a un código de colores, donde los oscuros (morado, negro) corresponden a valores muy bajos de iluminación para el tipo de avenida.

Gráfico 20:

Código de colores, rango de niveles de iluminación (lux)



Fuente: DIALux

Gráfico 21:

Niveles de Iluminación en un tramo de la Avenida Sánchez Carrión



Fuente: Electro Ucayali S.A.

Gráfico 22:

Niveles de Iluminación en un tramo de la Avenida Guillermo Sisley



Fuente: Electro Ucayali S.A.

Las condiciones de iluminación encontradas en las diferentes vías se observan en la siguiente tabla:

Tabla 11:*Niveles de iluminación actual en cada una de las vías*

Nombre Vía	Sentido	Iluminancia (I)			Uniformidad (U)		Tipo		Tipo de Calzada	Nivel de Cumplimiento		
		Media	Máxima	Mínima	Media	Extrema	Vía	Alumbrado		Ilum. Media	Unif. Media	
1 Av. Yarinaoacha	N-S	9.93	57.04	0.50	0.05	0.01	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	12.50%
	S-N	8.64	52.76	1.06	0.12	0.02				Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	30.00%
2 Av. José Faustino Sánchez Carrión	N-S	11.57	51.42	1.95	0.17	0.04	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im <> 10-20 Lux	Um < 0.4	42.50%
	S-N	12.37	58.70	1.19	0.09	0.02				Im <> 10-20 Lux	Um < 0.4	22.50%
3 Av. Guillermo Sisley	N-S	12.96	30.39	1.68	0.13	0.05	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im <> 10-20 Lux	Um < 0.4	32.50%
	S-N	17.09	71.83	1.88	0.11	0.03				Im <> 10-20 Lux	Um < 0.4	27.50%
4 Av. Saenz Peña	N-S	9.03	62.47	0.56	0.06	0.01	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	15.00%
	S-N	7.46	54.20	0.78	0.10	0.01				Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	25.00%
5 Av. Union	E-O	7.02	44.88	0.42	0.06	0.01	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	15.00%
	O-E	7.64	40.45	0.39	0.05	0.01				Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	12.50%
6 Av. Aviación	N-S	4.03	95.79	0.07	0.02	0.00	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	5.00%
	S-N	6.08	103.13	0.07	0.01	0.00				Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	2.50%
7 Av. Arborización	N-S	9.94	65.91	0.18	0.02	0.00	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	5.00%
	S-N	9.38	85.25	0.23	0.02	0.00				Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	5.00%
8 Av. Pachacutec	N-S	12.15	73.44	0.72	0.06	0.00	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im <> 10-20 Lux	Um < 0.4	15.00%
9 Av. Tupac Amaru	E-O	8.41	85.78	0.11	0.01	0.00	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	2.50%
	O-E	8.20	64.38	0.13	0.01	0.00				Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	2.50%
10 Av. Colonización	N-S	8.90	75.48	0.08	0.00	0.00	Colectora 1	II	Concreto (Clara)	Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	0.00%
	S-N	6.39	62.44	0.07	0.01	0.00				Im < 10-20 Lux	Um < 0.4	2.50%

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

De la Tabla N°11, podemos observar lo siguiente:

- Existe un bajo nivel medio de iluminación, en su mayoría menor a los 10 Lux.
- El coeficiente de uniformidad media es muy bajo, el promedio está por debajo del 0.1, debiendo ser superior al 0.4.
- Existe alta incidencia de puntos claros y oscuros a lo largo de las zonas iluminadas, generándose el efecto escalera o cebrá.

Por otro lado, el detalle de cada vía se observa en el Anexo N° 1.

3.4. Implementación del Proyecto piloto de telegestión de alumbrado público LED con tecnología RPMA en la Villa Electro Ucayali S.A.

El local central de Electro Ucayali S.A. tiene un terreno en el que se comparte su infraestructura administrativa con la infraestructura de viviendas de los principales funcionarios, denominada Villa Electro Ucayali S.A.

Considerando que la empresa tiene una red RPMA de comunicación de radio frecuencia con alcance en la zona de concesión del sistema eléctrico de Pucallpa, en junio de 2020 se ejecutó el proyecto piloto de telegestión de alumbrado público LED con tecnología RPMA en la Villa Electro Ucayali S.A.

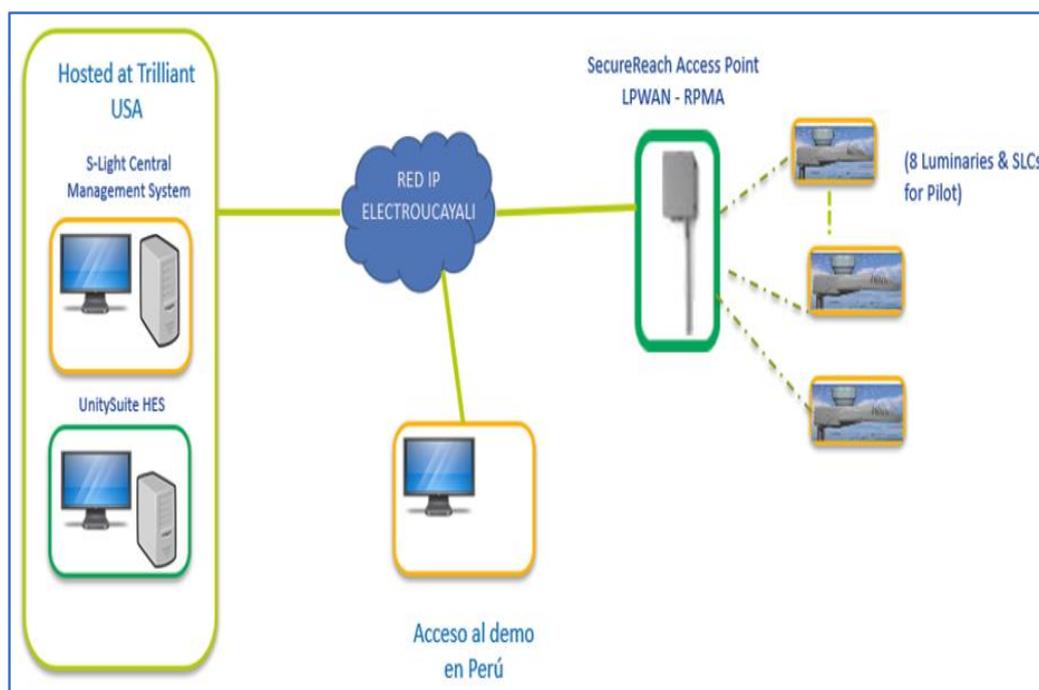
El proyecto realizado se orientó a exponer el funcionamiento de la solución Streetlights de Trilliant y los beneficios de su implementación en la red de Electro Ucayali S.A., permitiendo demostrar el valor agregado que generará a la empresa la adquisición de esta tecnología aprobada por el OSINERGMIN considerando para la comunicación la Plataforma LPWAN RPMA.

3.4.1. Dispositivos utilizados en el piloto

El piloto contó con la interconexión de los siguientes dispositivos: 8 controladores de alumbrado público, 8 luminarias LED preparadas para telegestión, 1 Access Point RPMA preexistente, 1 software de gestión de la red de comunicaciones existente OTV y la interfaz de telegestión de alumbrado público (en la nube).

Gráfico 23:

Proyecto piloto con tecnología RPMA



Fuente: Electro Ucayali S.A.

3.4.2. Evaluación de los escenarios de uso para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados en el piloto

Tabla 12:

Implementación de escenarios de uso para el cumplimiento de los objetivos.

Caso de Uso	Procedimiento	Resultado esperado	Resultados
OBJETIVO 1: Monitoreo de las luminarias			
C1	En la pantalla Informes del Software CMS, ejecute el Informe de energía utilizando Diario, Semanal, y opciones mensuales	Los datos de energía deben mostrarse correctamente para todas las fechas y opciones de rango.	CONFORME
C2	En la pantalla Informes del Software CMS, ejecute el Informe de voltaje utilizando Diario, Semanal, y opciones mensuales	Los datos de voltaje deben mostrarse correctamente para todas las opciones de intervalo de fechas.	CONFORME
C3	En la pantalla Informes del Software CMS, ejecute el Informe de factor de potencia utilizando diariamente, Opciones semanales y mensuales	Los datos del factor de potencia deben mostrarse correctamente para todas las opciones de intervalo de fechas.	CONFORME
OBJETIVO 2: Control de las luminarias			
C4	Después de instalados los controladores, se verifica que las luminarias se enciendan de forma remota y automática	Se verifican las luminarias cuando llegue la noche. Deben encenderse.	CONFORME
C5	Después de instalados los controladores, se verifica que las luminarias se apaguen de forma remota y automática	Se verifican las luminarias cuando llegue el día. Deben apagarse.	CONFORME
C6	Atenuación de la luminaria.	Enviar comando de atenuación de la luminaria de prueba y verificar en terreno	CONFORME
OBJETIVO 3: Ayuda en la Gestión Operativa			
C7	Geolocalización de las luminarias	Verificar la ubicación de las luminarias en una interfaz geográfica.	CONFORME
C8	Detección de interrupciones	Realizar la desconexión de la luminaria y verificar en el Software CMS el aviso y el cambio de color en la interfaz geográfica.	CONFORME
C9	Detección de luminarias en mal estado	Verificación de alertas de luminarias con consumos mayores a un umbral pre configurado y con problemas de comunicación.	CONFORME
C10	Ayuda en la detección de robos de energía en circuitos de alumbrado público	Verificar el perfil de carga en las luminarias y compararlo con el perfil de carga del medidor totalizador de alumbrado público (el perfil de carga del medidor totalizador de AP será suministrado por EUSA).	CONFORME

Fuente: Electro Ucayali S.A.

3.4.3. Conclusión del piloto

La implementación de los escenarios para el cumplimiento de los objetivos fue favorable en los ocho puntos de medición del piloto: los *drivers* o controladores para la iluminación permiten el control de los costos de energía y el mantenimiento de las luminarias.

CAPÍTULO IV. MARCO LEGAL Y REGULATORIO VIGENTE EN EL PERÚ PARA LA OPERATIVIDAD DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA

4.1. Antecedentes Normativos de la Regulación Eléctrica en el Perú

“En el año 1955, se aprueba la Ley N° 12378, Ley de la Industria Eléctrica, la cual señala que el Estado otorgaba ciertos incentivos para la inversión privada en redes, impulsando la electrificación de zonas urbano-marginales.”

“Asimismo, en 1962, la Ley N° 13979, Ley de Creación de los Servicios de Eléctricos Nacionales (SEN), regulaba el abastecimiento de electricidad a poblaciones donde la acción del capital privado o de los Municipios no fuera efectiva. También, se norma la explotación de Centrales Hidroeléctricas operadas por el Estado. Sin embargo, en todo este periodo no se tenía información cierta en relación a la cobertura real del suministro eléctrico en el Perú.”

Posteriormente, en 1972, “mediante Decreto Ley N° 19521, Ley Normativa de Electricidad, el Gobierno Revolucionario de las Fuerzas Armadas estatiza a las empresas privadas de electricidad y declara de necesidad, seguridad y utilidad pública el suministro eléctrico. Dicha norma, crea el Ministerio de Energía y Minas como entidad rectora y reguladora de la actividad empresarial del Estado, debiendo ser ejercida por ELECTROPERÚ, empresa que formó parte integrante de los Servicios Eléctricos Nacionales (SEN). Cabe resaltar que en este periodo se realiza un primer estudio de la penetración del servicio eléctrico y se obtiene como resultado que el 33% de la población nacional cuenta con el suministro eléctrico.”

“En 1982 se promulgó la Ley N° 23406, Ley General de Electricidad, estableciéndose el marco jurídico para el desarrollo descentralizado del sector eléctrico. Con dicha Ley se crean las Empresas Regionales autónomas dentro del ámbito de responsabilidad de las ED, permitiéndoles la participación como autoprodutores de energía eléctrica bajo el esquema de empresas concesionarias y de interés local. Asimismo, norma lo referente al aprovechamiento de los recursos hídricos, crea el Plan Maestro de Electricidad, el Plan Nacional de Expansión de la Frontera Eléctrica y los Planes de Desarrollo Eléctrico.”

“En el año 1992 el sector eléctrico realizó su primera reforma, con la promulgación del Decreto Ley No. 25844 - Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), norma que introdujo cambios fundamentales en el desarrollo de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Se establece un mercado eléctrico competitivo con libre iniciativa privada. El mercado se estructura sobre la base de una desintegración vertical de la industria eléctrica. Así, se establece la libre determinación de precios para mercados competitivos (Generación) y un esquema de regulación para servicios no competitivos sobre la base de costos eficientes de inversión y de operación” (Transmisión y Distribución).

Posteriormente, las reformas introducidas por la LCE fueron complementadas en el año 2006 con la promulgación de “Ley N° 28832 – Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica (Ley N° 28832), cuyo objeto fue perfeccionar las reglas establecidas en la LCE, e incluyó: a) Asegurar la generación eficiente que sea necesaria para reducir la exposición del sistema eléctrico peruano a la volatilidad de precios y a los riesgos de racionamiento prolongado por déficit de energía; asegurando al usuario final del servicio eléctrico una tarifa más competitiva; b) Disminuir la intervención administrativa para la fijación de los precios de generación mediante soluciones de mercado; c) Adoptar las medidas necesarias para promover la efectiva competencia en el mercado de generación; y, d) Introducir un mecanismo de compensación entre el SEIN y los Sistemas Aislados para que los Precios en Barra incorporen los beneficios del gas natural y reduzcan su exposición a la volatilidad de los precios de combustibles.”

Si bien es cierto, las normas expedidas en el año 2006 propiciaron el repunte de la actividad de Generación y la inversión de los proyectos de transmisión, la actividad de distribución se ha visto relegada de un desarrollo normativo que acompañe el desarrollo del negocio de distribución y el ineludible protagonismo de la tecnología aplicada a las redes eléctricas.

“Como ya ha sido mencionado en el desarrollo del marco teórico del presente trabajo de investigación, la remuneración de la actividad de distribución se encuentra normada en la LCE a través del Valor Agregado de Distribución, y se basa en una

empresa modelo eficiente, cuyos costos de reposición de la inversión corresponden a un Sistema Económicamente Adaptado¹².”

En ese orden de ideas, cuando el artículo 63° de la LCE regula los precios máximos de Distribución, señala lo siguiente:

“Las tarifas máximas a los Usuarios Regulados, comprenden: a) Los Precios a Nivel Generación; b) Los peajes unitarios de los sistemas de transmisión correspondientes; y, c) El Valor Agregado de Distribución.”

A su vez, el artículo 64° establece que “el Valor Agregado de Distribución se basará en una empresa modelo eficiente y considera los siguientes componentes:

- a) Costos asociados al usuario, independientes de su demanda de potencia y energía;
- b) Pérdidas estándares de distribución en potencia y energía, y;
- c) Costos estándares de inversión mantenimiento y operación asociados a la distribución, por unidad de potencia suministrada.”

Finalmente, el “artículo 65° precisa que los costos de inversión será la anualidad del VNR del Sistema Económicamente Adaptado, considerando su vida útil y la Tasa de Actualización establecida en el artículo 79° de la referida norma.¹³”

Tal como se ha señalado en el desarrollo del marco conceptual y se puede observar de las normas expuestas, la metodología de remuneración de la actividad de distribución en el Perú genera desventajas en los resultados de la calidad del servicio y renovación de activos, derivado de la falta de reconocimiento de los costos reales de inversión, operación y mantenimiento de los activos. Por lo cual, resulta preponderante revisar el marco normativo vigente con la finalidad de establecer un sistema de reconocimiento de costos que aliente la inversión en calidad de servicio e innovación tecnológica y que garantice en las ED el retorno de dicha inversión.

4.2. Regulación del Servicio de Alumbrado Público.

De acuerdo a lo normado por la LCE, la prestación del Servicio de AP está incluida dentro de la actividad de distribución, razón por la cual las tarifas de distribución (VAD)

¹² “El numeral 14 del Anexo de la LCE define lo siguiente: Sistema Económicamente Adaptado: Es aquel sistema eléctrico en el que existe una correspondencia de equilibrio entre la oferta y la demanda de energía, procurando el menor costo y manteniendo la calidad del servicio.”

¹³ “Artículo 79°.- La Tasa de Actualización a utilizar en la presente Ley será de 12% real anual.”

que las ED cobran a los usuarios del servicio eléctrico, también incluye los costos del AP.

A diferencia del régimen establecido en otros países del mundo, en la que la prestación del servicio de alumbrado público es responsabilidad de los Municipios, el artículo 94° de la LCE prescribe que “la prestación del servicio de AP es de responsabilidad de los concesionarios de distribución. En lo que se refiere al alumbrado general de avenidas, calles y plazas, la energía correspondiente será facturada al Municipio. De no efectuarse el pago por dos meses consecutivos, el cobro se efectuará directamente a los usuarios, de acuerdo al procedimiento fijado en el Reglamento. En este último caso, el Municipio dejará de cobrar el arbitrio correspondiente.

Las Municipalidades podrán ejecutar a su costo, instalaciones especiales de iluminación, superior a los estándares que se señale en el respectivo contrato de concesión. En este caso deberán asumir igualmente los costos del consumo de energía, operación y mantenimiento.”

“De conformidad con el Artículo Único de la Ley N° 28790, publicada el 19 julio 2006, se excluye del cobro por concepto de alumbrado público, a los suministros de energía eléctrica de los predios ubicados en zonas rurales para uso agrícola y acuícola.”

4.2.1. Regulación de la Facturación del servicio de AP

El Artículo 184° del “Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (RLCE) establece que la facturación por el servicio de alumbrado público de la concesión, no deberá exceder del 5% del monto facturado total y será distribuida entre los usuarios en importes calculados de acuerdo a los siguientes factores de proporción señalados en el mismo artículo¹⁴. Asimismo, establece que el Ministerio de Energía y Minas, con un

¹⁴ “Los factores de proporción señalados en el artículo 184 del Reglamento son los siguientes:

- a) 1 Para usuarios con un consumo igual o inferior a 30 kW.h;
- b) 7 Para usuarios con un consumo superior a 30 kW.h hasta 100 kW.h;
- c) 12 Para usuarios con un consumo superior a 100 kW.h hasta 150 kW.h;
- d) 25 Para usuarios con un consumo superior a 150 kW.h hasta 300 kW.h;
- e) 35 Para usuarios con un consumo superior a 300 kW.h hasta 500 kW.h;
- f) 70 Para usuarios con un consumo superior a 500 kW.h hasta 750 kW.h;
- g) 80 Para usuarios con un consumo superior a 750 kW.h hasta 1 000 kW.h;
- h) 120 Para usuarios con un consumo superior a 1 000 kW.h hasta 1 500 kW.h;
- i) 140 Para usuarios con un consumo superior a 1 500 kW.h hasta 3 000 kW.h;
- j) 150 Para usuarios con un consumo superior a 3 000 kW.h hasta 5 000 kW.h;
- k) 250 Para usuarios con un consumo superior a 5 000 kW.h hasta 7 500 kW.h;
- l) 300 Para usuarios con un consumo superior a 7 500 kW.h hasta 10 000 kW.h;
- m) 400 Para usuarios con un consumo superior a 10 000 kW.h hasta 12 500 kW.h;
- n) 500 Para usuarios con un consumo superior a 12 500 kW.h hasta 15 000 kW.h;
- o) 700 Para usuarios con un consumo superior a 15 000 kW.h hasta 17 500 kW.h;
- p) 900 Para usuarios con un consumo superior a 17 500 kW.h hasta 20 000 kW.h;
- q) 1 100 Para usuarios con un consumo superior a 20 000 kW.h hasta 25 000 kW.h;

informe del OSINERGMIN, podrá modificar las escalas, los factores de proporción y los porcentajes establecidos en el mencionado artículo.”

La norma que es objeto de análisis establece que las empresas concesionarias de electricidad incorporarán en la factura del usuario un rubro específico por el servicio de AP; sin embargo, de acuerdo a lo dispuesto por la Ley N° 28790, no están comprendidos en la facturación por servicio de AP, los usuarios ubicados dentro de las zonas rurales cuyo suministro de energía eléctrica se requiera para el bombeo de agua para uso agrícola.

Así mismo, mediante la “Resolución Ministerial N° 074-2009-MEM/DM (RM074) se dictaron disposiciones aplicables para el cálculo del porcentaje máximo de facturación por el servicio de alumbrado público, con lo cual modificó el porcentaje máximo de facturación de alumbrado público establecido en el artículo 184° del RLCE.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 2° de la RM074, la facturación por el servicio de alumbrado público de los Sectores de Distribución Típicos 2, 3, 4 y 5 (se debe tener en cuenta que en la oportunidad de emisión de la RM074 existían Sectores de Distribución Típicos distintos a los actuales), corresponde al consumo leído mensualmente, estableciendo como límite un porcentaje máximo que se calcula en base a la fórmula definida en dicho artículo 2°, con lo cual el porcentaje señalado en el artículo 184° del RLCE, para los sectores típicos distintos al sector típico 1 puede ser mayor al 5 %, y este es el correspondiente a nivel de las condiciones específicas de cada empresa.

La fórmula de cálculo mensual del porcentaje máximo de facturación del servicio de AP es la siguiente:

$$PALP_n = \frac{\sum_{n-6}^{n-1} FALP}{\sum_{n-6}^{n-1} FTOT}$$

Donde:

-
- r) 1 250 Para usuarios con un consumo superior a 25 000 kW.h hasta 30 000 kW.h;
 - s) 1 500 Para usuarios con un consumo superior a 30 000 kW.h hasta 50 000 kW.h;
 - t) 1 750 Para usuarios con un consumo superior a 50 000 kW.h hasta 75 000 kW.h;
 - u) 2 000 Para usuarios con un consumo superior a 75 000 kW.h hasta 100 000 kW.h;
 - v) 3 000 Para usuarios con un consumo superior a 100 000 kW.h hasta 200 000 kW.h;
 - w) 4 000 Para usuarios con un consumo superior a 200 000 kW.h hasta 400 000 kW.h;
 - x) 5 000 Para usuarios con un consumo superior a 400 000 kW.h.”

- n = Mes de facturación (enero, febrero, marzo, etc.).
- PALP = Porcentaje máximo de facturación por el servicio de alumbrado público.
- Σ FTOT = Monto total facturado del semestre móvil, calculado como la suma de los montos totales facturados de los últimos 6 meses anteriores al mes de facturación, incluyendo la facturación de los clientes libres atendidos por las Generadoras dentro de las áreas de concesión de las Distribuidoras.
- Σ FALP = Monto total máximo del semestre móvil por el servicio de alumbrado público, calculado como la suma del producto del número de suministros (N), multiplicado por el correspondiente factor KALP y el respectivo precio medio por el servicio de alumbrado público (PMAP), de cada uno de los meses del semestre.

$$FALP = N \times KALP \times PMAP$$

En el siguiente cuadro, se detalla la normativa vigente que regula el servicio de AP en el Perú.

Tabla 13:*Normativa de AP*

ITEM	Norma	Descripción
1	Resolución Ministerial N° 013-2003-EM/DM	Norma técnica de alumbrado de vías públicas en zonas de concesión de distribución
2	Resolución Ministerial N° 185-2003-EM/DM	Establecen índice lámparas/usuario y factores KALP para el cálculo del porcentaje máximo de facturación por el servicio de alumbrado público
2,1	Resolución Ministerial N° 001-2006-MEM/DM	Sustituye artículo 2° de la Resolución Ministerial N° 185-2003-EM/DM
3	Ley N° 28790	Ley que excluye los suministros de predios agrícolas para uso de la producción agraria del pago por concepto de alumbrado público
3,1	Ley N° 29229	Ley que modifica la Ley N° 28790, Ley que excluye los suministros de predios agrícolas para uso de la producción agraria del pago por concepto de alumbrado público
4	Resolución de Consejo Directivo N° 078-2007-OS/CD	Procedimiento de supervisión de la operatividad del servicio de alumbrado público
4,1	Resolución de Consejo Directivo N° 780-2007-OS/CD	Modifica el Procedimiento de supervisión de la operatividad del servicio de alumbrado público
4,2	Resolución de Consejo Directivo N° 068-2008-OS/CD	Incorporan el numeral 5.3.4 al "Procedimiento de supervisión de la operatividad del servicio de alumbrado público"
5	Resolución Ministerial N° 074-2009-MEM/DM	Establecen disposiciones aplicables para el cálculo del porcentaje máximo de facturación por el servicio de alumbrado público
6	Resolución de Consejo Directivo N° 220-2011-OS/CD	Modifican el Procedimiento de Supervisión de la Operatividad del Servicio de Alumbrado Público"
7	Resolución de Consejo Directivo N° 220-2011-OS/CD	Modifican el Procedimiento de Supervisión de la Operatividad del Servicio de Alumbrado Público" (Texto completo)

Fuente: Osinergmin.

4.3. Regulación de los incentivos tarifarios para la ejecución de los Proyectos de Innovación tecnológica y Eficiencia Energética

Como ya se ha mencionado en la Introducción del presente trabajo de investigación, en el año 2015 el Estado dio pasos incipientes para generar un incentivo de la inversión en distribución, con la promulgación del Decreto Legislativo 1221, norma que introduce importantes cambios en el proceso de fijación de tarifas del Valor Agregado de Distribución (VAD), siendo uno de ellos la creación de un cargo adicional al VAD

asociado a la innovación tecnológica de los sistemas de distribución que administran las empresas distribuidoras (ED).

Con la promulgación del Decreto Legislativo N° 1221, se modifica el artículo 64° de la LCE, incorporándose el siguiente párrafo:

“Adicionalmente al VAD, se incorpora un cargo asociado a la innovación tecnológica en los sistemas de distribución equivalente a un porcentaje máximo de los ingresos anuales que tengan como objetivo el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica y/o eficiencia energética, los cuales son propuestos y sustentados por las empresas y aprobados por OSINERGMIN, debiéndose garantizar la rentabilidad de los mismos durante su vida útil considerando la tasa a la que se refiere el artículo 79 de la presente Ley. Tratándose de proyectos que reemplacen a instalaciones existentes deberá garantizarse el reconocimiento de los costos remanentes de estos últimos en caso no hayan cumplido su vida útil.” (Ley de Concesiones Eléctricas, Artículo 64°)

La norma señalada en el párrafo precedente, establece que el Reglamento define “los límites para este rubro, así como los criterios técnicos y económicos, oportunidad, compensaciones tarifarias y el plazo de duración de la compensación tarifaria.”

Es importante señalar, que la modificación introducida por el Decreto Legislativo N° 1221, constituye un incentivo regulatorio para que la ED puede desarrollar proyectos de innovación tecnológica y eficiencia energética vinculadas a la actividad de AP.

En ese orden de ideas, en el último proceso de regulación tarifaria, se ha reconocido como cargo adicional de innovación tecnológica los costos asociados a un proyecto de telegestión de AP formulado por ELUC.

En efecto, el artículo 3° de la Resolución OSINERGMIN 224-2019/OS-CD, mediante la cual se resuelve el recurso de reconsideración presentado por ELUC al proceso de fijación del VAD 2019 – 2023, se reconoce un Cargo por Innovación y/o Eficiencia Energética, como cargo adicional al VAD de ELUC, ascendente a 0,386 S//kW mes, monto que constituye un ingreso garantizado durante la vigencia del VAD y que contribuye a la viabilidad económica de la solución tecnológica para la mejora del servicio de AP propuesta en el presente trabajo de investigación.

CAPÍTULO V: EXPERIENCIAS Y BUENAS PRÁCTICAS EN EL EXTRANJERO Y EN EL PERÚ PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.

5.1 Experiencias y Buenas Prácticas en el Extranjero

Con la finalidad de afianzar la propuesta tecnología que es materia de investigación en el presente trabajo, se ha seleccionado dos casos de éxito en el extranjero en los que se desarrollaron proyectos piloto de telegestión de AP, ambos proyectos patrocinados por la empresa CIMCON Lighting, Inc.

El primer caso de estudio corresponde a una *Utility*¹⁵ ubicada en la ciudad de Cleaveland, Ohio USA y el segundo caso corresponde a una *Esco*¹⁶ que desarrolla un servicio de telegestión de AP para la Municipalidad de Nafpaktos, Grecia.

5.1.1. Cleaveland Public Power Bureau of Street Lighting. Project Scope: 150 CIMCOM Lighting iSLC-3100-7P NEMA compliant controllers

- ***Descripción de la Empresa***

Cleaveland Public Power Bureau (CPP) of Street Lighting, es la empresa municipal prestadora del servicio eléctrico más grande del Estado de Ohio, cuenta con aproximadamente 80,000 clientes; opera y mantiene aproximadamente 67,000 UAP y recibe más de 15,000 reclamos al año.

Atender a los numerosos reclamos le generaba a CPP incurrir en sobrecostos laborales y de desplazamiento, por lo que requería implementar un mecanismo para reducir los tiempos de atención de los reclamos a través de nuevas tecnologías.

¹⁵ “Utility es una empresa prestadora de un servicio público; en el caso de estudio, corresponde a una empresa distribuidora de electricidad.”

¹⁶ Energy Service Company por sus siglas en inglés, las ESCO son empresas que brindan servicios de eficiencia energética a entidades públicas o privadas.

- ***Descripción del Proyecto***

Para mejorar la eficiencia en la prestación del servicio, CPP implementó el proyecto piloto para probar tecnología LED en sus luminarias controladas de forma remota o inalámbrica.

La empresa CIMCOM Lighting, Inc. (CIMCOM) fue una de las dos empresas seleccionadas para la provisión del sistema de telegestión del proyecto piloto que consiste en la instalación y prueba de 1,000 luminarias LED y un sistema de control adaptado para gestionar el AP a lo largo de dos vías principales de la ciudad de Ohio, incluido el centro de la ciudad y la plaza pública.

CIMCOM instaló los controladores inalámbricos inteligentes Islc-3100-7P en secciones del centro de la ciudad en un plazo de dos semanas, iniciando las pruebas correspondientes en agosto del 2014 y continuaron durante el verano del 2015.

Las características clave de los controles suministrados por CIMCOM son:

- Facilidad de instalación.
- Capacidades de instalación ON/OFF/DIM.
- Función GPS
- Escalabilidad
- Medición del consumo de energía para la prestación de servicios públicos.
- Acceso remoto vía web y control local a través del aplicativo IOS de CIMCOM.

- ***Resultados del Proyecto***

Culminadas las pruebas y luego de una evaluación integral del piloto, CPP informó que no existieron problemas con los controladores inalámbricos de CIMCOM, obteniéndose los siguientes resultados:

- Actualizaciones de estado en tiempo real y bajo demanda.
- Capacidad de atenuación (oscurecimiento) dentro del rango.
- Consumo acumulativo e individual de kWh y uso de la energía en tiempo real.

- Localización GPS, que incluye la dirección completa y la ubicación en el google maps.

Concluido el proyecto piloto y con los resultados favorables obtenidos, la empresa municipal CPP realizó el inventario de UAP de toda la ciudad para realizar la selección de dispositivos LED que se instalarán con los controles inalámbricos y el software de telegestión de CIMCON.

5.1.2. Noratex SA, Greece. Project Scope: 106 iSLC-4000-7P-PLCC controller and PLCC wireless gateways

- ***Descripción de la Empresa***

Con más de 30 años de experiencia, Noratex SA es una de las empresas más antiguas de Grecia que se dedica a la importación y distribución de productos de la industria eléctrica.

Con el objetivo a largo plazo de expandir su operación al sector de ahorro de energía (ESCO), la empresa ha suministrado controladores de AP “iSLC” y conexiones inalámbricas basadas en “Power Line Carrier Communication” (PLCC) a la Municipalidad de Nafpaktos.

- ***Descripción del Proyecto***

Los controladores de AP de la empresa CIMCOM fueron seleccionados, después de un exhaustivo análisis de los controladores ofertados por sus competidores.

Noratex SA inicio un proyecto piloto para controlar luminarias con unidades “iSLC” basado en tecnología PLCC, para gestionar las UAP y supervisar la operatividad de las luminarias de manera remota desde una estación centralizada CMS (Central Managment System).

Adicionalmente, el proyecto piloto tenía como objetivo el ahorro de energía usando las capacidades de atenuación (oscurecimiento) de los controladores del AP.

Bajo la supervisión de cuatro funcionarios de la Municipalidad de Nafpaktos, las características clave de los controladores CIMCON que se probaron durante un mes fueron las siguientes:

- Facilidad de instalación.
- Capacidades de instalación ON/OFF/DIM.
- Comunicación segura con CMS
- Capacidad de ahorro de energía.
- Medición del consumo de energía para la prestación de servicios públicos.
- Acceso remoto vía web.
- Fácil y rápida identificación y corrección de fallas.

Implementación: Tras un proyecto piloto exitoso, CIMCON instaló su controlador iSLC 4000-7P-PLCC en ciento un (101) lámparas LED junto con tres conexiones inalámbricas PLCC con el soporte de su socio Noratex S en tres localidades de la Municipalidad de Nafpaktos en un plazo de siete (07) días.

- ***Resultados del Proyecto***

Luego de un análisis y pruebas exhaustivas, no se presentaron problemas de rendimiento con los controladores de CIMCON que fueron repostados por Naratex SA o el Municipio de Nafpaktos, obteniéndose los siguientes resultados:

- Actualizaciones de estado en tiempo real y bajo demanda.
- Capacidad de atenuación (oscurecimiento) dentro del rango.
- Consumo acumulativo e individual de kWh y uso de la energía en tiempo real.
- Control remoto ON/OFF/DIM en tiempo real
- Localización GPS, que incluye la dirección completa y la ubicación en de la infraestructura en el google maps.

Resumen de las mejores prácticas en el extranjero:

Como mejor práctica de los casos de estudio expuestos, son los Municipios los entes encargados de administrar los sistemas de alumbrado público correspondientes. Dichas entidades cuentan con los incentivos suficientes para el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a la eficiencia y la calidad del servicio de alumbrado público, tales como los proyectos de sustitución de luminarias por tecnología LED y la implementación de sistemas de telegestión remota de dichas instalaciones, aludidos en los dos casos de estudio.

Las tecnologías de los sistemas de comunicación y operación remota utilizados para la telegestión del AP en los dos casos de estudio, han sido probadas ampliamente en diversos sistemas de distribución y guardan estrecha similitud con la solución tecnológica propuesta en el presente trabajo de investigación.

5.2 Experiencias y Buenas Prácticas en el Perú

Para el presente trabajo de investigación, se ha seleccionado proyectos de mejoramiento del servicio de AP de dos empresas distribuidoras bajo el ámbito de FONAFE, que forman parte del Grupo Distriluz, cuyo régimen legal es similar al de ELUC.

Con la finalidad de recopilar las buenas prácticas y obtener una fuente de información directa, hemos incluido en el presente capítulo tres (03) entrevistas de profundidad con los Gerentes Generales de las empresas distribuidoras bajo el ámbito de FONAFE más representativas del país, por la ubicación estratégica de sus Concesiones de Distribución y de sus Zonas de Responsabilidad Técnica.

5.2.1. Proyecto de Mejoramiento del Alumbrado Público utilizando tecnología LED en Electronorte S.A. (ENSA)

- ***Descripción de la Empresa***

ENSA, “constituida en 1983, es una empresa dedicada a la distribución y comercialización de energía eléctrica. Está presente en las regiones de Lambayeque y parte de Cajamarca. Forma parte del Grupo Distriluz. Tiene como objetivo aportar al desarrollo sostenible del país por medio de la amplia

cobertura de las necesidades de energía eléctrica de las áreas donde está presente con un servicio de alta calidad y talento humano comprometido.”

- ***Descripción del Proyecto***

El Proyecto consiste en el reemplazo de luminarias de vapor de sodio por luminarias con tecnología LED, que incluye el reemplazo de pastorales y algunas estructuras de baja tensión deterioradas, en los parques, zonas de alta afluencia de público, principales vías, lugares históricos y representativos de las ciudades del área de influencia de ENSA.

- ***Beneficios del Proyecto***

Los beneficios del proyecto se detallan a continuación:

- Mejorar el servicio de AP en las vías a implementar, de acuerdo a la normatividad vigente.
- Reducir los costos de operación y mantenimiento en AP.
- Reducir el consumo de energía por el concepto de AP.
- Mejora de la imagen institucional, con la mejora de la iluminación de vías públicas y embellecimiento de parques importantes de las ciudades, Mejorando el indicador ISCAL¹⁷.
- Reducir el riesgo de multas y sanciones por parte del organismo supervisor, en la operatividad del alumbrado público.
- Reducir la cantidad de denuncias y reclamos de los clientes por fallas en las unidades de alumbrado público.

- ***Ejecución del Proyecto***

ENSA viene realizando proyectos de mejoramiento de AP a través de convenios con Municipalidades de la región Lambayeque.

En el año 2015, se instalaron luminarias LED en el Parque de Monsefú, posteriormente en la zona de ingreso, arco y avenida Venezuela.

¹⁷ “Indicador de la Encuesta CIER que mide el Índice de Precepción de la Calidad Percibida – ISCAL.”

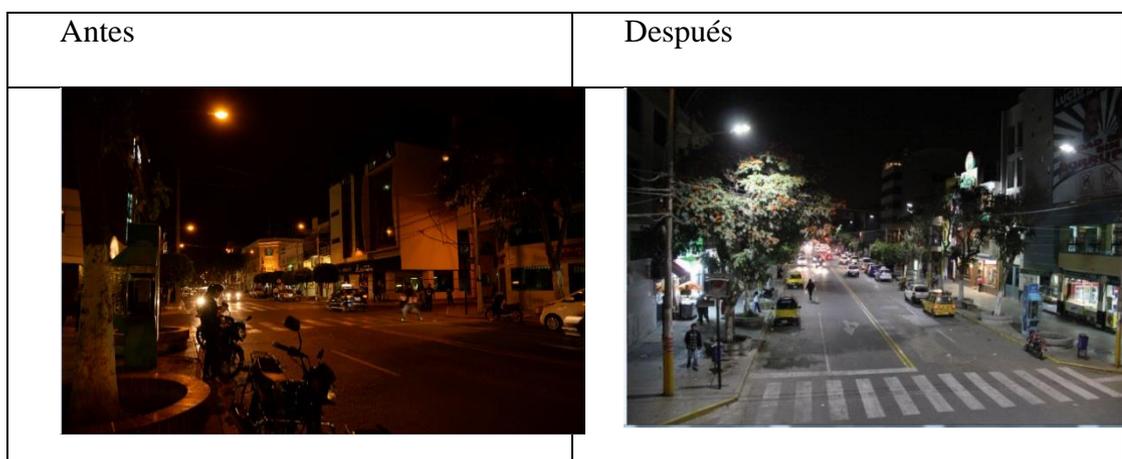
En el año 2016, se instalaron sesenta y cuatro (64) luminarias LED en el Parque principal de Chiclayo.

En el año 2017, mediante un convenio con el Gobierno Regional de Lambayeque, se realizó el mejoramiento del alumbrado público del Paseo Yortuque, en aproximadamente 2,4 kilómetros. Ese mismo año se iluminó la zona sur de ingreso a Chiclayo – Av. Víctor Raúl Haya de la Torre – 1.5 kilómetros.

A continuación, se muestran las imágenes de la Av. Victor Raúl Haya de la Torre, antes y después de la ejecución de los referidos proyectos piloto.

Gráfico 24:

Antes y Después de la Av. Victor Raúl Haya de la Torre en Chiclayo



Fuente: Archivo ENSA

En el año 2019, se suscribieron Convenios con las Municipalidades de Pimentel, Puerto Eten, Reque, y La Victoria, con un lote importante adquirido por dichos gobiernos locales y cuyo montaje estuvo a cargo de ENSA.

ENSA gestionó una compra corporativa a través de FONAFE para un periodo de 02 años de 3 300 luminarias de 250, 150, 70 W de vapor de sodio, por otras de, 150 y 100 W con tecnología LED, cuyos trabajos se ejecutaron entre el 2019 y 2020.

Es preciso mencionar que todas estas luminarias LED instaladas cuentan con el socket NEMA de 07 pines, preparados para el sistema de Telegestión.

Resumen de las luminarias LED Instaladas por nuestra empresa: 4,303 luminarias.

- Vía convenio con Municipalidades y Gobierno Regional – 1,003 luminarias LED.
- Compras corporativas FONAFE 2019-2020 – 3,300 luminarias LED.

- **Proyecto Telegestión**

Se viene gestionando a través del PITEC un Proyecto piloto para implementar la Telegestión del centro histórico de Chiclayo y posteriormente replicar en los centros históricos de las principales ciudades bajo el ámbito de la concesión de ENSA.

El proyecto es para 1,000 luminarias LED que se telegestionadas, aprovechando que las luminarias LED instaladas cuentan con el sistema NEMA - socket de 7 pines.

- **Trabajos por ejecutar en el periodo 2021- 2023**

Para los próximos años, se ha planificado reemplazar 38,000 luminarias LED de 250, 150, 70 y 50W de vapor de sodio, por otras de 150, 100 y 55W con tecnología LED, durante los periodos 2021 y 2022.

Tabla 14:

Distribución de la compra de las luminarias LED

ITEM	DESCRIPCION	2020	2021	2022	SUB TOTAL
1	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PUBLICO CON TECNOLOGIA LED PARA VIA TIPO I DE 140 A 150 W	300	2,100	1,900	4,300
2	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PUBLICO CON TECNOLOGIA LED PARA VIA TIPO II DE 90 A 100 W	3,000	10,200	9,800	23,000
3	LUMINARIA PARA ALUMBRADO PUBLICO CON TECNOLOGIA LED PARA VIA TIPO III DE 50 A 55 W	-	7,100	6,900	14,000
	TOTAL	3,300	19,400	18,600	41,300

Fuente: Resumen Ejecutivo del Proyecto ENSA

Tabla 15:

Distribución por Unidad de Negocio (UUNN)

UUNN	N° INSTALACIONES LED			
	2020	2021	2022	SUB TOTAL
CHICLAYO	2,362	12,150	12,150	26,662
SUCURSALES	602	3,625	3,225	7,452
CAJAMARCA	336	3,625	3,225	7,186
TOTAL	3,300	19,400	18,600	41,300

Fuente: Resumen Ejecutivo del Proyecto ENSA

- **Inversión**

La inversión para el mejoramiento del alumbrado público contempla la adquisición de las luminarias LED, servicio de cambio/instalación de las luminarias y otros para garantizar la continuidad del servicio, tales como cambio de postes deteriorados, pastorales, redes de alumbrado público entre otros donde fuese necesario.

La inversión valorizada en dólares americanos para el cambio/instalación de luminarias LED, sin contemplar la telegestión, que se está gestionando a través del PITEC con pilotos especialmente para los centros históricos de las principales ciudades del ámbito de concesión de ENSA.

Tabla 16:

Detalle de la Inversión por UUNN

UUNN	Costo de Luminaria LED	Costo del servicio	Otros	SUB TOTAL
CHICLAYO	5,033,785.60	666,550.00	99,982.50	5,800,318.10
SUCURSALES	894,240.00	186,300.00	27,945.00	1,108,485.00
CAJAMARCA	646,740.00	179,650.00	26,947.50	853,337.50
TOTAL	6,574,765.60	1,032,500.00	154,875.00	7,762,140.60

Fuente: Resumen Ejecutivo del Proyecto ENSA

5.2.2. Proyecto de Mejoramiento del Parque de Alumbrado Público utilizando tecnología LED en Hidrandina S.A.

- ***Descripción de la Empresa***

Hidrandina S.A., constituida en “1983, está dedicada a la distribución y comercialización de energía eléctrica. Está presente en las regiones de Ancash, La Libertad y parte de Cajamarca. Forma parte del Grupo Distriluz. Tiene como misión aportar al plan de desarrollo sostenible del país a través del compromiso de satisfacer las necesidades de energía eléctrica de sus usuarios con un servicio de alta calidad y talento humano comprometido.”

- ***Descripción del Proyecto***

El Proyecto consiste en la instalación de luminarias LED, financiado con recursos propios; con características y marcas diversas; algunas de ellas con telegestión. Se ha priorizado la instalación de luminarias en vías importantes, óvalos e intercambio vial y las plazas principales de Trujillo, Moche, Huamachuco, Chimbote y Cajamarca, conforme se detalla a continuación:

Tabla 17:*Detalle de los equipos instalados por HIDRANDINA en vías principales*

LOCALIDAD	LUMINARIA; DRIVER; SOCKET				TELEGESTION			OBSERVACION
	LUMINARIA	FAROL	DRIVER (Reactor electrónico): Protocolo- Tele gestión	NEMA 7 PINES	INDIVIDUAL	PLC	CONCENTRADOR	
CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO	641	540	0 A 10	SI	244			También se auto agrupan (Radiofrecuencia)
CARRETRA AEROPUERTO	54		0 A 10	SI	PREPARADA			
INTERCAMBIO VIAL VICTOR RAUL	44		BASICO		NO			
OVALO HUANCHACO	24		BASICO		NO			
OVALO LA MARINA	24		BASICO		NO			
OVALO PAPAL	12		BASICO		NO			
PLAZA DE ARMAS MOCHE	8		BASICO		NO			
CHIMBOTE	185		PREPARADA		NO			
HUAMACHUCO	16		BASICO		NO			
CAJAMARCA	32	40	BASICO		NO			

Fuente: Resumen Ejecutivo del Proyecto HIDRANDINA

Como se puede observar, el proyecto contempla la instalación de 1,040 luminarias LED, 540 faroles LED y 244 tarjetas de telegestión en las localidades de mayor densidad poblacional.

Así mismo, se ha realizado instalación de luminarias LED en áreas importantes de localidades con mayor densidad poblacional, suscribiendo convenios interinstitucionales con las Municipalidades de Huaraz; Huamachuco y Virú, conforme se muestra a continuación:

Tabla 18:*Detalle de los equipos instalados por HIDRANDINA en Convenio con Municipios*

LOCALIDAD	LUMINARIA; DRIVER; SOCKET				TELEGESTION			OBSERVACION
	LUMINARIA	FAROL	DRIVER	NEMA 7 PINES	INDIVIDUAL	PLC	CONCENTRADOR	
PLAZA VIRU	22		BASICO	NO				Conectado a red ap.
PLAZA HUAMACHUCO		112	BASICO	NO				Con medición
HUARAZ	61							

Fuente: Resumen Ejecutivo del Proyecto HIDRANDINA

Como se puede advertir, se han instalado 83 luminarias LED y 112 faroles, haciendo un total de 195 equipos de luz en Convenio con las Municipalidades.

HIDRANDINA acaba de suscribir un Convenio con la Municipalidad Provincial de Trujillo para instalar tecnología LED en las principales plazas de la ciudad; los equipos serán proporcionados por ellos y la empresa se compromete al montaje y mantenimiento.

- ***Adquisición de Luminarias LED***

A la fecha se encuentra en la etapa de evaluación en FONAFE el proceso de compra corporativa para la adquisición de 46,360 luminarias LED para HIDRANDINA en todas las potencias homologadas y preparadas para tele gestión. Según el cronograma del proceso publicado en le SEACE, la buena pro se otorgará al postor ganador el 15 de enero 2021.

- ***Beneficios del Proyecto***

Con el objetivo de garantizar la continuidad del servicio de alumbrado público que brinda HIDRANDINA se viene ejecutando el proyecto de mejora a través de actividades de instalación y mantenimiento de luminarias LED en las principales localidades dentro de su área de concesión, con la consecuente mejora de los niveles lumínicos y optimizar el uso de la energía por este concepto.

El Proyecto contribuye a la mejorar la seguridad ciudadana y reducir los índices de criminalidad en la ciudad de Trujillo, debido a la mayor luminancia de los equipos LED e incide en una mejor percepción de la calidad de AP por parte de los usuarios del servicio.

El cambio progresivo de las luminarias con tecnología LED que viene llevando a cabo la empresa HIDRANDINA contribuye con el objetivo de eficiencia energética y optimiza los costos de operación y mantenimiento; acorde a los objetivos trazados en el Plan Estratégico de la empresa.

Actualmente el centro Histórico de Trujillo está iluminado con tecnología led de acuerdo a detalle:

- Luminaria Farola Led de Alumbrado Público Ornamental de 75w
Cantidad: 540 unidades

- Luminaria Led de Alumbrado Público de 108w
Cantidad: 18 unidades
- Luminaria Led de Alumbrado Público de 142w
Cantidad: 337 unidades
- Luminaria Led de Alumbrado Público de 213w
Cantidad: 253 unidades

Gráfico 25:

Iluminación de la Plaza de Armas de Trujillo



Fuente: Resumen Ejecutivo del Proyecto HIDRANDINA

Resumen de Buenas Prácticas en el Perú:

Como parte de las experiencias y buenas prácticas de las ED presentadas en el presente trabajo de investigación, las empresas a cargo del servicio de AP han privilegiado la calidad de servicio y la mejora en la percepción de usuarios para promover proyectos de sustitución de las luminarias por tecnología LED y el desarrollo del proyectos de telegestión, a través de convenios interinstitucionales suscritos con las Municipalidades y Gobiernos Regionales, orientados a mitigar el impacto económico de los sobrecostos incurridos por la falta de reconocimiento de dicha inversión en la tarifa y cumplir objetivos de seguridad y ornato, disociados del rol de una empresa de distribución y comercialización de energía eléctrica.

5.2.3. Entrevistas de profundidad realizadas a los Gerentes Generales de las ED

Con la finalidad de obtener información de fuente directa, se realizaron tres (03) entrevistas a profundidad a los Gerentes Generales de las empresas distribuidoras de electricidad bajo el ámbito de FONAFE más representativas, con el objetivo de establecer un común denominador en la problemática del servicio de AP que brindan las EDE dentro de sus zonas de concesión y conocer de fuente directa las acciones que se vienen implementando en el corto plazo para la mejora del servicio de AP.

En la siguiente matriz, se resumen los aspectos principales de las entrevistas realizadas:

Tabla 19:

Resumen de las Entrevistas de profundidad.

Nombre	Javier Muro Rosado	Martín Salazar Rojas	Paul Rodríguez Ochoa
Cargo	Gerente General	Gerente General	Gerente General
Empresa	Grupo Distriluz	Electro Oriente	SEAL
Nro de Clientes	* Ensa = 405,189 * Enosa = 519,370 * Hidrandina = 951,247 * Electro Centro = 860,249	500,614	444,197
Resúmen	Indica que la problemática principal en la prestación del servicio de alumbrado público, es que el servicio no sintoniza con la necesidad en cuanto a calidad y cantidad que necesita la comunidad. Asimismo, indicó que la problemática existe a falta de suministrar niveles de iluminación nocturna acorde con las normas técnicas (parámetros) de calidad que existen, así como en el alcance. Por último, precisa que el servicio de alumbrado público, la tecnología led y la telesgestión, amortigua la brecha de ahorro, al ser más económica y menos onerosa.	Precisa que las problemáticas principales en la prestación del servicio de alumbrado público, son "EL Reconocimiento de Inversiones en AP en el VAD" y "El reconocimiento tarifario de las alícuotas de AP"; esto porque dependen mucho de la tecnología que escojan para cumplir adecuadamente con estos reconocimientos, ya que el cumplimiento de estas normas limita los niveles de iluminación y afecta la calidad del servicio, además de otros factores importantes. Por ende, la distribuidora está dando preferencia a las revisiones de la tecnología de luminarias tipo led, al tener mayor tiempo de vida, mayor iluminación por wattio, mejor resolución de calidad de luz, y por último tener más ventaja de poner más puntos por la misma alícuota.	Explica que la problemática en la prestación del servicio de alumbrado público, como más relevante es el " El reconocimiento tarifario de las alícuotas de AP" y como segundo más relevante "El reconocimiento de Inversiones en AP en el VAD"; los factores que incluyen en estas problemáticas son los reclamos/solicitudes de los usuarios en la ampliación de instalaciones de AP en todo las vías de acceso, de modo que es muy complejo que mejoren este servicio, ya que no es reconocido dentro de la tarifa y no tienen ninguna obligación normativa en algunos casos. Por lo que, realizan programas de mantenimiento preventivo para mejorar la gestión de sus activos de alumbrado público y realizan la compra de iluminarias LED. Por otro lado, están mejorando la percepción del servicio haciendo planes de iluminación de principales avenidas y por último están realizando convenios con las municipalidades, para que no autoricen construcciones que incumplen normas o estén en zonas no seguras.

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Existe una coincidencia de opiniones entre los Gerentes Generales entrevistados, en que la problemática de mayor relevancia en la prestación del servicio de alumbrado público que brindan las empresas distribuidoras de electricidad radica en el régimen regulatorio vigente, principalmente por la ausencia del reconocimiento de los costos asociados a la ejecución de los proyecto de mejoramiento integral de los parques de AP que administran las empresas y en el traslado de dichos costos a los usuarios finales, a través del régimen de alícuotas, cuyos criterios de actualización

no consideran la eficiencia energética que brinda la tecnología existente en el mercado.

Los atributos clave del servicio de alumbrado público, tales como prestación de un servicio de calidad, Embellecimiento urbano y seguridad ciudadana; se encuentran disociados del rol que cumplen las EDE en la estructura del mercado regulado vigente, por lo que urge crear los incentivos necesarios para que las EDE elaboran sus planes de mejora y mantenimiento de sus parques de AP, no sólo para cumplir con las tolerancias técnicas que fiscaliza el Osinergmin, sino que dichos planes se fortalezcan con el impacto en el servicio que dichos atributos significan.

Con relación a los cargos adicionales por eficiencia energética e innovación tecnológica reconocidos en el VAD vigente, derivados de los proyectos de telegestión de AP de la mayoría de las EDE, la eficiencia energética y tecnológica de las luminarias LED y de los sistemas de telegestión no deberían someterse a un proyecto piloto porque son tecnologías conocidas en otros países, bastaría un benchmarking de dichas experiencias, para que el ente regulador reconozca dicha inversión como parte de los sistemas de distribución que administran las EDE.

Hoy por hoy, a pesar de que no existe un incentivo regulatorio para las EDE que reconozca el CAPEX y el OPEX en proyectos de modernización del AP, existe el incentivo de la mejora de la percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios, dado que un servicio de AP de calidad impacta de manera positiva en la satisfacción de los clientes, por lo tanto, el reconocimiento tarifario es importante, pero no debería ser un cuello de botella para que la ejecución de proyectos de eficiencia energética en AP, porque el aporte a la mejora en la calidad del servicio paga la factura.

En el Anexo N°2 del presente trabajo de investigación, se transcriben las entrevistas realizadas.

CAPÍTULO VI. OPCIONES TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.

6.1. Tipo de luminaria para alumbrado público.

6.1.1. Lámparas de haluro metálico

Este tipo de luminarias se conoce también con el nombre de lámpara de aditivos metálicos o lámparas de mercurio halogenado que contienen en su composición: vapor de mercurio a alta presión y halogenuros (Dyprosio, Holmio y Tulio). Estos metales son vaporizados cuando entra en funcionamiento la lámpara, facilitando que la luz se disperse.

6.1.2. Lámparas de sodio

- *Lámparas de sodio de alta presión*

Este tipo de lámparas funcionan con la mezcla de alta temperatura, alta presión y agresiones químicas producidas por el sodio dentro del tubo de descarga.

- *Lámparas de sodio de baja presión*

Al contrario de las lámparas de sodio de alta presión, éstas requieren -como su nombre lo dice- de baja presión para su funcionamiento. Se distingue por su consumo eficiente de energía y funciona cuando se produce la descarga eléctrica dentro del tubo causando una radiación visible en forma de U que no necesita de un precalentamiento para funcionar porque tiene un arranque en frío.

6.1.3. Luminarias de diodos emisores de luz (LED)

También conocidas como luminarias LED por sus siglas en inglés: Light emitting diode, es un artefacto integrado que usa un diodo emisores de luz como fuente.

Está compuesto de metales semiconductores que son atravesados por corriente eléctrica para liberar fotones, su principal ventaja radica en que puede

reemplazarse los diodos LED de forma separada o independiente de sus demás componentes, además de presentar muchas variedades en el mercado eléctrico.

Gráfico 26:
Tipo de lámparas o luminarias para alumbrado público

TIPO DE LÁMPARA	IMAGEN
Haluro metálico ¹⁸	
Sodio de alta presión ¹⁹	
Sodio de baja presión ²⁰	
Diodos emisores de luz (LED) ²¹	

Fuente: Elaboración propia

6.2. Diferencia entre iluminación LED y convencional

La evolución tecnológica en materia de alumbrado público, e iluminación en general, ha estado orientada a búsqueda constante de la eficiencia bajo varios criterios

¹⁸ Imagen tomada de www.mercantilleon.bejoyces.com, empresa importadora de productos y materiales diversos.

¹⁹ Imagen tomada del video “Lámpara de Vapor de sodio de alta presión” febrero de 2017, del canal de YouTube de Carlos Prieto Trujillo https://www.youtube.com/watch?v=B_aGZpo70-k

²⁰ Imagen tomada de www.sparksdirect.co.uk, empresa distribuidora de materiales eléctricos.

²¹ Imagen tomada de <https://www.lighting.philips.com.pe.empresa> fabricantes de productos eléctricos.

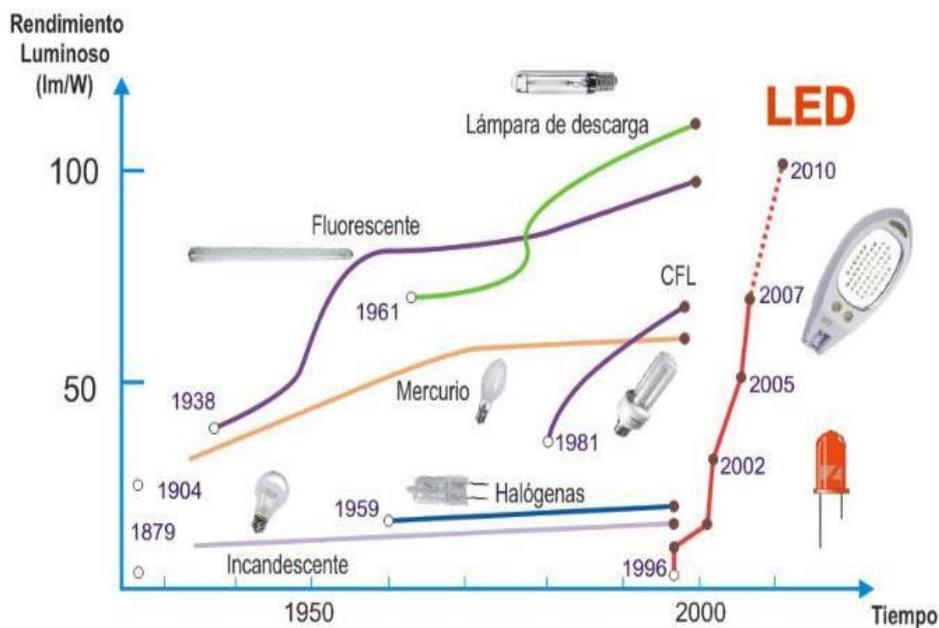
entre los que encontramos: mayor iluminación, menor consumo de energía, menor mantenimiento y mayor vida útil.

6.2.1. Desarrollo tecnológico

En un promedio de 150 años la tecnología para alumbrado se desarrolló lento respecto a la evolución de la tecnología LED, que desde su aparición ha tenido un vertiginoso desarrollo.

Gráfico 27:

Evolución de tecnologías de alumbrado



Fuente: “Foro eficiencia y nuevas tecnologías. Osinergmin (2013)”

6.2.2. Rendimiento luminoso

Entre el universo de luminarias, las luminarias de vapor de sodio de baja presión y las luminarias LED son las que demuestran el mayor rendimiento luminoso y, por ende, mayor eficiencia en el consumo eléctrico.

Tabla 20:

Rendimiento de las tecnologías de iluminación en alumbrado público

SISTEMA DE ALUMBRADO	VIDA ÚTIL	RENDIMIENTO
INCANDESCENCIA		
LÁMPARA INCANDESCENTE	1.000h	12-18lm/W
HALÓGENA	2.000h	18-22lm/W
LÁMPARA DE DESCARGA		
VAPOR DE MERCURIO DE BAJA PRESIÓN	5.000-15.000h	38-91LM/W
VAPOR DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN (VMAP)	8.000h	40-60lm/W
VMAP-luz de mixta	6.000h	20-60lm/W
VMAP-HALÓGENUROS METÁLICOS	9.000h	60-95lm/W
VAPOR DE SODIO DE BAJA PRESIÓN	6.00-8.00h	160-180lm/W
VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	8.00-12.000h	130lm/W
LÁMPARA FLUORESCENTE COMPACTA	8.00h	60lm/W
PLASMA		
PLASMA	30.000h	85lm/W
ILUMINACIÓN DE ESTADO SÓLIDO		
LEDs	≥100.000h	≥160lm/W (y creciendo)

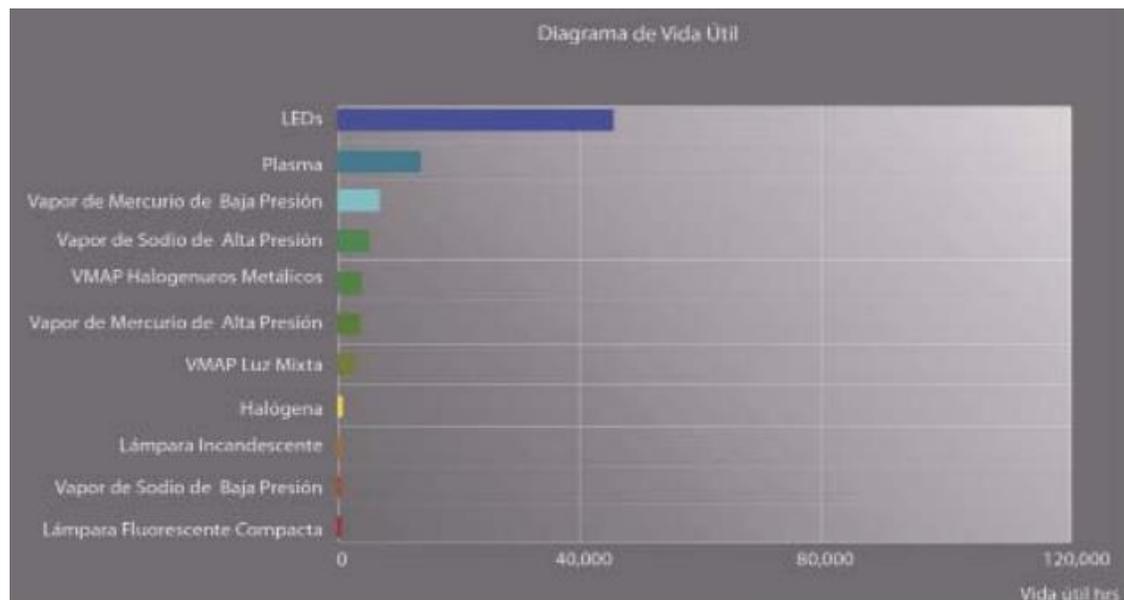
Fuente: Manual de Iluminación Vial. (México - 2015)

6.2.3. Tiempo de vida útil.

Las luminarias LED son las que, respecto al universo, presentan mayor tiempo de vida útil, antes de presentar fallas o reducir su luminosidad. Respecto a su mantenimiento, presenta una vida útil promedio de 50 mil horas con los cuidados básicos.

Gráfico 28:

Vida útil según las tecnologías de iluminación en alumbrado público



Fuente: Manual de Iluminación Vial. (México - 2015)

6.3. Tecnologías de alumbrado público inteligente.

Los mayores esfuerzos orientados a la mejora de las tecnologías de alumbrado público inteligente se vienen enfocando a la automatización de los equipos de iluminación que permitan alcanzar mayor eficiencia energética y de vidas útil de los equipos, manteniendo también un mayor control del nivel de iluminación; por ello, se ha segmentado los esfuerzos más resaltantes en cuatro grupos identificados en relación a los equipos existentes de iluminación inteligente:

6.3.1. Alumbrado público con control individual.

Este tipo de alumbrado inteligente opera con un controlador o driver que contiene un software que permite programar tanto el horario de encendido y como su nivel de potencia de iluminación. La programación puede realizarse desde su fabricación o durante su instalación, luego de lo cual serán instalados dentro de las luminarias.

Gráfico 29:

Driver con control individual



Fuente: Philips

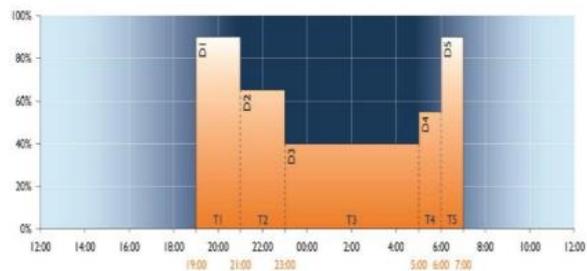


Gráfico 30:

Driver instalado en la luminaria.



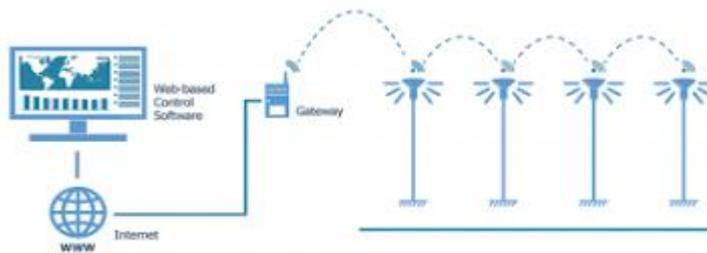
Fuente: Philips

6.3.2. Alumbrado público con control grupal.

En este tipo de luminarias el driver puede instalarse en la subestación que alimenta el alumbrado público, en un circuito o en sus ramales. Tiene el mismo funcionamiento del alumbrado público con control grupal, pero su diferencia radica en su alcance y en la tecnología del controlador.

Gráfico 31:

Control grupal de luminarias



Fuente: Mosingenieros. TVILIGHT alumbrado público inteligente

Gráfico 32:

Tipos de controladores grupales.



Fuente: TVilight.com

6.3.3. Alumbrado público presencial.

En este tipo de iluminación se usan sensores que permiten la detección de personas en un radio de 20 metro de longitud o de vehículos circulando a menos de 30 Km/h y actúa aumentando la iluminación cuando detecta alguna presencia, optimizando su programación en lugares donde existe poco tránsito nocturno.

Gráfico 33:

Funcionamiento del alumbrado público presencial



Fuente: TVilight.com

6.3.4. Alumbrado público con telegestión.

La telegestión es un sistema que permite gestionar a distancia un conjunto de elementos. En el ámbito del alumbrado público, permite monitorear y controlar la infraestructura como una solución a las desviaciones de consumo y fallas a nivel operativo (las detecta).

Nestor Sebastián Díaz Díaz²² (2017) señala que “la solución se ofrece en dos modalidades: Telegestión en cabecera de cuadro eléctrico (cuadro de mando) y Telegestión punto a punto, compatibles con lámparas tradicionales y con lámparas LED. Según la tecnología en la que se basa la comunicación entre el centro de mando y cada luminaria podemos diferenciar fundamentalmente 2 tipos de sistemas: (PLC) y Radiofrecuencia (RF). La Telegestión no necesita de un servidor propio ni de infraestructura de comunicaciones adicionales: toda la información se ofrece de manera personalizada y segura a través de internet. Beneficios:- Detección de las desviaciones en el consumo en tiempo real.- Optimizado de encendidos y apagados de luminarias.- Control del consumo eléctrico.- Entre otras.” (Díaz Díaz, 2017).

²² Díaz Díaz, N. (2017) *Telegestión en alumbrado público* <https://cmcm2017.sociallab.com/challenges/cmcm-energiainteligente/idea/42331> (26/12/2020; 21:32 h).

6.3.5. Evaluación de las tecnologías de telegestión

Tabla 21:

Evaluación de las tecnologías de telegestión.

Tecnología	Costo Inicial	Costo Continuo	Confiabilidad	Seguridad	Consumo	Latencia	Ancho de banda	Madurez del mercado	
Banda estrecha	Sidfox	Muy Bajo	Muy Bajo	Medio-Alto	Medio	Muy bajo	Muy Alto	Muy Bajo	En Desarrollo
	LoRa	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Muy bajo	Alto	Bajo	En Desarrollo
	RPMA	Medio	Bajo-Medio	Medio-Alto	Medio	Muy bajo	Medio-Alto	Bajo	En Desarrollo
Banda Media	PLC	Bajo	Medio	Alto	Alto	Muy bajo	Medio	Bajo	En Desarrollo
	RF Mesh	Muy Bajo	Bajo	Medio-Alto	Medio-Alto	Bajo	Medio	Medio	En Desarrollo
Banda Ancha	3G/4G Celular	Bajo	Medio-Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Alto	En Desarrollo
	Wifi	Medio-Alto	Muy Bajo	Medio	Bajo-Medio	Medio Alto	Bajo	Alto	En Desarrollo

Fuente: “Informe definitivo de implementación de proyecto piloto del Sistema de Telegestión para tecnología LED de alumbrado público (AP) para Electro Ucayali S.A.” (2019)

Elaborado por: Laub & Quijandría Energy Group y P&C Ingenieros Contratistas y Consultores S.A.C.

El cuadro precedente forma parte del Informe definitivo de implementación de proyecto piloto del Sistema de tele gestión para tecnología LED de alumbrado público (AP) para Electro Ucayali S.A. elaborado el 2019. En él se detalla los requisitos básicos para siete aplicaciones de Smart City comparadas con las características de la tecnología de redes más relevantes en la actualidad y se somete a la siguiente evaluación:

- Las opciones de banda estrecha incluyen la red Sigfox, el estándar abierto LoRa WAN y la tecnología de acceso múltiple de fase aleatoria (RPMA). Tiene costos muy bajos y al igual que el costo de servicio. La duración de la batería es 10 o más años.
- Las soluciones Sigfox, LoRa, RPMA y RF Mesh usan el espectro sin licencia y sin costo. La tecnología Sigfox garantiza un ancho de banda muy bajo. La RPMA posee un costo adelantado en los Access Point y llega a un rango de cobertura de hasta 20 km capaz de cubrir gran parte de Pucallpa. La PLC es más seguro que las opciones de red inalámbrica y requiere un concentrador por cada subestación.
- Las opciones de banda ancha cuestan más que las soluciones de banda estrecha o media y, en muchos casos, brindarán más funciones de las necesarias.

En ese sentido, se precisa que tanto LoRa como RPMA, ofrecen beneficios importantes a nivel de banda no licenciada y permiten tener mayor flexibilidad en la optimización del número de concentradores; entonces, dado que el alcance de la tecnología RPMA (20 km) es superior que LoRa (1 km), se recomienda optar por la tecnología RPMA.

CAPÍTULO VII. DESARROLLAR Y VALIDAR LA PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AP EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.

7.1. Precios de alumbrado público a aplicarse en el proceso facturación del II semestre 2020 de Electro Ucayali S.A.

Se solicito a la empresa Electro Ucayali, todos los montos facturados del mes de enero a diciembre de año 2020, el número de suministros por sistemas eléctricos y el número de clientes por rango de consumo, todo ello con el propósito de calcular la Alícuota del último semestre del año 2020, de acuerdo a la “Resolución Ministerial N° 074-2009MEM/DM, que establecen disposiciones aplicables para el cálculo del porcentaje máximo de facturación por el servicio de alumbrado público.”

Tabla 22:

Cálculo del FTOP

Item	Nombre Sistema Eléctrico	Unidad	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
1	Venta y Facturación Energía, Potencia y cargos fijos clientes regulados	S/	14,824,116	13,612,471	13,484,137	12,646,728	11,791,045	10,677,735	13,087,335	14,260,139	14,235,203	15,256,016	15,314,474	15,052,226
2	Venta y Facturación Energía, Potencia y cargos fijos clientes Libres de ELUC	S/	103,223	103,914	82,646	54,454	51,354	48,872	87,597	194,935	147,540	212,618	204,656	224,739
3	Transferencias MCTER	S/	607,064	604,660	604,660	604,660	562,483	562,483	562,483	665,281	665,281	665,281	719,472	719,472
4	Transferencias FOSE	S/	- 165,510	- 171,712	- 190,309	- 194,397	- 198,568	- 193,134	- 200,850	- 208,293	- 135,722	- 132,721	- 129,791	- 283,328
5	MCUR	S/	39,708	38,911	42,254	25,655	9,357	- 132,671	- 201,730	- 112,892	2,758	9,713	12056	13,447
6	MCSA	S/	132,151	175,424	237,523	226,739	222,196	248,516	278,593	233,084	233,084	260,111	274,982	262,417
7	Alumbrado Público	S/	577,215	507,106	509,418	494,105	467,889	457,359	577,670	617,231	580,710	636,961	604921	611,207
8	Clientes Libres de Terceros	S/	168,257	110,192	161,098	136,477	137,013	149,836	165,356	165,200	165,717	168,295	174,578	178,317
Total Mensual			S/ 16,286,224	14,980,966	14,931,427	13,994,420	13,042,768	11,818,994	14,356,454	15,814,685	15,894,571	17,076,273	17,175,347	16,778,496
Total Semestral Móvil			S/						85,054,800	83,125,030	83,958,749	84,921,893	88,003,746	92,136,324

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

El FTOP, es “el monto total facturado del semestre móvil, calculado como la suma de los montos totales facturados de los últimos 6 meses anteriores al mes de facturación, incluyendo la facturación de los clientes libres atendido por las Generadoras dentro de las áreas de concesión de Electro Ucayali S.A.”

Tabla 23:

Cálculo del FALP

Nombre Sistema Eléctrico	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Pucallpa	516,808.79	511,371.42	511,371.42	510,609.91	510,609.91	516,957.24	531,243.63	538,515.77	539,995.01	543,821.62	545,399.45	561,181.72
Campo Verde	12,917.50	12,794.88	12,794.88	12,679.94	12,679.94	12,837.20	13,184.73	13,335.73	13,448.93	13,560.50	13,605.29	13,990.68
SER Campo Verde	39,598.47	39,170.33	39,170.33	39,104.49	39,104.49	39,597.81	40,682.64	41,201.40	44,421.61	44,837.26	45,066.87	46,412.17
Aguaytia	27,974.56	27,725.41	27,725.41	27,711.60	27,725.41	28,077.14	28,872.33	29,332.82	29,412.82	29,616.10	30,498.78	30,581.23
SER Aguaytia	24,727.21	24,497.91	24,497.91	24,399.16	24,399.16	24,571.01	25,387.61	25,748.72	25,813.55	26,002.49	26,063.29	26,807.41
Atalaya	12,448.32	12,499.92	12,499.92	12,471.77	12,471.77	12,501.02	11,105.42	12,498.74	12,885.01	12,396.50	12,887.42	13,453.07
SER Atalaya	539.95	545.32	545.32	537.26	537.26	538.52	478.04	537.01	549.49	526.30	544.32	566.75
SER Purús	980.51	980.51	993.94	993.94	993.94	993.94	886.77	1,009.58	1,035.78	992.08	1,034.21	1,082.49
Monto total mensual	635,995	629,586	629,599	628,508	628,522	636,074	651,841	662,180	667,562	671,753	675,100	694,076
Monto total del semestre							3,788,284	3,804,129	3,836,724	3,874,687	3,917,931	3,964,509

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

El FALP, es “el monto total máximo del semestre móvil por el servicio de alumbrado público, calculado como la suma del producto del número de suministros (N), multiplicado por el correspondiente factor KALP y el respectivo precio medio por el servicio de alumbrado público (PMAP).”

Tabla 24:

Factores KALP

Sector	KALP kW.h/usuario-mes
2	11
3	11
4	7.4
5	6.3
Especial	4.7

Fuente: Osinergmin.

Tabla 25:

Consumo por Rangos

Item	Rango de Consumo	Factor	Numero de Clientes											
			Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
1	<=30 kWh	1	24,201.00	24,703.00	24,703.00	24,703.00	24,703.00	24,132.00	24,132.00	25,258.00	24,096.00	24,887.00	23,631.00	23,854.00
2	>30; <=100 kWh	7	29,949.00	28,587.00	28,587.00	28,587.00	28,587.00	30,509.00	30,509.00	28,765.00	27,692.00	28,368.00	27,248.00	28,588.00
3	>100; <=150 kWh	12	14,450.00	14,577.00	14,577.00	14,577.00	14,577.00	14,464.00	14,464.00	14,557.00	14,902.00	14,947.00	15,463.00	15,347.00
4	>150; <=300 kWh	25	15,972.00	16,338.00	16,338.00	16,338.00	16,338.00	15,697.00	15,697.00	16,848.00	17,868.00	17,501.00	18,537.00	17,875.00
5	>300; <=500 kWh	35	5,372.00	5,600.00	5,600.00	5,600.00	5,600.00	5,312.00	5,312.00	5,361.00	5,869.00	5,789.00	6,300.00	6,099.00
6	>500; <=750 kWh	70	2,215.00	2,344.00	2,344.00	2,344.00	2,344.00	2,152.00	2,152.00	2,013.00	2,291.00	2,237.00	2,471.00	2,389.00
7	>750; <=1,000 kWh	80	1,014.00	1,029.00	1,029.00	1,029.00	1,029.00	1,018.00	1,018.00	860.00	1,005.00	988.00	1,123.00	1,097.00
8	>1,000; <=1,500 kWh	120	858.00	925.00	925.00	925.00	925.00	883.00	883.00	727.00	842.00	864.00	957.00	930.00
9	>1,500; <=3,000 kWh	140	827.00	853.00	853.00	853.00	853.00	819.00	819.00	632.00	708.00	704.00	814.00	805.00
10	>3,000; <=5,000 kWh	150	276.00	266.00	266.00	266.00	266.00	249.00	249.00	211.00	253.00	241.00	303.00	285.00
11	>5,000; <=7,500 kWh	250	135.00	134.00	134.00	134.00	134.00	108.00	108.00	102.00	98.00	107.00	111.00	114.00
12	>7,500; <=10,000 kWh	300	62.00	67.00	67.00	67.00	67.00	39.00	39.00	56.00	62.00	48.00	61.00	62.00
13	>10,000; <=12,500 kWh	400	34.00	32.00	32.00	32.00	32.00	23.00	23.00	32.00	38.00	39.00	37.00	34.00
14	>12,500; <=15,000 kWh	500	31.00	33.00	33.00	33.00	33.00	16.00	16.00	26.00	20.00	20.00	25.00	32.00
15	>15,000; <=17,500 kWh	700	26.00	27.00	27.00	27.00	27.00	11.00	11.00	8.00	16.00	18.00	16.00	14.00
16	>17,500; <=20,000 kWh	900	10.00	17.00	17.00	17.00	17.00	7.00	7.00	14.00	11.00	14.00	16.00	14.00
17	>20,000; <=25,000 kWh	1100	25.00	18.00	18.00	18.00	18.00	15.00	15.00	22.00	16.00	20.00	23.00	15.00
18	>25,000; <=30,000 kWh	1250	11.00	17.00	17.00	17.00	17.00	6.00	6.00	7.00	17.00	15.00	13.00	11.00
19	>30,000; <=50,000 kWh	1500	26.00	25.00	25.00	25.00	25.00	18.00	18.00	24.00	23.00	20.00	26.00	29.00
20	>50,000; <=75,000 kWh	1750	16.00	17.00	17.00	17.00	17.00	8.00	8.00	19.00	18.00	18.00	17.00	14.00
21	>75,000; <=100,000 kWh	2000	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	1.00	1.00	4.00	6.00	7.00	7.00	6.00
22	>100,000; <=200,000 kWh	3000	6.00	7.00	7.00	7.00	7.00	4.00	4.00	3.00	4.00	5.00	5.00	6.00
23	>200,000; <=400,000 kWh	4000	6.00	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00
24	>400,000 kWh	5000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 26:

Cálculo del PALP

Concepto	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
	ene-2020 a jun-2020	feb-2020 a jul-2020	mar-2020 a ago-2020	abr-2020 set-2020	may-2020 a oct-2020	jun-2020 nov-2020
FALP (Soles)	3,788,284	3,804,129	3,836,724	3,874,687	3,917,931	3,964,509
FTOT (Soles)	85,054,800	83,125,030	83,958,749	84,921,893	88,003,746	92,136,324
PALP = FALP/FTOT	4.45%	4.58%	4.57%	4.56%	4.45%	4.30%

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

El PALP, es el porcentaje máximo de facturación por el servicio de alumbrado público.

Tabla 27:

Importe de Facturación por cliente (S/.)

CONCEPTO	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Máx. importe teórico según PALP (S/.)	639,426.82	723,742.39	726,345.69	779,130.14	764,647.34	721,957.40
Máx. importe según consumo AP (S/.)	577,669.84	617,230.83	580,710.41	636,960.51	604,920.52	611,207.49
Importe de Facturación por cliente (S/.)	577,550.86	616,564.13	581,094.34	636,473.72	605,653.15	611,558.83

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

De acuerdo al análisis realizado en el cálculo del importe de facturación por cliente en AP podemos afirmar que se está reconociendo el 100% del importe consumido, debido que el máximo importe según consumo AP es menor que máximo. importe teórico según PALP.

Realizamos una simulación incrementando el parque de alumbrado público con 3,400 luminarias LED de 90W sumando una potencia instalada de 306.00 kW que representa un consumo anual de 1,211,760 MWh y esto a su vez genera un ingreso de S/ 739,173.60 por AP, se tiene como resultado que se reconocería el 100% del importe consumido por AP por cumplirse con lo indicado en el párrafo anterior.

Tabla 28:

Simulación del Importe de Facturación por cliente (S/.)

CONCEPTO	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20
Máx. importe teórico según PALP (S/.)	639,392.00	723,345.25	725,964.86	778,552.31	764,180.37	721,712.87
Máx. importe según consumo AP (S/.)	639,267.64	678,828.63	642,308.21	698,558.31	666,518.32	672,805.29
Importe de Facturación por cliente (S/.)	639,214.09	678,286.66	642,855.09	698,287.71	667,188.58	673,281.09
Facturación-Importe según Consumo AP	- 53.55	- 541.97	546.88	- 270.60	670.26	475.80

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Las diferencias de la última columna se consideran para el cálculo del siguiente mes.

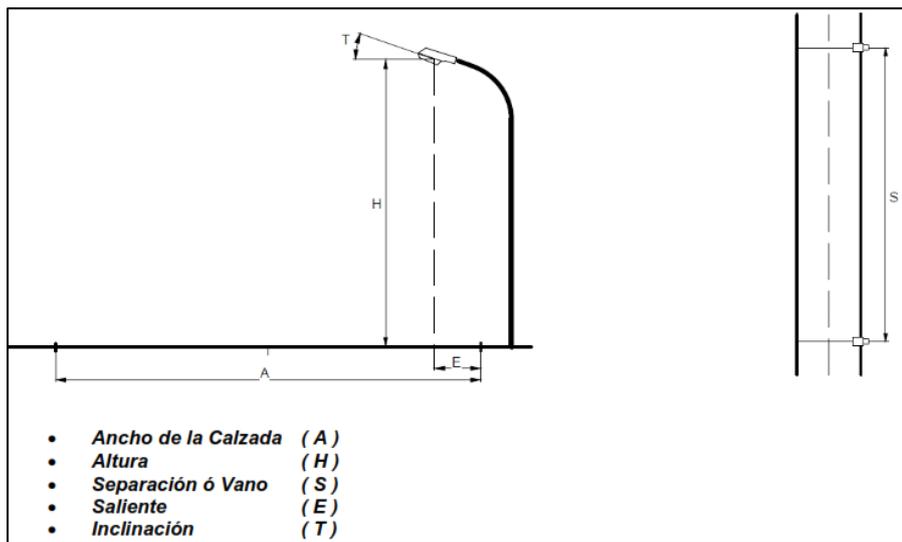
7.2. Análisis y Cálculos para las Vías a intervenir

7.2.1. Categorización de las Vías

A fin de diseñar y determinar los niveles de iluminación para las vías, éstas se han categorizado en 7 tipos de acuerdo a los datos descritos en el gráfico N° 37 Datos de Categorización de Vías.

Gráfico 34:

Datos de Categorización de Vías



Fuente: DIALux.

Las Tablas N° 28, 29 y 30 muestran los valores de categorización de vías analizadas y cuya aplicación se propone en la presente investigación exploratoria.

Tabla 29:*Categorización de vías 1 y 2*

		Categoría 1		Categoría 2			
		1	2	7	8	11	
		Av. Yarinacocha	Av. Faustino Sanchez	Av. Aviacion	Av. Aviacion2	Av. Tupac 1	
1	Características de la Vía	Unidad					
	Ancho calzada 1	mts	6.7	6.7	6.6	6.6	7.2
	Bermas	mts	1	1	3.2	3.2	2
	Ancho Calzada 2	mts	6.7	6.7	6.6	6.6	7.2
2	Características de las Estructuras						
	Arreglo de postes		Bilateral en Paralelo				
	Altura de Poste	mts	11	11	8 y 13	8 y 13	8 y 11
	Saliente lado izquierdo	mts	-0.6	-0.6	-0.3	-0.3	0.5
	Saliente lado derecho	mts	-4.4	-4.4	-1.1	-1.1	-0.5
	Pastoral 1	mts	3x3	3x3	1.5 x 1.5	1.5 x 1.5	1.5 x 1.5
	Pastoral 2	mts	3x3	3x3	1.5 x 1.5	1.5 x 1.5	1.5 x 1.5
	Inclinación Luminaria	grados	0 y 45	0 y 45	0	0	0
	Vano	mts	40	40	31	31	31
3	Luminarias						
	Número de Luminarias	Unid	147	49	126	33	61
	Potencia Actual	Watts	150	150	70	150	150

Fuente: Electro Ucayali S.A.

Tabla 30:*Categorización de vías 3 y 4*

		Categoría 3			Categoría 4			
		9	12	6	10	13	5	
		Av. Arborizacion	Av. Tupac 2	Av. Union 2	Av. Pachacutec	Av. Colonizacion 1	Av. Union 1	
1	Características de la Vía	Unidad						
	Ancho calzada 1	mts	6.6	7.2	6.6	13	10.2	11
	Bermas	mts	1	2	1			
	Ancho Calzada 2	mts	6.6	7.2	6.6			
2	Características de las Estructuras							
	Arreglo de postes		Unilateral Arriba	Unilateral Arriba	Unilateral Arriba	Unilateral Arriba	Unilateral Arriba	
	Altura de Poste	mts	8 y 13	8 y 11	8 y 13	8	8, 13 y 15	8 y 13
	Saliente lado izquierdo	mts	0.5	0.5	0.4	1	-2.3	-2.8
	Saliente lado derecho	mts						
	Pastoral 1	mts	1.5 x 1.5	1.5x1.5	1.5x1.5	1.5x1.5	1.5x1.50	1.5x1.5
	Pastoral 2	mts						
	Inclinación Luminaria	grados	15	0	15	0	15	0
	Vano	mts	32	31	28	28	31	28
3	Luminarias							
	Número de Luminarias	Unid	90	174	15	34	171	
	Potencia Actual	Watts	150	70	150	150	70	

Fuente: Electro Ucayali S.A.

Tabla 31:*Categorización de vías 5, 6 y 7*

		Categoría 5		Categoría 6		Categoría 7	
		3	4	4	4	14	14
		Av. Guillermo Sisley	Av. Saenz Peña	Av. Saenz Peña	Av. Saenz Peña	Av. Colonización 2	Av. Colonización 2
1	Características de la Vía	Unidad					
	Ancho calzada 1	mts	12.6	13.7	13.7	7.2	7.2
	Bermas	mts		14.4	14.4	2.6	2.6
	Ancho Calzada 2	mts		13.7	13.7	7.2	7.2
2	Características de las Estructuras						
	Arreglo de postes		Unilateral Abajo	Central Doble	Central Doble	Central doble	Central doble
	Altura de Poste	mts	8	8 y 11	8 y 11	8, 13 y 15	8, 13 y 15
	Saliente lado izquierdo	mts	1	-4.2	-4.2	1.7	1.7
	Saliente lado derecho	mts		-4.2	-4.2	1.7	1.7
	Pastoral 1	mts	3.4*2 - 1.5 x 1.5	3x3	3x3	3x3	3x3
	Pastoral 2	mts		3x3	3x3	3x3	3x3
	Inclinación Luminaria	grados	30	30	30	0	0
	Vano	mts	26	31	31	31	31
3	Luminarias						
	Número de Luminarias	Unid	49	209	209	74	74
	Potencia Actual	Watts	150	150	150	70	70

Fuente: Electro Ucayali S.A.

El Anexo N° 1 contiene el detalle de los perfiles de las vías a intervenir.

7.2.2. Determinación de los parámetros técnicos para las vías

La Tabla N° 31 presenta los valores técnicos, valores de luminancia, iluminancia y uniformidades elaborados en función a la categorización de las vías observadas en las Tablas N° 28, 29 y 30, que se debe aplicar en cada vía.

Tabla 32:

Valores técnicos de las vías y puntos de iluminación

Categoría	Nombre de la Vía	Características de la Vía				Poste		Características Pastorales			
		Nro de Calzadas	Ancho Calzada (A)	Promedio Vano (S)	Tipo de Vía	Tipo de Alumbrado	Disposición Postes	Altura	Dimensión (m)	Saliente (E)	Inclinación Luminaria (T)
1	Av. Yarinacocha Av. Faustino Sanchez Carrión	2	6.7	40	Colectora I - Calzada Clara	Tipo II	Bilateral Frente a Frente	14	3	-4.4	20
2	Av. Aviación_1_2 Av. Túpac 1	2	7.2	31	Colectora I - Calzada Clara	Tipo II	Bilateral Frente a Frente	14.5	1.5	-0.5	0
3	Av. Arborización Av. Túpac Amaru 2 Av. Unión 2	2	7.2	31	Colectora I - Calzada Clara	Tipo II	Unilateral Arriba	14.5	1.5	0.5	20
4	Av. Pachacútec Av. Colonización 1 Av. Unión 1	2	6.5	28	Colectora I - Calzada Clara	Tipo II	Unilateral Arriba	14.5	1.5	1	15
5	Av. Guillermo Sisley	1	12.6	26	Colectora I - Calzada Clara	Tipo II	Unilateral Abajo	11.4	3.4	1	20
6	Av. Saenz Peña	2	13.7	31	Colectora I - Calzada Clara	Tipo II	Sobre arcén central	14	3	-4.2	25
7	Av. Colonización 2	2	7.2	31	Colectora I - Calzada Clara	Tipo II	Sobre arcén central	16	3	1.7	0

Fuente: Electro Ucayali S.A.

Tabla 33:

Valores técnicos de luminancia e iluminación para el tipo de vía

Categoría	Nombre de la Vía	Luminancia (L)			Iluminancia (I)		Índice de Deslumbramiento (G)
		Media (Cd/m ²)	Uniformidad (UL)		Media (Lux)	Uniformidad Media (UI)	
			Media	Longitudinal			
1	Av. Yarinacocha Av. Faustino Sanchez Carrión	1.0 - 2.0	>= 0.4	>= 0.65	10 - 20	>= 0.4	5 - 6
2	Av. Aviación_1_2 Av. Túpac 1	1.0 - 2.0	>= 0.4	>= 0.65	10 - 20	>= 0.4	5 - 6
3	Av. Arborización Av. Túpac Amaru 2 Av. Unión 2	1.0 - 2.0	>= 0.4	>= 0.65	10 - 20	>= 0.4	5 - 6
4	Av. Pachacútec Av. Colonización 1 Av. Unión 1	1.0 - 2.0	>= 0.4	>= 0.65	10 - 20	>= 0.4	5 - 6
5	Av. Guillermo Sisley	1.0 - 2.0	>= 0.4	>= 0.65	10 - 20	>= 0.4	5 - 6
6	Av. Saenz Peña	1.0 - 2.0	>= 0.4	>= 0.65	10 - 20	>= 0.4	5 - 6
7	Av. Colonización 2	1.0 - 2.0	>= 0.4	>= 0.65	10 - 20	>= 0.4	5 - 6

Fuente: Electro Ucayali S.A.

7.2.3. Valores de potencia, luminancia e iluminación de equipos de alumbrado público.

El proceso de simulación y determinación de valores de luminancia e iluminancia, así como el tipo de lámparas y luminarias que se deben utilizar en cada una de las vías se basa en la siguiente información:

- Valores técnicos de los puntos de iluminación para vías. (Tabla N° 8.4)
- Valores técnicos de luminancia e iluminación para vías. (Tabla N° 8.5)
- Software de Simulación DIALUX v4.13.
- Lámparas al límite inferior de rendimiento (110 lúmenes por Watt) y lámparas eficientes (160 lúmenes por watt) para un mismo nivel de potencia.

En el Anexo N°3, se incluyen el detalle de simulación para las vías.

Tabla 34:

Valores técnicos de luminancia e iluminación

Categoría	Nombre	Calzada	Luminaria			Luminancia (L)					Iluminancia (I)				Observación	
			Tecnología	Potencia (W)	Eficacia (Lum/W)	Media	Máxima	Mínima	Uniformidad (UL)		Media	Máxima	Mínima	Uniformidad (UI)		
									Media	Longitudinal				Media		Extrema
1	Av. Yarinacocha Av. Faustino Sanchez Carrión	1	LED Eficiente	90	160	1.09	1.12	1.06	0.85	0.89	21.00	27.00	15.00	0.72	0.55	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		2	LED Eficiente	90	160	1.05	1.07	1.03	0.88	0.89	21.00	27.00	15.00	0.72	0.55	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		1	LED Límite Inferior de Eficiencia	90	110	0.74	0.77	0.72	0.85	0.89	14.00	19.00	10.00	0.72	0.55	No cumple con la Norma Peruana de Alumbrado Público Lum: [1-2] cd/m2
		2	LED Límite Inferior de Eficiencia	90	110	0.71	0.73	0.70	0.88	0.89	14.00	19.00	10.00	0.72	0.55	No cumple con la Norma Peruana de Alumbrado Público Lum: [1-2] cd/m2
2	Av. Aviación_1_2 Av. Túpac Amaru 1	1	LED Eficiente	90	160	1.54	1.57	1.51	0.83	0.93	26.00	31.00	20.00	0.76	0.63	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		2	LED Eficiente	90	160	1.49	1.52	1.46	0.85	0.91	26.00	31.00	20.00	0.76	0.63	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		1	LED Límite Inferior de Eficiencia	90	110	1.07	1.09	1.05	0.83	0.93	18.00	22.00	14.00	0.76	0.63	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana
		2	LED Límite Inferior de Eficiencia	90	110	1.04	1.06	1.01	0.85	0.91	18.00	22.00	14.00	0.76	0.63	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana
3	Av. Arborización Av. Túpac Amaru 2 Av. Unión 2	1	LED Eficiente	180	160	1.09	1.15	1.04	0.66	0.91	21.00	28.00	16.00	0.77	0.59	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		2	LED Eficiente	180	160	1.98	2.06	1.90	0.71	0.95	25.00	30.00	20.00	0.80	0.66	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		1	LED Límite Inferior de Eficiencia	180	110	0.75	0.79	0.71	0.66	0.91	15.00	19.00	11.00	0.77	0.59	No cumple con la Norma Peruana de Alumbrado Público Lum: [1-2] cd/m2
		2	LED Límite Inferior de Eficiencia	180	110	1.36	1.42	1.30	0.71	0.95	17.00	21.00	14.00	0.80	0.66	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana
4	Av. Pachacútec Av. Colonización 1 Av. Unión 1	1	LED Eficiente	150	160	1.22	1.29	1.15	0.67	0.92	22.00	28.00	18.00	0.80	0.65	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		2	LED Eficiente	150	160	1.91	1.97	1.85	0.74	0.95	24.00	28.00	20.00	0.83	0.69	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		1	LED Límite Inferior de Eficiencia	150	110	0.86	0.91	0.81	0.67	0.92	16.00	20.00	13.00	0.80	0.65	No cumple con la Norma Peruana de Alumbrado Público Lum: [1-2] cd/m2
		2	LED Límite Inferior de Eficiencia	150	110	1.35	1.39	1.31	0.74	0.95	17.00	20.00	14.00	0.83	0.69	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana

Categoría	Nombre	Calzada	Luminaria			Luminancia (L)					Iluminancia (I)				Observación	
			Tecnología	Potencia (W)	Eficacia (Lum/W)	Media	Máxima	Mínima	Uniformidad (UI)		Media	Máxima	Mínima	Uniformidad (UI)		
									Media	Longitudinal				Media		Extrema
5	Av. Guillermo Sisley	1	LED Eficiente	90	160	1.37	1.43	1.30	0.50	0.88	22.00	32.00	14.00	0.63	0.44	Correcto - Supera Ligeramente la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		1	LED Límite Inferior de Eficiencia	90	110	0.95	0.99	0.91	0.50	0.88	16.00	22.00	9.76	0.63	0.44	No cumple con la Norma Peruana de Alumbrado Público Lum: [1-2] cd/m2
6	Av. Saenz Peña	1	LED Eficiente	150	160	1.15	1.27	1.03	0.45	0.91	19.00	29.00	12.00	0.63	0.42	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana
		2	LED Eficiente	150	160	1.15	1.26	1.03	0.45	0.91	19.00	29.00	12.00	0.63	0.42	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana
		1	LED Límite Inferior de Eficiencia	150	110	0.82	0.90	0.73	0.45	0.91	14.00	20.00	8.50	0.63	0.42	No cumple con la Norma Peruana de Alumbrado Público Lum: [1-2] cd/m2
		2	LED Límite Inferior de Eficiencia	150	110	0.81	0.89	0.72	0.45	0.91	14.00	20.00	8.50	0.63	0.42	No cumple con la Norma Peruana de Alumbrado Público Lum: [1-2] cd/m2
7	Av. Colización 2	1	LED Eficiente	90	160	1.68	1.74	1.62	0.70	0.88	26.00	32.00	21.00	0.80	0.66	Excede la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		2	LED Eficiente	90	160	1.67	1.72	1.63	0.69	0.91	26.00	32.00	21.00	0.80	0.66	Excede la Norma de Alumbrado Público Peruana. Nota: [10-20] lux
		1	LED Límite Inferior de Eficiencia	90	110	1.17	1.21	1.13	0.70	0.88	18.00	22.00	15.00	0.80	0.66	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana
		2	LED Límite Inferior de Eficiencia	90	110	1.16	1.19	1.13	0.69	0.91	18.00	22.00	15.00	0.80	0.66	Correcto - Cumple con la Norma de Alumbrado Público Peruana

Fuente: Electro Ucayali S.A.

En la Tabla N° 34 se observa el resultado de la simulación, donde se aprecia lo siguiente:

- ✓ Las lámparas + luminarias con eficiencia al límite inferior, en general, no cumplen con el nivel de luminancia requerida por la norma, sin embargo, las uniformidades y niveles de iluminación son aceptables.
- ✓ Las lámparas + luminarias eficientes, cumplen con el nivel de luminancia requerida por la norma, así mismo con las uniformidades y niveles de iluminación. En este último caso en algunas vías se observa que el valor supera el nivel solicitado por la norma, sin embargo, es aceptable dado que este mayor nivel no requiere un incremento de potencia.

7.3. Analisis Cuantitativo

7.3.1. Cálculo de la inversión

Se han evaluado dos opciones:

Opción 1:

Tabla 35:

Costos de inversión en Telegestión (In House)

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Software de gestión de telegestión de alumbrado público alojado en ELUC (1500 puntos)	USD	1	65,000.00	65,000.00
Controladores RPMA de telegestión para luminarias LED	USD	1,225	98.00	120,050.00
Servicio especializado: ingeniería, configuración, integración, puesta en operación y capacitación (1500 puntos).	USD	1	32,000.00	32,000.00
				217,050.00

Fuente: Electro Ucayali S.A.
Elaboración: Autores de este Trabajo de Investigación.

Asimismo, se debe de considerar en esta opción el costo de S/ 8,900.00 por soporte y mantenimiento del software de telegestión de alumbrado público a partir del año 2.

Opción 2:

Tabla 36:

Costos de inversión en Telegestión (Nube)

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Software de gestión de telegestión de alumbrado público alojado en la nube (1500 puntos)	USD	1	29,000.00	29,000.00
Controladores RPMA de telegestión para luminarias LED	USD	1,225	98.00	120,050.00
Servicio especializado: ingeniería, configuración, integración, puesta en operación y capacitación (1500 puntos).	USD	1	32,000.00	32,000.00
				181,050.00

Fuente: Electro Ucayali S.A.
Elaboración: Autores de este Trabajo de Investigación.

Para las dos opciones el costo de inversión de las luminarias LED es el mismo:

Tabla 37:*Costos de inversión en Luminarias LED*

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Costo Luminaria LED	USD	1,225	169.49	207,625.25
Costo de Instalación Luminarias LED	USD	1,225	29.85	36,567.16
				244,192.41

Fuente: Electro Ucayali S.A.

Elaboración: Autores de este Trabajo de Investigación.

7.3.2. Cálculo del retorno de la inversión.

Para el cálculo del retorno de la Inversión consideramos los siguientes valores:

- Tasa de interés financiero : 12 %
- Plazo de Evaluación : 20 años
- Tiempo de Vida de las Lámparas : 24 años
- Cantidad de luminarias del proyecto: 1,225
- Costo medio de compra de energía (US\$/kwh): 0.10
- Precio medio de venta de energía (US\$/kWh): 0.18

Tabla 38:*Valorización del Consumo Anual*

Item	Concepto	90 W	150 W	180 W	Total UAP	Total Potencia AP Instalada (kW)	Consumo Anual kW-h	Precio medio de AP \$./kwh	Importe \$
1	Ingreso por venta de energía	554	375	296	1,225	159.39	631,184	0.18	110,457.27
2	Costo de venta de energía	554	375	296	1,225	159.39	631,184	0.10	63,118.44

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 39:*Ingresos por Anualidad*

Descripción	Unidad	Cantidad
Ingresos por Anualidad del Cargo	US\$	65,352
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED	US\$	19,769.93

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Los ingresos por anualidad del cargo se reconocerán en el periodo tarifario (4 años) y considera los costos de inversión (anualidad de inversión con la tasa establecida en el

Artículo 79 de la LCE), costos de operación y mantenimiento y/o costos remanentes de instalaciones reemplazadas.

Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED, reconoce los costos reales de inversión.

Tabla 40:

Inversiones

Descripción	Inversión	Vida Útil	Unidad
Controladores RPMA de telegestión de AP	120,050	15	Años
Lamparas LED	207,625	24.00	Años
Software de telegestión de AP	65,000	10.00	Años
Total	392,675.25		

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 41:

OPEX - Costos de operación y mantenimiento

Descripción	Unidad	Cantidad
Cantidad de Luminarias LED	Und.	1,225
Costos de operación y mantenimiento del AP	US\$	6.32
Tasa de Luminarias defectuosas	%	5.00%
Cantidad de Luminarias defectuosas	Und.	61
Costos de operación y mantenimiento luminarias LED	US\$	386.87

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 42:*Estado de Resultados Integrales Proyectado***OPCIÓN 1:**

ESTADO DE RESULTADOS INTEGRALES PROYECTADO		AÑO										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CONCEPTO	Unidad											
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD		110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Costo de Venta de energía eléctrica	USD		- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
GANANCIAS (PÉRDIDA) BRUTA	USD		47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339
OPEX - Costos de operación y mantenimiento	USD		- 387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD		65,352	65,352	65,352	65,352						
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED*	USD		19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770
Depreciación de Controladores	USD		-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003
Depreciación Lámparas LED	USD		-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651
Depreciación Software de telegestión de AP	USD		-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500
GANANCIA (PÉRDIDA) OPERATIVA	USD		108,919	108,919	108,919	108,919	43,568	43,568	43,568	43,568	43,568	43,568
Otros Ingresos/ Egresos	USD											
RESULTADO ANTES DEL IMPUESTO A LAS GANANCIAS	USD		108,919	108,919	108,919	108,919	43,568	43,568	43,568	43,568	43,568	43,568
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	30%	-32,676	-32,676	-32,676	-32,676	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070
GANANCIA (PÉRDIDA) NETA DEL EJERCICIO	USD		76,244	76,244	76,244	76,244	30,497	30,497	30,497	30,497	30,497	30,497

ESTADO DE RESULTADOS INTEGRALES PROYECTADO		AÑO										
		Unidad	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Costo de Venta de energía eléctrica	USD	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
GANANCIAS (PÉRDIDA) BRUTA	USD	47,339										
OPEX - Costos de operación y mantenimiento	USD	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD											
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED*	USD	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770
Depreciación de Controladores	USD	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003
Depreciación Lámparas LED	USD	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651
Depreciación Software de telegestión de AP	USD	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500	-6,500
GANANCIA (PÉRDIDA) OPERATIVA	USD	43,568										
Otros Ingresos/ Egresos	USD											
RESULTADO ANTES DEL IMPUESTO A LAS GANANCIAS	USD	43,568										
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070	-13,070
GANANCIA (PÉRDIDA) NETA DEL EJERCICIO	USD	30,497										

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 43:*Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión***OPCIÓN 1:**

FLUJO DE CAJA		AÑO										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Concepto	Unidad											
Ingresos	USD		195,579	195,579	195,579	195,579	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227
Egresos	USD		- 63,505	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD		- 32,676	- 32,676	- 32,676	- 32,676	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070
Flujo de caja de operaciones	USD		99,398	99,785	99,785	99,785	54,039	54,039	54,039	54,039	54,039	54,039
Inversión en Telegestión / soporte y mantenimiento	USD	-217,050		-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900
Inversión en Luminarias LED	USD	-244,192										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 461,242	-	8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900
Flujo de Caja Económico	USD	- 461,242	99,398	90,885	90,885	90,885	45,139	45,139	45,139	45,139	45,139	45,139
Flujo de Caja Acumulado	USD	- 461,242	- 361,845	- 270,960	- 180,075	- 89,190	- 44,052	1,087	46,225	91,364	136,502	181,641

FLUJO DE CAJA		AÑO									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Concepto	Unidad										
Ingresos	USD	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227
Egresos	USD	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070
Flujo de caja de operaciones	USD	54,039									
Inversión en Telegestión / soporte y mantenimiento	USD	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900
Inversión en Luminarias LED	USD										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 8,900									
Flujo de Caja Económico	USD	45,139									
Flujo de Caja Acumulado	USD	226,779	271,918	317,056	362,195	407,333	452,472	497,610	542,749	587,887	633,026

VAN	USD	22,465.53
TIR (%)	%	12.97%
Periodo de Retorno	Año	5
	Mes	11

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 44:*Estado de Resultados Integrales Proyectado***OPCIÓN 2:**

ESTADO DE RESULTADOS INTEGRALES PROYECTADO		AÑO										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CONCEPTO	Unidad											
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD		110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Costo de Venta de energía eléctrica	USD	-	63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
GANANCIAS (PÉRDIDA) BRUTA	USD		47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339	47,339
OPEX - Costos de operación y mantenimiento	USD	-	387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD		65,352	65,352	65,352	65,352						
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED	USD		19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770
Depreciación de Controladores	USD		-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003
Depreciación Lamparas LED	USD		-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651
GANANCIA (PÉRDIDA) OPERATIVA	USD		115,419	115,419	115,419	115,419	50,068	50,068	50,068	50,068	50,068	50,068
Otros Ingresos/ Egresos	USD											
RESULTADO ANTES DEL IMPUESTO A LAS GANANCIAS	USD		115,419	115,419	115,419	115,419	50,068	50,068	50,068	50,068	50,068	50,068
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	30%	-34,626	-34,626	-34,626	-34,626	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020
GANANCIA (PÉRDIDA) NETA DEL EJERCICIO	USD		80,794	80,794	80,794	80,794	35,047	35,047	35,047	35,047	35,047	35,047

ESTADO DE RESULTADOS INTEGRALES PROYECTADO		AÑO										
		Unidad	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Costo de Venta de energía eléctrica	USD	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
GANANCIAS (PÉRDIDA) BRUTA	USD	47,339										
OPEX - Costos de operación y mantenimiento	USD	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387	-387
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD											
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED	USD	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770
Depreciación de Controladores	USD	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003	-8,003
Depreciación Lámparas LED	USD	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651	-8,651
GANANCIA (PÉRDIDA) OPERATIVA	USD	50,068										
Otros Ingresos/ Egresos	USD											
RESULTADO ANTES DEL IMPUESTO A LAS GANANCIAS	USD	50,068										
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020	-15,020
GANANCIA (PÉRDIDA) NETA DEL EJERCICIO	USD	35,047										

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 45:

Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión

OPCIÓN 2:

FLUJO DE CAJA		AÑO										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	USD		195,579	195,579	195,579	195,579	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227
Egresos	USD		- 63,505	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD		- 34,626	- 34,626	- 34,626	- 34,626	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020
Flujo de caja de operaciones	USD		97,448	97,835	97,835	97,835	52,089	52,089	52,089	52,089	52,089	52,089
Inversión en Telegestión	USD	-181,050		-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000
Inversión en Luminarias LED	USD	-244,192										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 425,242	-	- 29,000	- 29,000	- 29,000	- 29,000	- 29,000	- 29,000	- 29,000	- 29,000	- 29,000
Flujo de Caja Económico	USD	- 425,242	97,448	68,835	68,835	68,835	23,089	23,089	23,089	23,089	23,089	23,089
Flujo de Caja Acumulado	USD	- 425,242	- 327,795	- 258,960	- 190,125	- 121,290	- 98,202	- 75,113	- 52,025	- 28,936	- 5,848	17,241

FLUJO DE CAJA		AÑO									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos	USD	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227	130,227
Egresos	USD	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020	- 15,020
Flujo de caja de operaciones	USD	52,089									
Inversión en Telegestión	USD	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000	-29,000
Inversión en Luminarias LED	USD										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 29,000									
Flujo de Caja Económico	USD	23,089									
Flujo de Caja Acumulado	USD	40,329	63,418	86,506	109,595	132,683	155,772	178,860	201,949	225,037	248,126

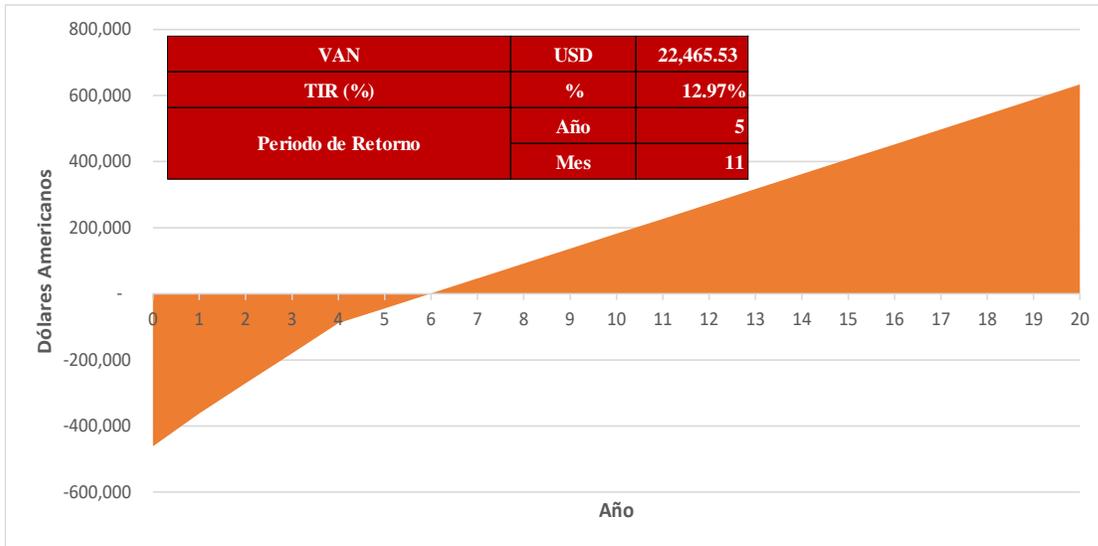
VAN	USD	- 88,289
TIR (%)	%	7.05%
Periodo de Retorno	Año	9
	Mes	3

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Del análisis de las dos opciones In House y de implementar en la Nube el Software de telegestión de alumbrado público, la opción 1 In House tiene el TIR= 12.97% y el VAN = 22,465.53 más alto de las dos opciones y por lo tanto el más viable.

Tabla 46:

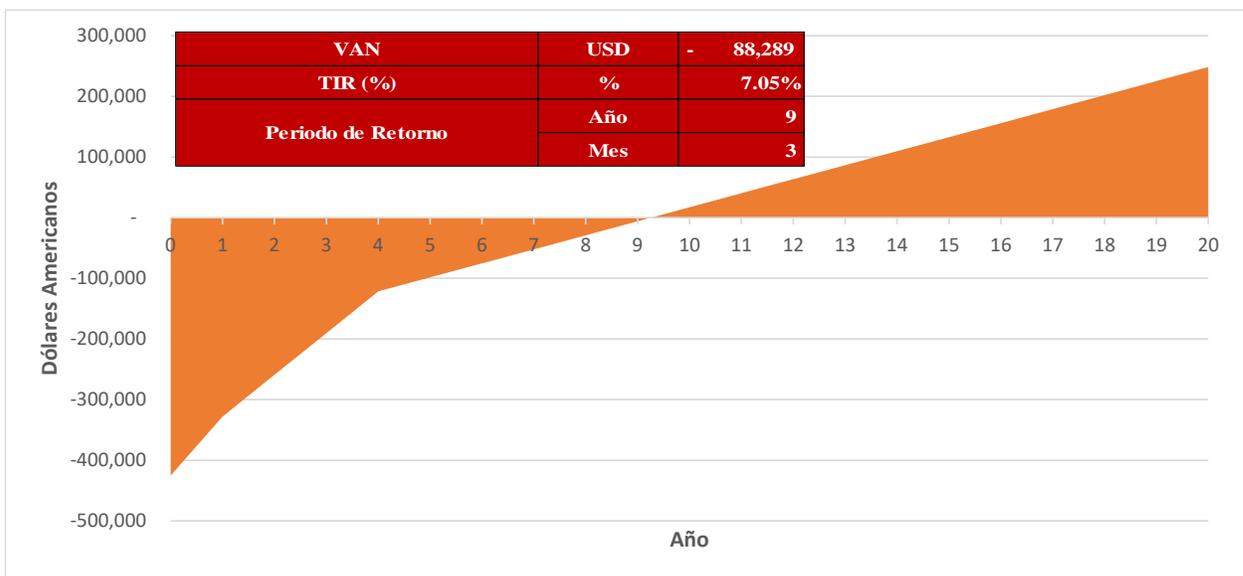
Evaluación Económica - Opción 1



Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 47:

Evaluación Económica - Opción 2



Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

7.4. Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo se realiza en función a la evaluación económica del proyecto bajo el marco regulatorio vigente (costos eficientes y sistema económicamente adaptado) y el desarrollo del proyecto bajo el marco regulatorio esperado, es decir, con el reconocimiento de los costos reales de la inversión efectuada por la ED.

7.4.1. Marco Regulatorio Vigente

El ingreso por Anualidad del VNR de las luminarias, de acuerdo al VAD vigente, reconoce los costos eficientes de la inversión bajo el criterio del mínimo costo, el cual se actualiza cada proceso regulatorio, cuya periodicidad es de cuatro (04) años. Del análisis histórico de la fijación del VAD de los últimos tres (03) procesos regulatorios, con referencia al VNR de las luminarias de Electro Ucayali S.A., se aplica un ajuste promedio del 28% a los costos eficientes reconocidos por la tarifa, tal como se aprecia en el análisis económico contenido en la Tabla 48.

7.4.2. Marco Regulatorio Esperado

El ingreso por la Anualidad del VNR, con el reconocimiento de los costos reales de la inversión en las luminarias LED que forman parte de la solución tecnológica propuesta en el presente trabajo de investigación garantizan la viabilidad económica del proyecto, tal como se aprecia en el análisis económico contenido en la Tabla 49.

Tabla 48:

Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión con el marco regulatorio vigente

FLUJO DE CAJA		AÑO										
Concepto	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD		110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD		65,352	65,352	65,352	65,352						
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED	USD		19,770	19,770	19,770	19,770	14,234	14,234	14,234	14,234	10,249	10,249
Egresos	USD		- 63,505	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD		- 32,676	- 32,676	- 32,676	- 32,676	- 11,410	- 11,410	- 11,410	- 11,410	- 10,214	- 10,214
Flujo de caja de operaciones	USD		99,398	99,785	99,785	99,785	50,164	50,164	50,164	50,164	47,374	47,374
Inversión en Telegestión / soporte y mantenimiento	USD	-217,050		-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900
Inversión en Luminarias LED	USD	-244,192										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 461,242	-	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900
Flujo de Caja Económico	USD	- 461,242	99,398	90,885	90,885	90,885	41,264	41,264	41,264	41,264	38,474	38,474
Flujo de Caja Acumulado	USD	- 461,242	- 361,845	- 270,960	- 180,075	- 89,190	- 47,927	- 6,663	34,601	75,864	114,338	152,812

FLUJO DE CAJA		AÑO									
Concepto	Unidad	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD										
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED	USD	10,249	10,249	7,379	7,379	7,379	7,379	5,313	5,313	5,313	5,313
Egresos	USD	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	- 10,214	- 10,214	- 9,353	- 9,353	- 9,353	- 9,353	- 8,733	- 8,733	- 8,733	- 8,733
Flujo de caja de operaciones	USD	47,374	47,374	45,365	45,365	45,365	45,365	43,919	43,919	43,919	43,919
Inversión en Telegestión / soporte y mantenimiento	USD	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900
Inversión en Luminarias LED	USD										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 8,900									
Flujo de Caja Económico	USD	38,474	38,474	36,465	36,465	36,465	36,465	35,019	35,019	35,019	35,019
Flujo de Caja Acumulado	USD	191,285	229,759	266,224	302,689	339,154	375,619	410,637	445,656	480,674	515,693

VAN	USD	- 4,966
TIR (%)	%	11.77%
Periodo de Retorno	Año	6
	Mes	2

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 49:

Evaluación económica para 1,225 puntos de alumbrado público LED y telegestión con el marco regulatorio esperado

FLUJO DE CAJA		AÑO										
Concepto	Unidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD		110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD		65,352	65,352	65,352	65,352						
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED	USD		19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770	19,770
Egresos	USD		- 63,505	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD		- 32,676	- 32,676	- 32,676	- 32,676	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070
Flujo de caja de operaciones	USD		99,398	99,785	99,785	99,785	54,039	54,039	54,039	54,039	54,039	54,039
Inversión en Telegestión / soporte y mantenimiento	USD	-217,050		-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900
Inversión en Luminarias LED	USD	-244,192										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 461,242	-	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900	- 8,900
Flujo de Caja Económico	USD	- 461,242	99,398	90,885	90,885	90,885	45,139	45,139	45,139	45,139	45,139	45,139
Flujo de Caja Acumulado	USD	- 461,242	- 361,845	- 270,960	- 180,075	- 89,190	- 44,052	1,087	46,225	91,364	136,502	181,641

FLUJO DE CAJA		AÑO									
Concepto	Unidad	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingreso por venta de energía eléctrica	USD	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457	110,457
Ingresos por Anualidad del Cargo	USD										
Ingreso por Anualidad del VNR de luminarias LED	USD	19,770									
Egresos	USD	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118	- 63,118
Gasto por Impuesto a las Ganancias	USD	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070	- 13,070
Flujo de caja de operaciones	USD	54,039									
Inversión en Telegestión / soporte y mantenimiento	USD	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900	-8,900
Inversión en Luminarias LED	USD										
Flujo de caja de inversiones	USD	- 8,900									
Flujo de Caja Económico	USD	45,139									
Flujo de Caja Acumulado	USD	226,779	271,918	317,056	362,195	407,333	452,472	497,610	542,749	587,887	633,026

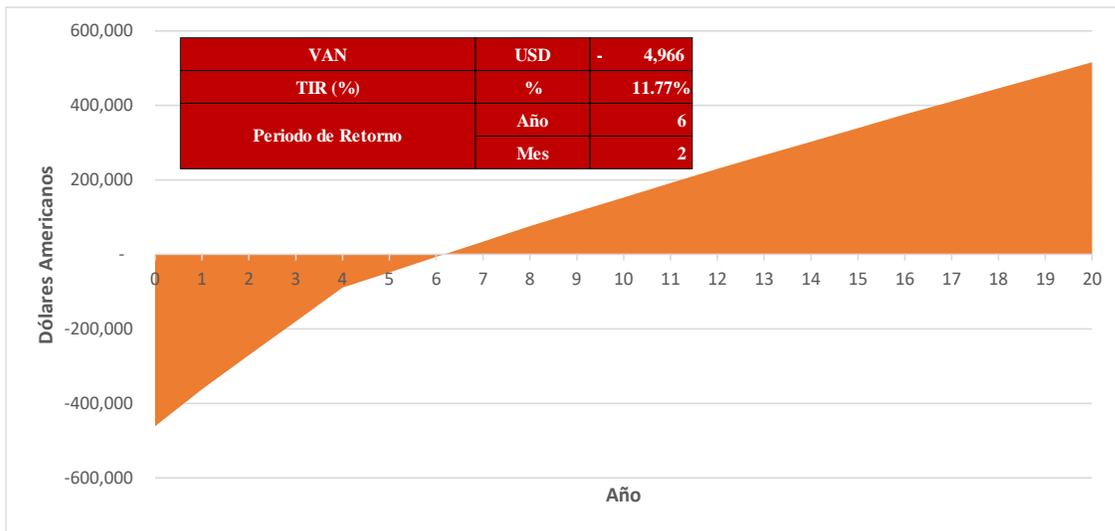
VAN	USD	22,466
TIR (%)	%	12,97%
Periodo de Retorno	Año	5
	Mes	11

Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Del análisis de los dos escenarios: i) marco regulatorio vigente y ii) marco regulatorio esperado, este último tiene una TIR de 12.97% y una VAN de 22,465.53, siendo el más alto de los dos escenarios evaluados, por lo tanto, la viabilidad económica de la solución tecnológica propuesta en el presente trabajo de investigación, se encuentra garantizada con el reconocimiento de los costos reales de la inversión efectuada por la ED en los ingresos por la prestación del servicio de AP, durante toda la vida útil del proyecto.

Tabla 50:

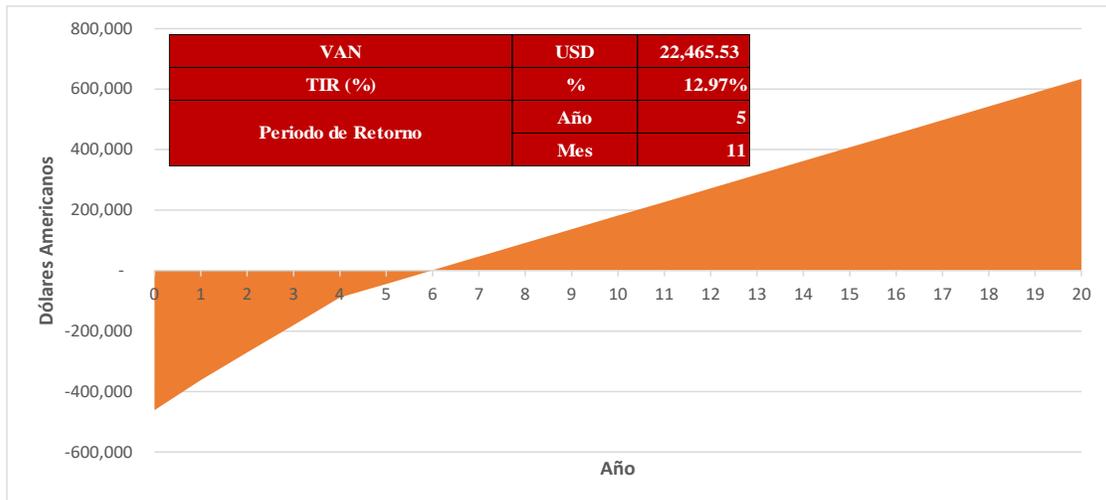
Evaluación Económica - marco regulatorio vigente



Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

Tabla 51:

Evaluación Económica - marco regulatorio esperado



Fuente: Autores de este Trabajo de Investigación.

CAPÍTULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Conclusiones

Electro Ucayali S.A., es la empresa distribuidora de electricidad a cargo de la prestación del servicio eléctrico particular y el servicio de alumbrado público dentro de su zona de concesión ubicada en el departamento de Ucayali. Actualmente cuenta con noventa y seis mil (96,532) clientes regulados aproximadamente y administra un parque de veintisiete mil (27,824) luminarias, de las cuales dos mil doscientas tres (2,203) son LED y veinticinco mil quinientas veintiuno (25,521) son luminarias de Vapor de Sodio. Las luminarias existentes incumplen con las tolerancias de calidad establecidas en las normas técnicas vigentes debido a que no existe un incentivo tarifario que reconozca los costos para la sustitución integral de las luminarias y la implementación de soluciones tecnológicas que contribuyan a la eficiencia operativa de dicha actividad.

En el Perú, la remuneración de la actividad de distribución, y por ende, del servicio de alumbrado público que brindan las empresas distribuidoras se encuentra normada en la LCE a través del Valor Agregado de Distribución (VAD), y se basa en el principio de una empresa modelo eficiente, cuyos costos de reposición de la inversión corresponden a un Sistema Económicamente Adaptado. Dicho modelo de costos eficientes constituye un incentivo perverso para la mejora en la calidad del servicio eléctrico y del servicio de alumbrado público que brindan las ED. Sin embargo, el Estado ha creado un cargo adicional al VAD vigente como mecanismo regulatorio e incentivo para que las ED puedan desarrollar proyectos pilotos de eficiencia energética e innovación tecnológica, como el que se propone en el presente trabajo de investigación.

A diferencia de los que ocurre en el Perú y tal como sucede en la mayoría de los países del mundo, en los casos internacionales expuestos en el presente trabajo de investigación, los Municipios son los entes encargados de administrar los sistemas de alumbrado público correspondientes. Dichas entidades cuentan con los incentivos suficientes para el desarrollo de

soluciones tecnológicas orientadas a la eficiencia y la calidad del servicio de alumbrado público, tales como los proyectos de sustitución de luminarias por tecnología LED y la implementación de sistemas de telegestión remota de dichas instalaciones, aludidos en los casos de Estudio.

El componente de la eficiencia energética y el ahorro en el consumo de energía constituye un incentivo que no se encuentra presente en las empresas distribuidoras del servicio público de electricidad en el Perú, porque dicho ahorro incide de manera negativa en sus ingresos por venta de energía. En las experiencias y buenas prácticas de las ED presentadas en el presente trabajo de investigación, las empresas a cargo del servicio de AP han privilegiado la calidad de servicio y la mejora en la percepción de usuarios, para promover proyectos de sustitución de las luminarias por tecnología LED, a través de Convenios Interinstitucionales suscritos con las Municipalidades, para mitigar el impacto económico de los sobrecostos incurridos.

A partir de las entrevistas de profundidad realizadas, es unánime que la problemática de mayor relevancia en la prestación del servicio de alumbrado público que brindan las empresas distribuidoras de electricidad radica en el régimen regulatorio vigente, principalmente por la ausencia del reconocimiento de los costos asociados a la ejecución de los proyectos de mejoramiento integral de los parques de AP que administran las empresas y en el traslado de dichos costos a los usuarios finales, a través del régimen de alcuotas, cuyos criterios de actualización no consideran la eficiencia energética que brinda la tecnología existente. Los atributos clave del servicio de alumbrado público, tales como prestación de un servicio de calidad, embellecimiento urbano y seguridad ciudadana; se encuentran disociados del rol que cumplen las ED en la estructura del mercado regulado vigente.

Para la determinación de la opción tecnológica idónea para la mejora del sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa, se han evaluado distintas alternativas tecnológicas de las luminarias, de los sistemas de comunicación remota y de los sistemas de telegestión; seleccionando la alternativa más eficiente en términos de excelencia operativa y calidad del servicio, aunado al reconocimiento tarifario de la inversión como cargo adicional al VAD vigente.

Para mejorar el sistema de alumbrado público en la ciudad de Pucallpa, el presente trabajo de investigación propone sustituir de manera progresiva el parque de alumbrado público por luminarias LED e instalar un software de telegestión mediante la tecnología de comunicación RPMA, para mejorar la calidad de servicio y la eficiencia operativa de dichas instalaciones, considerando que el regulador ha reconocido en el VAD de ELUC vigente el cargo adicional para que las ED puedan desarrollar proyectos pilotos de eficiencia energética e innovación tecnológica, con un retorno de la inversión durante la vigencia de VAD, que se actualiza cada cuatro años, promoviendo un nuevo marco regulatorio, que sustituya el criterio de costos eficientes para la remuneración de la distribución por el reconocimiento de los costos reales de inversión, operación y mantenimiento.

8.2. Recomendaciones

Los atributos clave del servicio de alumbrado público, tales como prestación de un servicio de calidad, embellecimiento urbano y seguridad ciudadana; se encuentran disociados del rol que cumplen las ED en la estructura del mercado regulado vigente, por lo que urge crear los incentivos necesarios para que las ED elaboran planes de mejora y mantenimiento de los parques de alumbrado público bajo su responsabilidad, no sólo para cumplir con las tolerancias técnicas que fiscaliza el Osinergmin, sino para que dichos planes se fortalezcan con el impacto en el servicio que dichos atributos significan.

Hoy por hoy, a pesar de que no existe un mecanismo regulatorio que reconozca los costos reales de inversión (CAPEX), operación y mantenimiento (OPEX) en proyectos de modernización del AP que vienen desarrollando las ED en el Perú, existe el incentivo de la mejora en la percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios del servicio público de electricidad, dado que un servicio de AP de calidad impacta de manera positiva en la satisfacción de los clientes; por lo tanto, si bien es cierto la búsqueda del reconocimiento tarifario es preponderante, no debería ser un cuello de botella para la ejecución de proyectos de eficiencia energética en AP, porque el aporte de dichas soluciones en la mejora de la calidad del servicio percibida por los usuarios paga la factura.

Con la regulación del cargo adicional por innovación tecnológica y eficiencia energética en el VAD vigente, las ED pueden desarrollar los denominados proyectos pilotos de innovación tecnológica y eficiencia energética (PITEC), mitigando el riesgo de que el escalamiento de los proyectos exceda la inversión, con el incentivo de la mejora en la percepción de la calidad del servicio por parte de los usuarios.

Constituye una buena práctica para las ED, la celebración de convenios interinstitucionales con las Municipalidades ubicadas dentro de su zona de concesión, con el objeto de desarrollar un proyecto de mejora conjunta, disminuyendo el costo de inversión por parte de la empresa concesionaria y mitigando ostensiblemente el riesgo que los sobrecostos del servicio por la ausencia del reconocimiento en la tarifa.

En el caso de estudio, se plantea la implementación de un proyecto de mejora del AP en las vías principales de la ciudad de Pucallpa, a través de controladores de telegestión de dichas luminarias, teniendo como premisa el reconocimiento tarifario del cargo adicional para Electro Ucayali, y de la inversión realizada por dicha empresa en tecnologías que acompañan otros proyectos, como el de Sistema de Medición Inteligente (SMI).

BIBLIOGRAFÍA

- Damas, M. (2018) *Evaluación de la Calidad del Alumbrado Público en la Concesión de Enel S.A.A.* <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3632> (03/11/2020; 09:19 h)
- Murillo Huamán, V. (2007) *Análisis del impacto de la fiscalización realizada por la autoridad regulatoria a la calidad del servicio de alumbrado público en el Perú.* Tesis para optar el grado de maestro en Economía. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado. Lima.
- Corahua Rivas, O. (2019) *Calidad del servicio de alumbrado público e implementación de luminarias led en vías públicas céntricas de la ciudad de Puno.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electricista. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas. Puno.
- Dammert Lira, A., García Carpio, R. y Molinelli Aristondo, F, (2013) *Regulación y Supervisión del sector eléctrico.* 3era ed. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bhattacharyya, Subhes C. (2011) *Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance.* Berlín: Springer-Verlag, London Limited.
- Hunt, S. (2002) *Making Competition Work in Electricity.* Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Osinermin (2016) *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país.* Lima: Organismo Supervisor de la inversión en Energía y Minería. Osinermin.
- Twenergy (2019) *La Telegestión Energética.* <https://twenergy.com/eficiencia-energetica/consejos-sobre-ahorro-de-energia/la-telegestion-energetica-su-funcionamiento-y-ventajas-750/> (08/12/2020; 10:11 h)
- Monsalve, G., Bedoya, J. y Marín, O. (2009) *Telegestión de Alumbrado Público en Medellín.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico. Universidad de San Buenaventuras. Facultad de Ingeniería. Medellín.
- Hogan, W. (1996) *Markets in Real electric networks Require Reactive prices.* Michael y Riaz Siddiqi (editores). Electricity Transmission Pricing and Technology. Boston: Kluwer academic publishers.
- Electro Ucayali S.A. (2020) *Piloto de telegestión de alumbrado público LED con tecnología RPMA en la Villa Electro Ucayali S.A.*
- Mercantil León. <https://mercantilleon.com.bo/> (22/10/2020: 21.16 h)

Prieto Trujillo, C. (2017) *Video: Lámpara de Vapor de sodio de alta presión*. Canal de YouTube de https://www.youtube.com/watch?v=B_aGZpo70-k (24/10/2020: 10.42 h)
Sparks. <https://www.sparksdirect.co.uk/> (25/10/2020: 15.28 h)

Philips. <https://www.lighting.philips.com.pe/inicio> (25/10/2020: 16.34 h)

Diaz Diaz, N. (2017) *Telegestión en alumbrado público*
<https://cmcm2017.socialab.com/challenges/cmcm-energiainteligente/idea/42331>
(26/12/2020; 21:32 h).

Laub & Quijandría Energy Group y P&C Ingenieros Contratistas y Consultores S.A.C. (2020) *Informe definitivo de implementación de proyecto piloto del Sistema de Telegestión para tecnología LED de alumbrado público (AP) para Electro Ucayali S.A.*

CIMCON Lighting, Inc. (2019) *Case Study: Noratex SA, Grece*. Project Scope: 106 iSLC-4000-7P-PLCC controllers and PLCC wireless gateways.

CIMCON Lighting, Inc. (2019) *Case Study: Cleaveland Public Power Bureau of Street Lighting*. Project Scope: 150 CIMCON Lighting iSLC-3100-7P-NEMA compliant controllers and PLCC wireless gateways.

Manual de Iluminación Eficiente (2016) Argentina. Editorial: Universidad Tecnológica Nacional.

MGM International. (2018). Manual para la evaluación de proyectos de Eficiencia Energética para el Sector de Alumbrado Público. Dirigido a: Clientes de Instituciones Financieras. Lima: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1310>