

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TESIS

**“MEJORA DE LA METODOLOGIA PARA LA ESTIMACIÓN
DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO
PÚBLICO EN CONCESIÓN ELÉCTRICA DE LUZ DEL SUR”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

AUTORES:

DAVID RONCEROS BARRETO
DIEGO LUIS PALOMINO ESPEJO
JESUS MIGUEL SUSANO LOPEZ

Callao, Enero, 2016

PERÚ



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

**“MEJORA DE LA METODOLOGIA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA
CALIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN CONCESIÓN
ELÉCTRICA DE LUZ DEL SUR”**

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES
DAVID RONCEROS BARRETO
DIEGO LUIS PALOMINO ESPEJO
JESUS MIGUEL SUSANO LOPEZ

CALIFICACIÓN:

(15) QUINCE



**Dr. Ing. JUAN HERBER GRADOS
GAMARRA**
Presidente de Jurado



**Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS
JIMÉNEZ**
Secretario de Jurado



Mg. Ing. CÉSAR AUGUSTO SANTOS MEJÍA
Vocal de Jurado

CALLAO – PERÚ
2016

DEDICATORIA

Con todo nuestro cariño y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que nosotros pudiéramos lograr nuestros sueños, por motivarnos y darnos la mano cuando sentíamos que el camino se terminaba, a ustedes por siempre nuestro corazón y nuestro agradecimiento.

Nuestros Padres!

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CARATULA	1
DEDICATORIA	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I.-PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACION	11
1.1. Identificación del problema.....	11
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Objetivos de la investigación.....	11
1.4. Justificación.....	12
1.5. Limitaciones y facilidades.....	12
II.-MARCO TEÓRICO	13
2.1 Antecedentes del Estudio.....	13
2.2 Método de medición propuesto.....	34
2.3 El cilindro de apantallamiento.....	41
2.4 El ILUNERGMIN, herramienta de simulación.....	44
2.5 Marco Legal.....	51
2.6 Fundamentación Ontológica.....	72
2.7 Fundamentación Metodológica.....	73
2.8 Fundamentación Epistemológica.....	73
2.9 Glosario de términos.....	74

2.10 Abreviaturas utilizadas	76
III.-VARIABLES E HIPOTESIS	78
3.1 Relación entre las variables de la investigación.....	78
3.2 Operacionalización de variables	78
3.3 Hipótesis.....	79
IV.-METODOLOGÍA.....	79
3.1 Tipo de Investigación	79
3.2 Diseño de la investigación.....	79
3.3 Metodica de cada momento de la investigación.....	80
3.4 Población y Muestra	80
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	81
3.6 Procedimiento de recolección de datos.....	96
3.7 Procedimiento estadístico y análisis de datos.....	96
IV.-RESULTADOS	100
4.1 Resultados parciales	100
4.2 Resultados Finales.....	100
V.-DISCUSIÓN DE RESULTADOS	102
5.1 Contrastación de hipótesis con los resultados	102
VI.-CONCLUSIONES	103
VII.-RECOMENDACIONES.....	104
VIII.-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	105
IX.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
X.-ANEXOS.....	108
Anexo 1 Matriz de Consistencia.....	109
Anexo 2 Imágenes de la supervisión y resultados Finales del estudio.	110

Índice de Figuras

Figura N°.1: Sistemas de alumbrado público	14
Figura N°.2: Vía sin alumbrado público	15
Figura N°.3: Vía con alumbrado público	15
Figura N°.4: Relación costo-beneficio del Alumbrado	16
Figura N°.5: Ubicación de EDE's que atienden el servicio de AP	19
Figura N°.6: Mantenimiento del servicio de Alumbrado Público.....	22
Figura N°.7: El alumbrado como medio disuasivo.....	28
Figura N°.8: Lámpara inoperativa.....	29
Figura N°.9: Pastoral mal orientado	30
Figura N°.10: Ausencia de Unidad de Alumbrado Público	31
Figura N°.11: Interferencia de un árbol	31
Figura N°.12: Esquema de fiscalización muestral de la instalación de alumbrado público	32
Figura N°.13: Grilla de Medición para una vía típica con instalaciones de Alumbrado Público	34
Figura N°.14: Detalles geométricos del cilindro de apantallamiento	42
Figura N°.15: Especificación para el diámetro de alcance para el cilindro de apantallamiento y luxómetro usados en las mediciones de campo del presente estudio.....	43
Figura N°.16: Algunos parámetros geométricos de una instalación de alumbrado público	46
Figura N°.17: Vista de planta de una vía con instalación de alumbrado público típica (disposición unilateral).....	46

Figura N°.18: Ventana general del ILUNERGMIN.....	82
Figura N°.19: Celdas para el ingreso de datos de las lámparas	84
Figura N°.20: Coordenadas longitudinal, transversal y vertical, y su origen	85
Figura N°.21: Ángulos de inclinación, rotación y giro para una luminaria	86
Figura N°.22: Celdas para el ingreso de datos geométricos	86
Figura N°.23: Formulario para el cálculo del factor de mantenimiento en la proyección de la luminaria.....	88
Figura N°.24: Celdas donde se muestra el resultado del cálculo del factor de mantenimiento en la proyección de la luminaria	89
Figura N°.25: Formulario para el ingreso directo del valor del factor de mantenimiento.....	90
Figura N°.26: Formulario para el ingreso de datos para la generación de la grilla de medición	91
Figura N°.27: Muestra de una grilla de medición generada por el ILUNERGMIN.....	92
Figura N°.28: Formulario para confirmar los EAP que intervienen en la simulación.....	92
Figura N°.29: Ejemplo de resultados obtenidos tras una simulación con el ILUNERGMIN con factor de mantenimiento constante	93
Figura N° .30: Formulario para el ingreso de puntos de ajuste	94
Figura N° .31: Ejemplo de resultados obtenidos tras una simulación con el ILUNERGMIN usando puntos de ajuste	95
Figura N° .32: Ejemplo de resultados mostrados por ILUNERGMIN que incluye los parámetros de control.....	96

Índice de Tablas

Tabla 1: Principales EDE'S que prestan el servicio de AP.....	18
Tabla 2: Incidencia del alumbrado en la reducción de la criminalidad.....	28
Tabla 3: Deficiencias de alumbrado público detectadas en la fiscalización regular	29
Tabla 4: Estructura de la Base de Datos de Vías.....	37
Tabla 5: Estructura de la Base de Datos de Equipos de Alumbrado Público.....	37
Tabla 6: Tipos de alumbrado según la clasificación vial.....	56
Tabla 7: Tipos de calzada	57
Tabla 8: Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control de deslumbramiento	58
Tabla 9: Uniformidad de luminancia	58
Tabla 10: Uniformidad media de iluminancia	59
Tabla 11: Factores KALP	60
Tabla 12: Ejemplo de datos de puntos de ajuste.....	94
Tabla 13: Valores obtenidos de iluminancia promedio –Surco.....	98
Tabla 14: Valores obtenidos de iluminancia promedio – San Isidro.....	98
Tabla 15: Valores obtenidos de iluminancia promedio – Lince.....	98
Tabla 16: Valores obtenidos de iluminancia promedio – Jesús María.....	99
Tabla 17: Valores obtenidos de iluminancia promedio – Jesús María.....	99

RESUMEN

El presente estudio detalla un método alternativo para la Supervisión de la Calidad del Servicio de Alumbrado Público, el mismo está destinado a su aplicación por parte del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) en su función supervisora relacionada al Servicio de Alumbrado Público prestado por las Empresas Concesionarias de Distribución.

La propuesta ha sido desarrollada considerando el marco general del Procedimiento de Supervisión de la Operatividad del Servicio de Alumbrado Público también a cargo del OSINERGMIN, cuya aplicación iniciada en el 2004 ha demostrado ser efectiva y sus resultados a la fecha confirman la mejora del servicio en el aspecto operativo (entiéndase que la lámpara de alumbrado público esté encendida).

De otro lado, este método es nominado alternativo debido a la existencia del establecido actualmente en la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos en base a la Guía de Medición de la Norma Técnica de Alumbrado de Vías en Zonas de Concesión vigente.

La aplicación del método descrito en el presente informe permitirá al OSINERGMIN desempeñar un rol más activo en la supervisión de la calidad del servicio de alumbrado público y de esta manera contribuir a la mejora del servicio.

ABSTRACT

This study details an alternative method for Monitoring the Quality of Service of Public Lighting, it is intended for application by the Supervisory Board for Investment in Energy and Mining (OSINERGMIN) in its supervisory function related to the Service Lighting public borrowed by the Concessionaires Distribution Companies.

The proposal has been developed considering the overall framework of the monitoring procedure Operability Street Lighting Service also in charge of OSINERGMIN, whose implementation began in 2004 has proven effective and results to date confirm service improvement in the operational aspect (meaning that the lamp lighting is on).

On the other hand, this method is nominated alternative due to the existence of currently established in the Technical Standard for Quality Electrical Services based on Measurement Guide Technical Standard Lighting of Roads in Areas of Concession force.

The application of the method described in this report will allow the OSINERGMIN play a more active role in monitoring the quality of service of public lighting and thus contribute to improving service.

I. PLANTEAMIENTO INICIAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación del problema

El problema objeto de estudio a ser investigado, es la determinación actual de los indicadores de Calidad del Servicio de Alumbrado Público que se viene aplicando a las empresas de distribución de energía eléctrica en los procesos de fiscalización por parte del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (**OSINERGMIN**), por tal motivo se plantea una metodología para estimar dicho indicador de calidad (expresado en porcentaje) que está definido como la longitud total de vanos que no cumple con los niveles exigidos por la **NTAP** respecto de la longitud total de vanos evaluados.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

La falta de una supervisión eficiente genera una mala calidad de servicio de Alumbrado Público en Concesión de Eléctrica de Luz del Sur.

1.2.2 PROBLEMA ESPECIFICO

Cómo la falta de la evaluación de los indicadores y magnitudes fotométricas de las zonas, vías y calles afecta la calidad del Servicio de Alumbrado Público.

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una metodología para lograr una supervisión eficiente y mejorar la calidad del servicio de Alumbrado Público en la Concesión eléctrica de Luz del Sur.

1.3.2 OBJETIVO ESPECIFICO

Evaluar los indicadores y magnitudes fotométricas de las zonas, vías y calles de la Concesión Eléctrica de Luz del Sur.

1.4 Justificación de la investigación

Para el cálculo de los parámetros lumínicos de energía en la red se ha utilizado el **ILUNERGMIN**, que es la herramienta informática diseñada para el uso específico de ésta metodología de la Supervisión de la Calidad del Servicio de Alumbrado Público.

1.5 Limitaciones y facilidades

1.5.1 Limitaciones

La principal limitación para el desarrollo de la tesis es el tiempo que demanda la investigación, que deberá ser compartida con otras obligaciones tanto académicas como laborales. Limitación que será superada con el entusiasmo y disciplina que aporta cada miembro integrante del grupo tesista.

Existe también la presencia de una pequeña divergencia entre el método tradicional y la metodología propuesta. Factores que afectan en pequeña escala el resultado final

1.5.2 Facilidades

La metodología de medición no involucra la afectación del tránsito o hace que esta afectación sea mínima, para ello se debe disminuir dramáticamente la cantidad de puntos de medición.

En las partes materiales y recursos para aplicar nuestra investigación, son altamente vulnerables, es decir con alto éxito de ejecución y proyección de obtener los logros propuestos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

La fundamentación teórica de ésta investigación, se afirma, que en el Perú, las personas carecen de cultura sobre el tema de alumbrado público, muchos no saben que son ellos los que pagan por este servicio.

Debido a la falta de compromiso de las concesionarias eléctricas el estado peruano a través del OSINERGMIN, regula esta actividad estableciendo las tarifas y llevando a cabo las acciones de supervisión necesarias para que dicho servicio se brinde de acuerdo a determinados estándares de calidad pre-establecidos.

2.1.1 El Servicio de Alumbrado Publico

Descripción del servicio

El Alumbrado Público es un servicio esencial y de utilidad pública que consiste en iluminar las vías, parques y plazas, con el objeto de garantizar el desarrollo normal de actividades de la localidad y ofrecer seguridad al tránsito peatonal y vehicular durante las noches; de esta manera se contribuye a mejorar la calidad de vida de la población. Para su funcionamiento, las instalaciones del alumbrado se abastecen de energía de la red del servicio público de electricidad. El control de su encendido se efectúa localmente mediante célula fotoeléctrica (interruptores que actúan automáticamente cuando se oscurece), programación por reloj en la que se establece la hora de encendido o remotamente por sistemas de telecontrol.

Figura N°1: Sistemas de Alumbrado Público



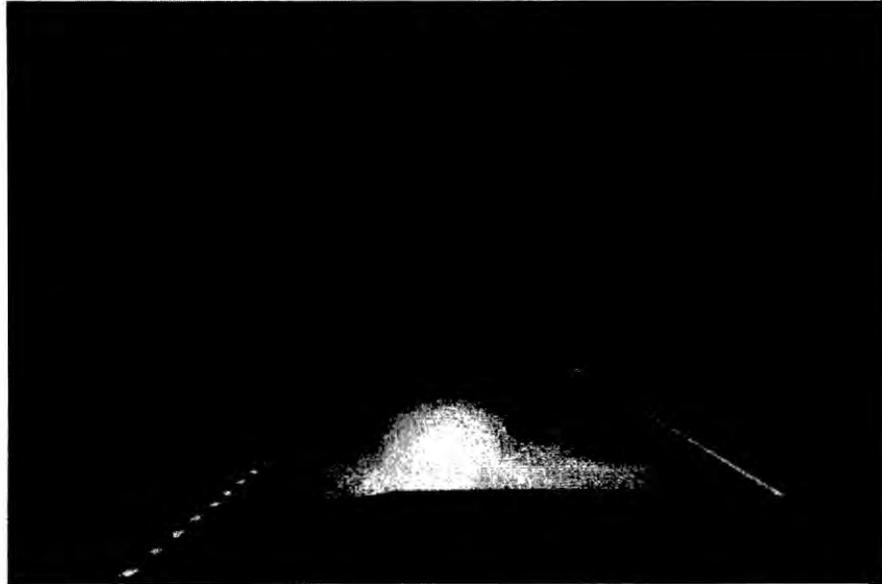
Fuente: OSINERGMIN (2004)

Seguridad vial y Alumbrado Público

Estudios realizados por diferentes instituciones, muestran que el alumbrado de vías públicas puede ayudar a reducir el número de accidentes viales en más de 30,0% debido a que el rendimiento y el confort visual del conductor del vehículo se deterioran considerablemente a medida que oscurece, en particular en aquellas vías que no disponen de un diseño apropiado o el mantenimiento es deficiente o inexistente.

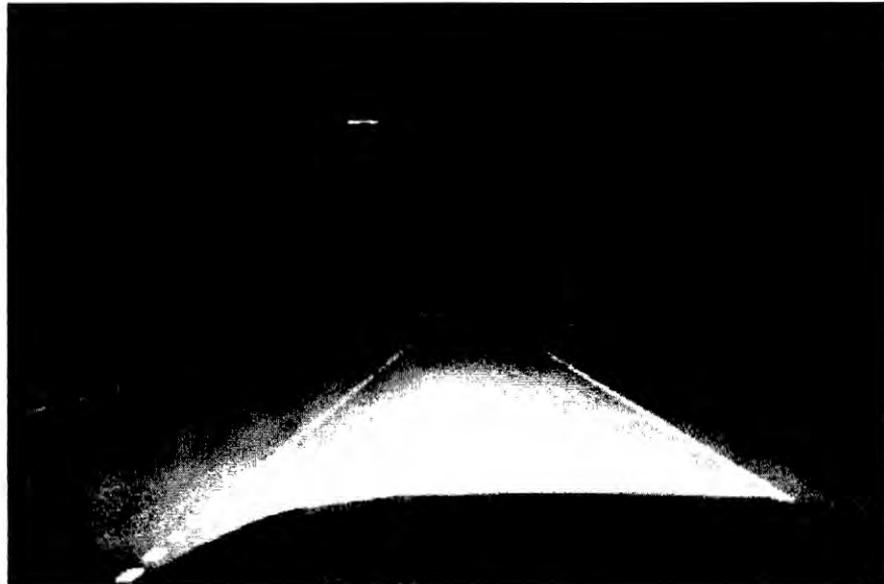
Existe una relación directa entre la calidad del Alumbrado Público y la confiabilidad visual de los conductores. La confiabilidad visual es la capacidad del piloto de un vehículo para seleccionar y procesar la información visual presentada de modo de conducir en forma segura su vehículo. La confiabilidad visual del piloto depende en gran medida de su capacidad para detectar cambios sutiles en el campo visual. Para mantener un nivel alto de confiabilidad visual, el piloto debe estar confortable en el entorno visual creado por el Alumbrado vial (OSINERGMIN, 2005).

Figura N° 2: Vía sin Alumbrado Público



Fuente: OSINERG (2005)

Figura N° 3: Vía con Alumbrado Público



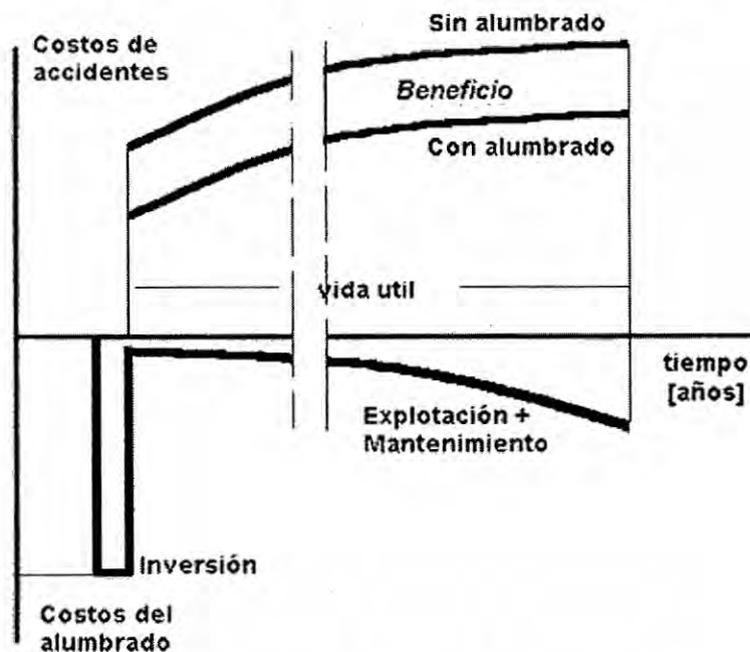
Fuente: OSINERG (2005)

Beneficios y costos del Alumbrado vial

En términos generales el alumbrado vial reduce la tasa de accidentes nocturnos lo cual es un claro beneficio para la sociedad. Si bien las pérdidas humanas no tienen precio, las compañías de seguros deben asignarle alguno y desde una óptica más global la reducción de accidentes significa reducción de costos para toda la sociedad (E Manzano, 2000).

Los análisis de este tipo pueden ser utilizados como argumento para justificar iluminar carreteras de tránsito automotor o para determinar a partir de que flujo de tránsito sería conveniente y rentable utilizar alumbrado durante la noche en las carreteras. El ahorro producido por reducción de la tasa de accidentes es el principal beneficio que puede ser expresado en dinero.

Figura N° 4: Relación costo-beneficio del Alumbrado



Fuente: Tesis doctoral (E Manzano, 2000)

Otros beneficios posibles de valorar en términos monetarios son la reducción del tiempo de desplazamiento (debido a una mayor velocidad de circulación) y la reducción de los gastos de mantenimiento del vehículo debido a una velocidad de tránsito más regular del vehículo. Existen otros beneficios, como el incremento en la sensación de confort al conducir durante la noche, que son difícilmente cuantificables.

Como consecuencias negativas de la presencia de instalaciones de alumbrado que afectarían al beneficio se pueden mencionar, las posibles colisiones con columnas o postes del alumbrado y el deterioro paisajístico de las zonas urbanas y rurales.

Las EDEs como proveedores del Alumbrado:

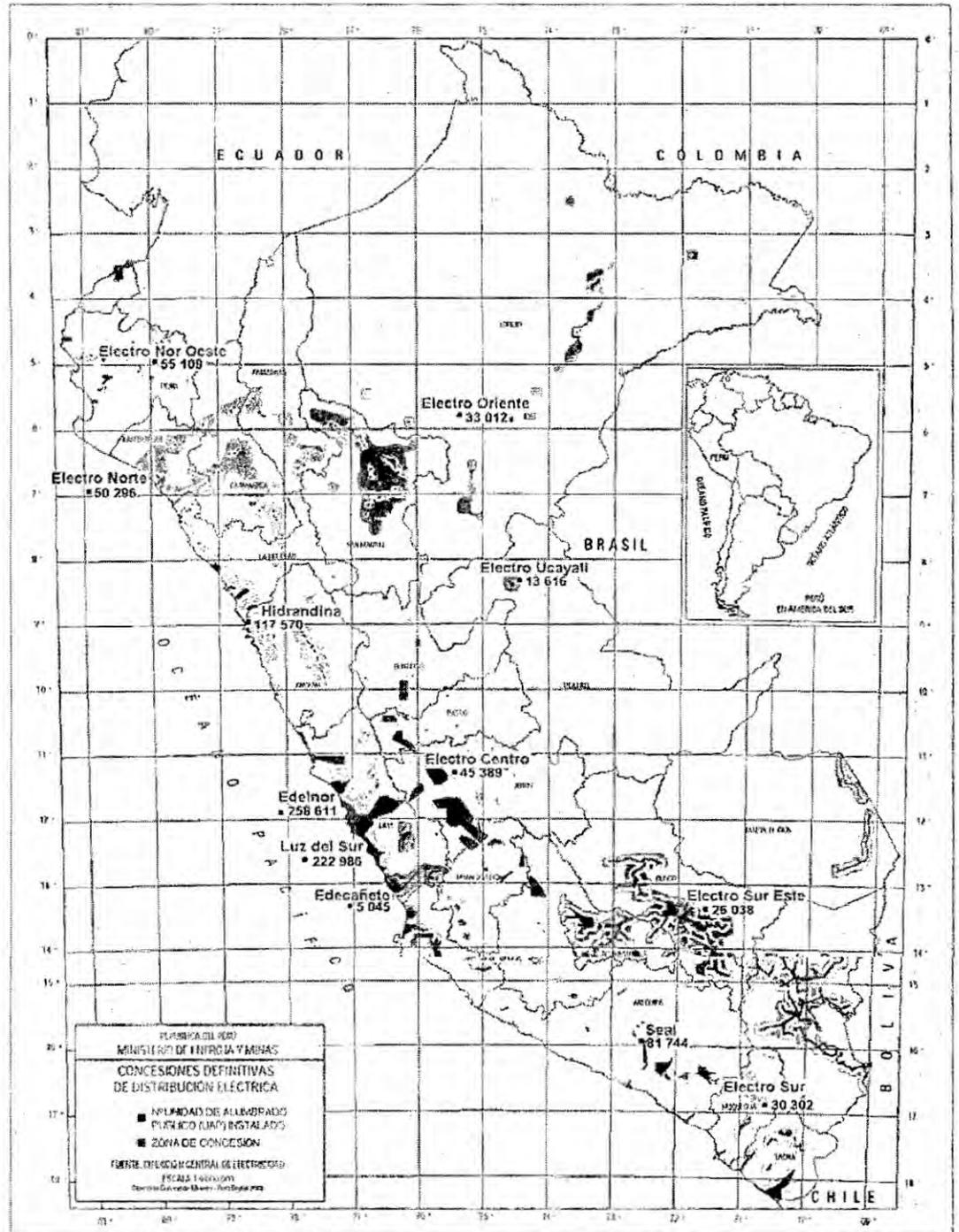
En el Perú la LCE3 que norma la actividad eléctrica, establece en su artículo 94, que el servicio de Alumbrado Público es responsabilidad de la empresa concesionaria que atiende a su vez con el servicio público de electricidad.

Tabla 1: Principales EDEs que prestan el servicio de AP

EDE	Ámbito geográfico (Departamentos)	UAP (*)
1. Edecañete	Provincia del sur de Lima	7 784
2. Edelnor	Lima norte	289 542
3. Luz del Sur	Lima sur	215 764
4. Electrocentro	Junín, Ayacucho, Pasco, Huánuco, Huancavelica	105 219
5. Electronorte	Lambayeque, Amazonas, Cajamarca	54 055
6. Electrosur	Tacna, Moquegua	33 100
7. Electronoroeste	Piura, Tumbes	77 327
8. Electrooriente	Iquitos, San Martín	41 687
9. Electropuno	Puno	28 661
10. Electrosureste	Cusco, Apurímac, Madre de Dios	48 226
11. Electrosurmedio	Ica, Huancavelica, Ayacucho	38 525
12. Electroucayali	Ucayali	16 559
13. Hidrandina	La Libertad, Cajamarca, Ancash	121 168
14. SEAL	Arequipa	86 827
(*) Unidades de Alumbrado Público a diciembre del 2006		

Fuente: OSINERGMIN (2006)

Figura N°5: Ubicación de EDE'S que atienden el servicio de AP



Fuente: OSINERG (2005)

2.1.2 Aspectos técnicos y operacionales

Localización de UAP en la vía Pública

Como referencia a continuación se muestra un resumen de los principales criterios de diseño utilizados para la ubicación de la UAP en las vías.

En los tramos rectos de vías con una única calzada existen diversas disposiciones básicas: unilateral, bilateral tresbolillo y bilateral pareada.

En tramos curvos las reglas a seguir son proporcionar una buena orientación visual y hacer menor la separación entre las UAP cuanto menor sea el radio de la curva.

En las plazas y glorietas se instalarán UAP en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. La altura de los postes y el nivel de iluminación serán por lo menos igual al de la calle más importante que desemboque en ella.

2.1.3 Mantenimiento de las instalaciones de AP

Los sistemas de Alumbrado, a semejanza de otros sistemas, con el tiempo pierden eficacia debido a ensuciamiento, procesos de envejecimiento o deterioro de algún componente. Para que un sistema de alumbrado opere a su máxima efectividad es necesario considerar desde el proceso de su diseño, en la etapa del proyecto, la gestión, explotación y mantenimiento del mismo (E. Manzano, 2000).

El mantenimiento durante el período de explotación básicamente consta de las siguientes actividades:

a) Mantenimiento correctivo:

Consiste en reparar las averías e incidencias del sistema. Las actividades habituales son:

- Sustitución de lámparas.
- Sustitución o reparación de las luminarias.
- Sustitución y/o ajuste del Sistema de programación y/o encendido.
- Reparación o sustitución de redes de Alumbrado.

b) Mantenimiento preventivo:

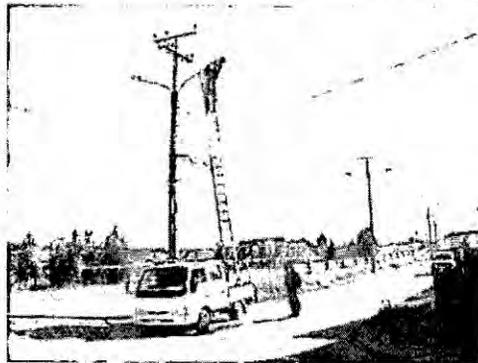
Consiste en la revisión periódica de todos y cada uno de los elementos de la instalación, efectuando las tareas necesarias para evitar averías y/o fallos de la misma, antes que ocurran. Como base para esta labor es fundamental contar con el inventario del parque de Alumbrado (número, tipo y ubicación de los puntos de luz, sistemas de control, planos, etc.) y de un plan de mantenimiento, incluyendo la gestión de reemplazos de luminarias y lámparas por cumplimiento de vida útil. Las tareas habituales al respecto son:

- Inspección del estado de los soportes o postes (corrosión, anclajes, tapas de registro, etc.).
- Inspección de las Luminarias (caja conexiones eléctricas, amarres o empalmes, cierre, limpieza).
- Inspección de las Luminarias (amarres o empalmes, cierre, limpieza).
- Inspección y comprobación del sistema de programación y/o encendido.
- Inspección del tendido eléctrico (donde sea aéreo).
- Programas de limpieza de luminarias: En función de las distintas atmósferas y de los niveles de ensuciamiento por contaminación,

sales, etc., se debe establecer un programa de limpieza de luminarias antes de que se rebasen los niveles mínimos requeridos en cada zona.

- Programas de sustitución de lámparas: De acuerdo con la vida útil definida por el fabricante de las lámparas, las horas de utilización de las mismas y las necesidades mínimas de cada zona, se debe definir un programa de sustitución de lámparas, antes de que éstas lleguen a la situación de fallo total.

Figura N°6: Mantenimiento del servicio de Alumbrado Público



Fuente: google.com

Los costos que representan el mantenimiento del servicio de Alumbrado Público son cubiertos con los ingresos de las empresas concesionarias que obtienen al cobrar por este servicio a los usuarios una tarifa establecida por el OSINERGMIN. Esta tarifa se determina en un proceso regulatorio, que se analizará más adelante, de acuerdo a una fórmula prevista por el Reglamento de la LCE.

2.1.4 Supervisión y Fiscalización del Servicio de Alumbrado Público en el Perú

Aspectos Normativos

La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) establece que el concesionario es el responsable de efectuar las mediciones de calidad del servicio de alumbrado público para efectos de compensar a los usuarios por las deficiencias encontradas.

Según esta normativa, las mediciones deben efectuarse en una muestra aleatoria seleccionada por el concesionario semestralmente y comunicada a la autoridad.

Esto obliga al concesionario a efectuar solamente el mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público de las vías seleccionadas en la muestra antes de efectuar las mediciones y los resultados obtenidos no son representativos de la calidad del servicio en toda la concesión.

La norma anterior de Alumbrado de Vías Públicas no precisaba las características del alumbrado público de las zonas urbano-rurales y rurales. En la nueva norma se establece la cantidad de puntos de iluminación en función de la potencia de la lámpara eficiente, del consumo mensual de alumbrado público y del sector típico de distribución establecido.

La Norma de Procedimiento Administrativo de Reclamaciones de Usuarios del Servicio Público de Electricidad establece un plazo de 30 días hábiles para que el concesionario pueda resolver cualquier reclamación de los usuarios.

Este plazo era demasiado largo para resolver las deficiencias más importantes del alumbrado público y además no había norma o dispositivo legal que sancionara a la empresa por omisión o atención en plazos largos.

El artículo 31 b) de la Ley de Concesiones Eléctricas establece la obligación del concesionario de conservar sus instalaciones en condiciones adecuadas para su operación eficiente y es necesario establecer indicadores y tolerancias para su control.

Aspectos Técnicos y Operacionales

Del Concesionario

El embalse tarifario entre los años 1980 y 1993 dio lugar a que los concesionarios de distribución no dispongan de recursos para el mantenimiento adecuado de sus instalaciones. Por otro lado, la inexistencia de un Organismo Supervisor antes de la creación de OSINERG en 1997, permitió también el descuido de las instalaciones de los concesionarios de distribución. Ambos hechos provocaron gran deterioro de las instalaciones, requiriendo remodelaciones de alta inversión para lograr la operación eficiente.

Del Organismo

La fiscalización efectuada por OSINERG desde 1998 hasta el 2001, cubría en cada periodo anual, aproximadamente el 10% de las instalaciones y actividades de los concesionarios. Las inspecciones de campo se realizaban en periodos diurnos y el servicio de alumbrado público no se consideraba una actividad prioritaria. Sin embargo, la gran cantidad de deficiencias encontradas así como los reclamos de los usuarios y representantes de la ciudadanía sobre este servicio hicieron evidente al Organismo que el Servicio de Alumbrado Público es un tema muy sensible y prioritario y en el año 2002 se inició la fiscalización especial de este servicio.

Aspectos Económicos

Del Concesionario

La baja o negativa rentabilidad de la mayoría de los concesionarios de distribución (encargados del servicio de alumbrado público), así como la falta de exigencia de la autoridad durante varios años, dieron lugar a que los concesionarios sufraguen solo una mínima parte de los costos operativos y de mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público. En los últimos años se ha incrementado el hurto de conductores y de artefactos de alumbrado público, los mismos que han tenido que ser reemplazados para mantener el servicio, incrementando los costos de mantenimiento y el nivel de deficiencias de las instalaciones.

Del Organismo

El inspeccionar todo el parque de alumbrado público de los concesionarios de distribución en todo el país significa un alto costo para el Organismo, por lo que por los presupuestos asignados, las metas en la fiscalización regular de los periodos 1998-2001 fue inspeccionar anualmente aproximadamente el 10% del parque de instalaciones. La empresa corregía solamente las observaciones que OSINERG detectaba en el proceso de fiscalización.

Aspectos de Seguridad

Seguridad Vial

Estudios realizados por diferentes instituciones, muestran que el alumbrado vial puede ayudar a reducir el número de accidentes viales en más de un 30% debido a que el rendimiento y el confort visual del piloto

de un vehículo se deterioran considerablemente a medida que oscurece, en particular en aquellas carreteras que no disponen de un diseño apropiado o el mantenimiento es deficiente o inexistente. Por tanto existe una relación directa entre los parámetros de calidad del alumbrado público y la confiabilidad visual del piloto. La confiabilidad visual es la capacidad del piloto de un vehículo para seleccionar y procesar la información visual presentada de modo de conducir en forma segura su vehículo. La confiabilidad visual del piloto depende en gran medida de su capacidad para detectar cambios sutiles en el campo visual.

Para mantener un nivel alto de confiabilidad visual, cuando las condiciones visuales no son las ideales, el piloto debe estar comfortable en el entorno visual creado por el alumbrado vial.

Por tanto, la operatividad del servicio de alumbrado público es muy importante para la seguridad del tránsito en las vías públicas.

Seguridad Ciudadana

Estudios realizados en las ciudades de Dudley y Store-on Trent (UK) sobre los efectos de la mejora del alumbrado en la reducción de la criminalidad indicaron que en la primera localidad los delitos se redujeron en un 41% y en el segundo caso en 43% lo que deja de manifiesto la necesidad del alumbrado público y justifica ampliamente su operación y mantenimiento (ver figura N° 7 y tabla 2).

Diagnóstico Previo

El OSINERG ejerce la supervisión en los concesionarios del sector eléctrico desde 1998 y la fiscalización regular a los concesionarios de distribución abarcaba las instalaciones del Subsistema de Distribución Primaria y Secundaria, Conexiones y Alumbrado Público así como la Seguridad y la Conservación del Medio Ambiente.

Debido a la amplitud de instalaciones y actividades, así como a la falta de estadísticas en el subsector electricidad no se podía ejercer a plenitud la supervisión.

De acuerdo a la normatividad vigente de ese entonces, el Organismo tenía también una capacidad disminuida para generar procedimientos y normas.

Mediante los procedimientos establecidos en la fiscalización regular, el Organismo observaba y notificaba las deficiencias y el concesionario procedía a subsanar solamente las deficiencias notificadas. Se sancionaba cuando el concesionario no efectuaba la subsanación y el avance en la mejora del servicio dependía del avance de la fiscalización de OSINERG.

Asimismo, las estadísticas de deficiencias detectadas por los supervisores no reflejaban adecuadamente el estado operativo de la totalidad de las instalaciones.

Resultados de la Fiscalización Regular

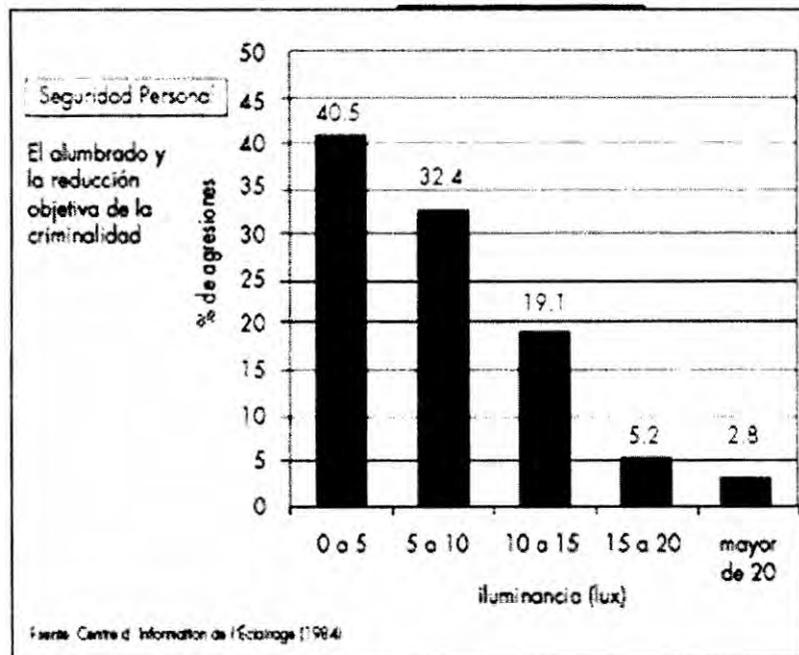
La fiscalización regular incluyó al servicio de alumbrado público hasta el 2003 y se detectaron 25,831 deficiencias en el alumbrado público en el periodo 2000-2003, Entre los años 2002 y 2003 se presentó una considerable disminución en las deficiencias detectadas en la fiscalización regular debido a que en agosto de 2002 se implementó el Proyecto FEDAP (Fiscalización Especial del Alumbrado Público)

Figura N° 7: El alumbrado como medio disuasivo



Fuente: OSINERGMIN (2005)

Tabla 2: Incidencia del alumbrado en la reducción de la criminalidad



Fuente: OSINERGMIN (2005)

Tabla 3: Deficiencias de alumbrado público detectadas en la fiscalización regular

EMPRESA CONCESIONARIA	Parque de UAP (*)	PERIODO				TOTAL Deficiencias Detectadas
		2000	2001	2002	2003	
		Deficiencias Detectadas	Deficiencias Detectadas	Deficiencias Detectadas	Deficiencias Detectadas	
EDELNOR	267,894	2,902	2,717	1,689	92	7,400
LUZ DEL SUR	214,526	392	642	1,945	38	3,017
HIDRANDINA	124,806	1,020	935	154	56	2,165
SEAL	90,144	1,320	549	62	39	1,980
ELECTRO SUR ESTE	49,980	56	184	46	16	302
ELECTROCENTRO	67,359	213	898	99	54	1,464
ELECTRONORTE	51,591	2,000	180	401	112	2,693
ELECTRO SUR MEDIO	39,190	785	282	250	40	1,357
ELECTRO ORIENTE	37,293	320	199	68	15	602
ELECTRO LUCAYALI	12,423	187	355	18	44	604
ELECTRO PUNO	35,190	16	225	14	23	478
ELECTRONOROESTE	64,801	1,174	1,101	328	23	2,626
ELECTRO SUR	36,280	309	641	19	25	994
EDECAFETE	6,871	31	64	38	16	149
TOTALES	1,098,348	10,935	9,172	5,131	593	25,831

(*) Según información proporcionada por las empresas concesionarias en todos los sectores típicos.
Fuente: OSINERG - Gerencia de Fiscalización Eléctrica

Fuente: OSINERG (2005)

2.1.5 Deficiencias para el Procedimiento de Fiscalización del Alumbrado Público

Lámpara inoperativa.- Cuando la lámpara está apagada, con encendido intermitente o no existe.

Figura N° 8: Lámpara inoperativa



Fuente: OSINERG (2005)

Pastoral roto o mal orientado.- Cuando el pastoral está desprendido o girado fuera de su posición de diseño que imposibilita el cumplimiento de su función.

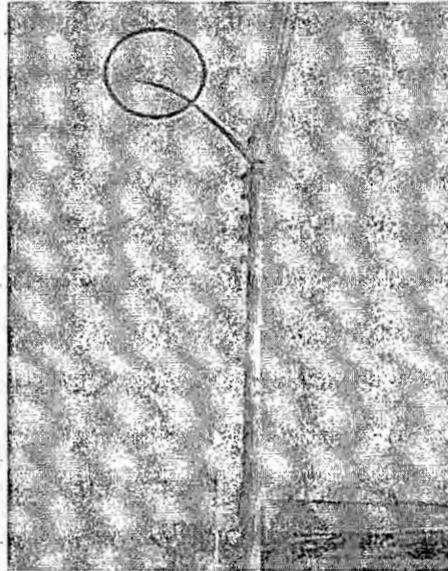
Figura N° 9: Pastoral mal orientado



Fuente: OSINERG (2005)

Falta de UAP.- Cuando entre postes existentes con alumbrado, falta un poste originado por deterioro o choque de vehículos o existiendo el poste falta el artefacto de alumbrado.

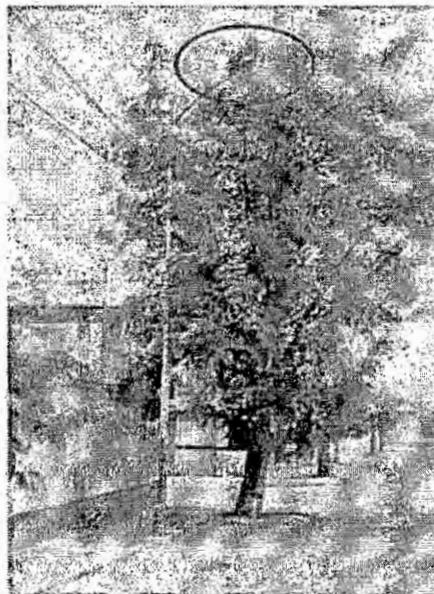
Figura N°10: Ausencia de Unidad de Alumbrado Público



Fuente: OSINERG (2005)

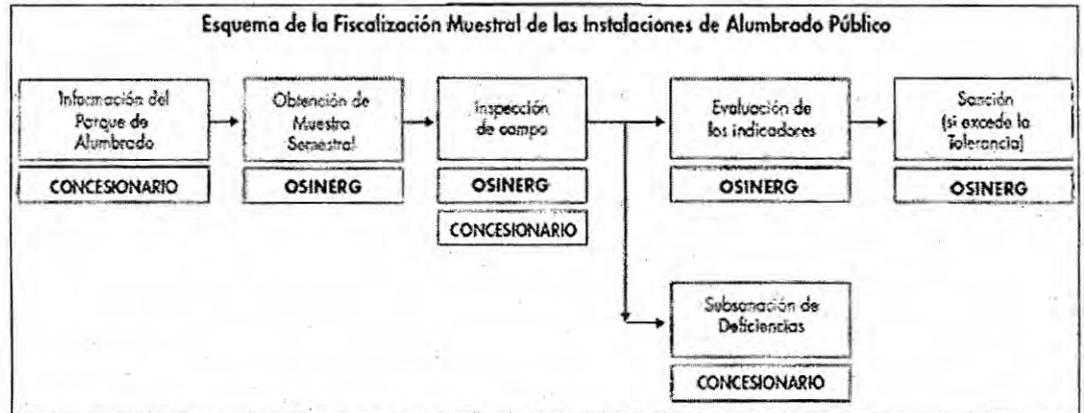
Interferencia de árbol.- Cuando el follaje del árbol por su cercanía física a la luminaria interfiere al haz luminoso y origina zona oscura en la vía.

Figura N°11: Interferencia de un árbol



Fuente: OSINERG (2005)

Figura N°12. Esquema de fiscalización muestral de las instalaciones de Alumbrado público.



Fuente: OSINERG (2005)

2.1.6 Inconvenientes para la aplicación de las normas

La Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos –**NTCSE (D. S. N° 020-97-EM)**- en sus artículos **8.2.2, 8.2.3. y 8.2.4**, establece que la concesionaria de distribución es la responsable de llevar a cabo mediciones de campo para determinar el cumplimiento de los niveles de iluminancia, luminancia y deslumbramiento exigidos en la **TABLA II** del numeral **3.1** de la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución-**NTAP (R.M. N°013-2003-EM/DM)** . En su aplicación se tienen los siguientes inconvenientes:

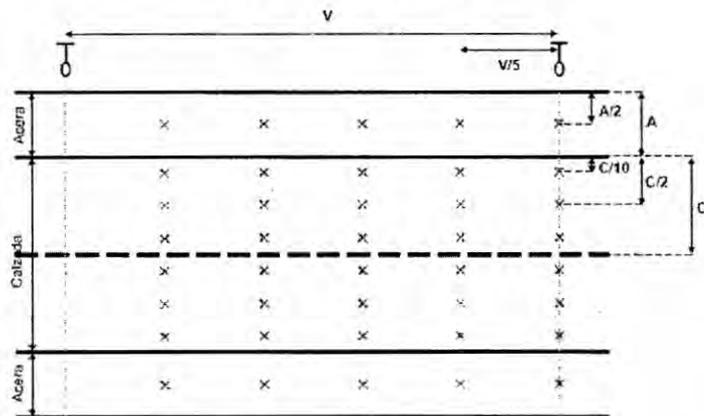
- El periodo de verificación es semestral y tiene un alcance de un máximo de 1% del total de vías cuyo alumbrado público esté a cargo del concesionario de distribución.

- El concesionario de distribución efectúa la selección aleatoria de las vías a evaluar en un mes determinado y envía el listado al **OSINERGMIN** una semana antes del inicio del mes correspondiente.
- **El OSINERGMIN** tiene la potestad de presenciar la medición.
- Este indicador tiene una tolerancia de 10%.

Respecto a la aplicación de la **NTCSE**, la necesidad de que la concesionaria tome conocimiento anticipadamente de qué vías van a ser evaluadas está justificada considerando la afectación al libre tránsito que significan llevar a cabo las mediciones conforme lo estipulado en la **NTAP**. Por lo tanto, la concesionaria debe coordinar con el municipio respectivo y, en muchos casos, con la policía nacional con el fin de obtener las autorizaciones respectivas, proceso que tiene que ser llevado a cabo con varios días de anticipación.

Considerando una vía común de 2 carriles y 2 aceras laterales, la guía de medición de la **NTAP** establece para la evaluación de los niveles de iluminancia la grilla de medición mostrada en la Figura 13, los puntos donde se efectúan mediciones puntuales de iluminancia están representados por espas y, por tanto, se tiene un total de 40 mediciones puntuales para esta vía que es la más común a nivel nacional.

Figura N° 13. Grilla de Medición para una vía típica con instalaciones de Alumbrado Público



Fuente: OSINERGMIN

2.2 MÉTODO DE MEDICIÓN PROPUESTO

Para la descripción del nuevo método de medición primero es necesario presentar a los elementos que intervienen:

Equipos, Herramientas e Información necesaria:

- a) **Luxómetro:** Debe cumplir con los requerimientos exigidos por la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución (NTAP).
- b) **Cilindro de apantallamiento:** La descripción de este nuevo elemento está contenida más adelante.
- c) **Telémetro:** Para la medida de longitudes se recomienda hacer uso de este equipo debido a su facilidad de uso y su precisión.
- d) **Cámara Fotográfica:** Para obtener vistas fotográficas de las luminarias para poder identificarlas y determinar sus ángulos de rotación, inclinación y giro.
- e) **Tabla de Intensidades Luminosas:** Son necesarias para su uso con el Ilunergmin.

- f) **Ilunergmin:** La descripción de este elemento (que ha sido desarrollado como parte fundamental del presente estudio) está contenida más adelante.

2.2.1 Descripción del método de medición:

a) Inspección de Campo

- Obtención de datos geométricos: Haciendo uso del telémetro se obtiene los valores de los parámetros longitudinales (ancho y longitud de vano; ancho de las aceras, bermas y carriles y la altura de instalación de las luminarias). Para determinar los ángulos de rotación, inclinación y giro de la luminaria se obtienen muestras fotográficas de las luminarias.

- Medida de valores de iluminancias horizontales apantalladas: Haciendo uso del cilindro de apantallamiento en conjunto con el luxómetro se obtienen las medidas de iluminancia apantallada en los puntos que corresponden a la proyección de cada una de las luminarias que contribuyan iluminación al vano en evaluación. Se recomienda usar el criterio descrito en Publicación CIE 140-2000 que menciona que se deben incluir las luminarias que se sitúan dentro de cinco veces la altura de montaje desde el punto de cálculo; sin embargo, por la experiencia, cuando es notable que las luminarias presenten un desgaste considerable se puede reducir la cantidad de luminarias consideradas.

- Obtención de iluminancias en los puntos de ajuste: El criterio de selección de estos puntos es que el triángulo formado por los mismos ocupe el área mayor posible dentro del rectángulo correspondiente al vano en evaluación. Por ejemplo, para una configuración unilateral de los EAP (Equipos de Alumbrado Público) en el vano, dos de los puntos serían los resultantes de la proyección en el vano de las 2

luminarias de los EAP que delimitan el vano y el tercer punto estaría ubicado a la mitad del vano en el lado opuesto al de la instalación de los EAP.

b) Proceso de Datos

El tratamiento que se da a los datos recogidos en campo estará descrito en la Guía del uso del ILUNERGMIN, que pondremos más adelante, de donde se obtendrá el valor de la iluminancia promedio, la uniformidad media y el factor de mantenimiento.

DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

Como parte del nuevo esquema de supervisión también se ha observado la necesidad de que la información relevante esté disponible para el Supervisor. El tratamiento de esta información está basado en el modelo del Registro Histórico de Deficiencias de la Supervisión de la Operatividad del Servicio de Alumbrado Público; es decir, el que genera, mantiene y actualiza estos datos es la concesionaria de distribución y el OSINERGMIN tiene acceso de lectura que le permite realizar sus actividades de supervisión.

El requerimiento de información se ha dividido en 3 bases de datos que se detallan a continuación:

Base de datos de vías

Su estructura es la que se muestra en la Tabla N°4.

Tabla 4: Estructura de la Base de Datos de Vías

Campo	Descripción
1	Código de empresa concesionaria de distribución
2	Código de la vía
3	Nombre de la vía
4	Código de tipo de vía (según NTAP)
5	Código de tipo de alumbrado (según NTAP)
6	Sector Típico
7	Longitud de la vía
8	Código UBIGEO de inicio de la vía
9	Código UBIGEO del fin de la vía

Fuente: OSINERGMIN

Base de datos de equipos de alumbrado publico

Su estructura es la que se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Estructura de la Base de Datos de Equipos de Alumbrado Público

Campo	Descripción
1	Código único de Identificación de EAP
2	Código de poste
3	Código de vía (campo 2 de la Base de Datos de Vías)
4	Código UBIGEO
5	Marca de luminaria
6	Modelo de luminaria
7	Código de Tabla de Intensidades Luminosas
8	Marca de Lámpara
9	Modelo de Lámpara
10	Potencia de Lámpara (W)
11	Flujo Luminoso Nominal (lm)
12	Altura de instalación
13	Ángulo de inclinación
14	Valor de iluminancia horizontal apantallada medida en fecha de instalación de EAP (nuevo)
15	Fecha de instalación
16	Valor de iluminancia horizontal apantallada medida en fecha de último mantenimiento
17	Fecha de último mantenimiento

Fuente: OSINERGMIN

Por la cantidad de registro esta base de datos debe estar fraccionada en bases de datos que agrupen los EAP por distritos y, por tratarse de información no disponible actualmente, esta base de datos se empezaría a formar parcialmente conforme el avance de renovación de instalaciones y el mantenimiento.

Base de datos de tablas e intensidades luminosas

A través de esta base de datos se debe ingresar a las Tablas de Intensidades Luminosas de todos los equipos de alumbrado público instalados, su identificación sería el Código de Tabla de Intensidades Luminosas (campo 7 de la Base de Datos de Equipos de Alumbrado Público).

Las tablas de intensidades luminosas son muy importantes en el nuevo esquema, puesto que su indisponibilidad actual o la poca certeza que se tiene de su correspondencia con las luminarias instaladas son la principal fuente de divergencia entre los resultados obtenidos con el método propuesto y los obtenidos con la medición vigente

2.2.2 Supervisión de instalaciones de alumbrado público nuevo o remodelado

Alcance

Puesta en servicio de nuevos proyectos de iluminación y remodelación de instalaciones de alumbrado público.

Descripción

- a) La concesionaria da aviso anticipado al OSINERGMIN de tal forma que, de creerlo conveniente, un Supervisor del Organismo participe en las mediciones.
- b) La medición es efectuada por la empresa concesionaria.

- c) El método de medición de los parámetros de control es el tradicional establecido en la NTAP.
- d) Los resultados de la medición son evaluados contra las exigencias de la NTAP y también son almacenados para la evaluación futura del mantenimiento.
- e) Los datos de la vía nueva o remodelada, así como los resultados de la medición, alimentan a las Bases de Datos referidas en la sección 2.2

2.2.3 Supervisión del mantenimiento de instalaciones de alumbrado público

Alcance

Totalidad de vías a cargo de las empresas concesionarias de distribución.

Descripción

El procedimiento de esta supervisión es semejante al de la Supervisión de la Operatividad del Servicio de Alumbrado Público, es decir:

- a) En base a la teoría de muestras se obtiene la relación de vanos a supervisar.
- b) En fecha determinada por el OSINERGMIN se efectúan las inspecciones de campo.
- c) El método de medición usado en esta supervisión es el método propuesto en el presente estudio.
- d) Estas mediciones de campo son efectuadas por el Supervisor del OSINERGMIN y el(los) representante(s) de la concesionaria.
- e) Los vanos a supervisar son del conocimiento de la concesionaria solamente minutos antes de la inspección de campo correspondiente.
- f) Como resultado de las inspecciones de campo se obtiene el indicador correspondiente:

$$\%LVD = \frac{LVD}{LVS} \times 100\%$$

Dónde:

% LVD: Porcentaje de longitud de vanos deficientes

LVD: Longitud total de Vanos con Alumbrado Deficiente en m

LVS: Longitud total de Vanos Supervisados en m

g) Considerando que el factor de mantenimiento no debe ser inferior a 0,7

(Este valor es el reconocido por el OSINERGMIN en sus cálculos tarifarios), el indicador de mantenimiento está definido como:

$$\%VFMD = \frac{LVFMD}{LVS} \times 100\%$$

Dónde:

% LVD: Porcentaje de longitud de vanos con Factor de Mantenimiento deficiente

LVFMD: Longitud total de Vanos con Factor de Mantenimiento deficiente en m

LVD: Longitud total de Vanos Supervisados en m

2.2.4 Consideraciones para el establecimiento de tolerancias y sanciones

a) Debido a la existencia de posibles divergencias entre el método de medición vigente y el método propuesto, los resultados obtenidos en el nuevo esquema de supervisión presentan un margen de incertidumbre que debe ser tomado en cuenta para la determinación de las tolerancias y sanciones relacionadas con la supervisión.

b) Si bien el valor del factor de mantenimiento reconocido en la regulación tarifaria es de 0,7 (que también coincide con el valor normalmente usado en los proyectos de iluminación), este valor no puede ser exigido pues es necesario considerar un periodo de adecuación por dos razones: (1) no existe información ordenada del estado inicial de las instalaciones de alumbrado público y (2) los valores obtenidos para el factor de mantenimiento a partir de los datos teóricos son en varios casos menores al umbral de 0,7.

2.3 EL CILINDRO DE APANTALLAMIENTO

El cilindro de apantallamiento es una herramienta que es usada como accesorio del luxómetro y su función es que la cantidad de luz que recibe el luxómetro sea solamente la que corresponde a un equipo de alumbrado público.

Dimensiones

Las dimensiones del cilindro de apantallamiento dependen del diámetro del receptor óptico del luxómetro con el cual se va a usar, la altura a la cual están instaladas las luminarias a evaluar y las dimensiones horizontales de su difusor.

Sus detalles se muestran en la Figura 14; de la misma, se debe considerar que el diámetro externo depende solo del material del cual está hecho, y que el diámetro interno y la altura deben ser tal que permitan que el diámetro de alcance a la altura de prueba "H" sea mayor que las dimensiones horizontales del difusor de la luminaria. Para determinar el diámetro de alcance se debe usar la siguiente fórmula:

$$D_H = \frac{H}{h_{ca}} \cdot (d_{ica} - d_L) + d_L$$

Dónde:

D_H es el diámetro de alcance del luxómetro apantallado para una altura H

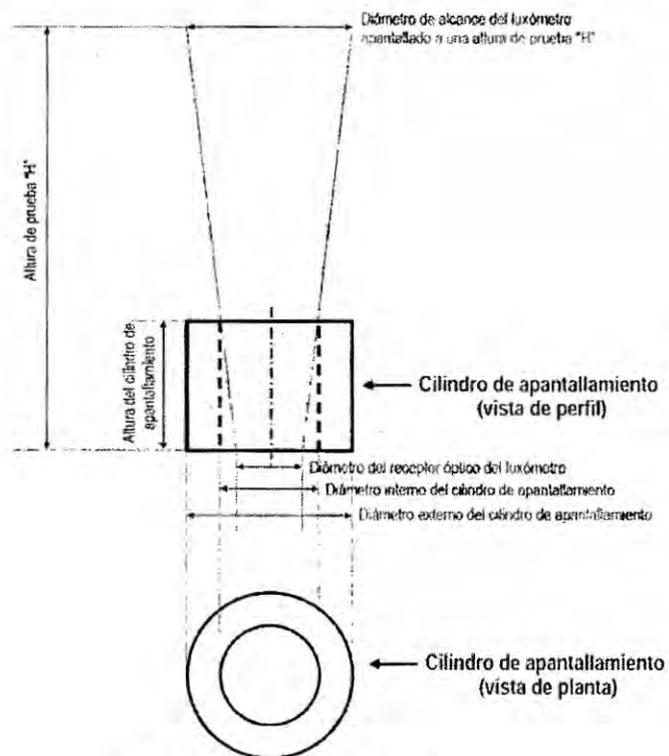
H es la altura de prueba que representa a la altura de instalación de las luminarias

h_{ca} es la altura del cilindro de apantallamiento

d_{ica} es la altura del diámetro interno del cilindro de apantallamiento

d_L es el diámetro del receptor óptico del luxómetro

Figura N° 14: Detalles Geométricos del Cilindro de Apantallamiento



Fuente: OSINERGMIN

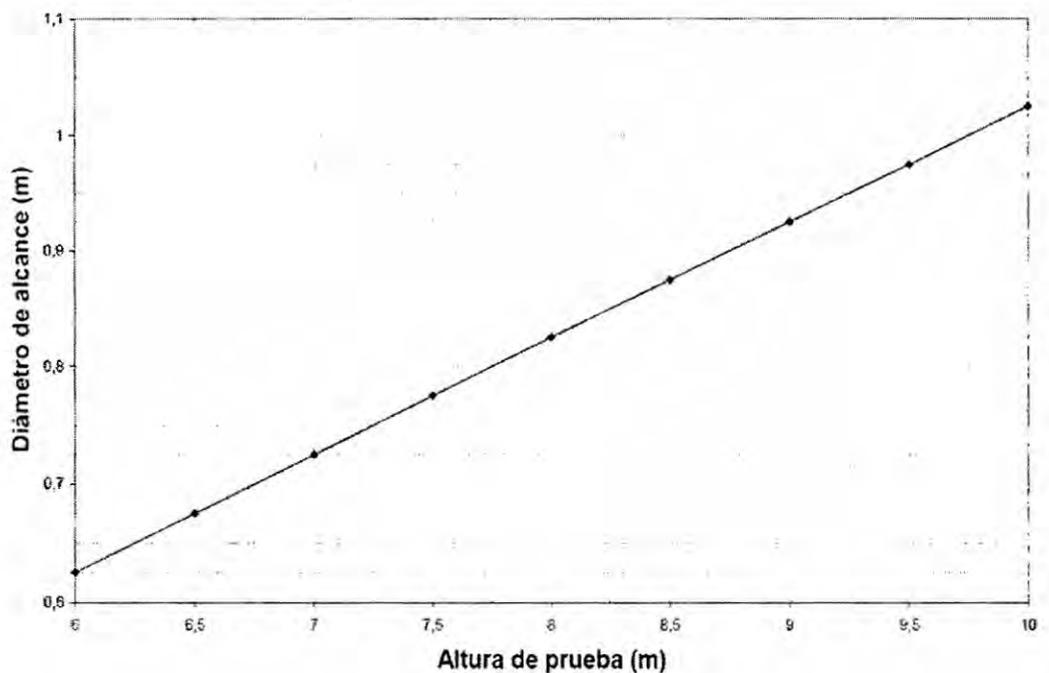
Material y Color

El único requisito para el material es que sea de superficie rugosa no reflectiva de color negro mate, se recomienda que el cilindro sea fabricado en madera porosa mediante un proceso de torneado.

Cilindro Usado en el Presente Estudio

Para las mediciones de campo del presente estudio se ha usado un luxómetro modelo T-10 de Konica Minolta (con diámetro del receptor óptico igual a 0,25 m) y un cilindro de apantallamiento de 0,15 m de altura y 0,04 m de diámetro interno, el material usado fue madera copaiba y fue pintado superficialmente con pintura esmalte negro mate. De acuerdo a la Fórmula, este cilindro tiene el comportamiento mostrado en la Figura 15.

Figura N°15: Especificación para el diámetro de alcance para el Cilindro de Apantallamiento y luxómetro usados en las mediciones de campo del presente estudio



Fuente: OSINERGMIN

2.4 EL ILUNERGMIN: HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

Ilunergmin es el nombre dado a la herramienta informática diseñada para su uso específico con el nuevo enfoque de la Supervisión de la Calidad del Servicio de Alumbrado Público.

El presente capítulo describe las características requeridas y los fundamentos utilizados para su cumplimiento. La guía de usuario del Ilunergmin está contenida en el siguiente capítulo.

2.4.1 Características Requeridas

Considerando que la obtención de los parámetros lumínicos es el resultado de una simulación, los datos de ingreso para ésta deben representar de la mejor forma posible las condiciones reales de las instalaciones de alumbrado público, es así que los requerimientos más importantes de la herramienta de simulación son:

a) Capacidad de procesar al mismo instante distintas condiciones geométricas para cada uno de los Equipos de Alumbrado Público (EAP) que intervienen en cada caso.

Partiendo del hecho real que las luminarias instaladas en una misma vía (y más aún en una misma cuadra) tienen diferentes alturas de instalación, longitud de avance respecto al límite de la calzada, diferentes ángulos de inclinación, rotación y giro. Si bien estas diferencias pueden tener su origen en el diseño inicial del proyecto, también se deben a deficiencias que se presentan con el paso del tiempo, principalmente la rotación, giro o inclinación del pastoral.

b) Capacidad de procesar al mismo instante diferentes tipos de luminarias.

Esto conlleva a que la herramienta de simulación posea la capacidad de procesar información técnica distinta para cada EAP que interviene para un determinado caso, según corresponda.

c) Capacidad de simular la condición de desgaste de la luminaria. La herramienta incluye un modelo de simulación que combina datos obtenidos en la medición de campo y datos obtenidos de la información técnica de las luminarias (tablas de intensidades luminosas).

2.4.2 Base Teórica para el Desarrollo de la Herramienta de Simulación Cálculo de Iluminancia Horizontal

El desarrollo del Ilunergmin está basado en la aplicación de la fórmula para la iluminancia horizontal en un punto:

$$E_h = \sum \frac{I(C, \gamma) \cdot \cos^3 \varepsilon \cdot \Phi \cdot FM}{H^2}$$

Dónde:

E_h es la iluminancia horizontal mantenida en el punto en lux;

Σ indica la sumatoria de la contribución de todas las luminarias;

$I(C, \gamma)$ es la intensidad en cd/klm en la dirección del punto;

ε es el ángulo de incidencia de la luz en el punto;

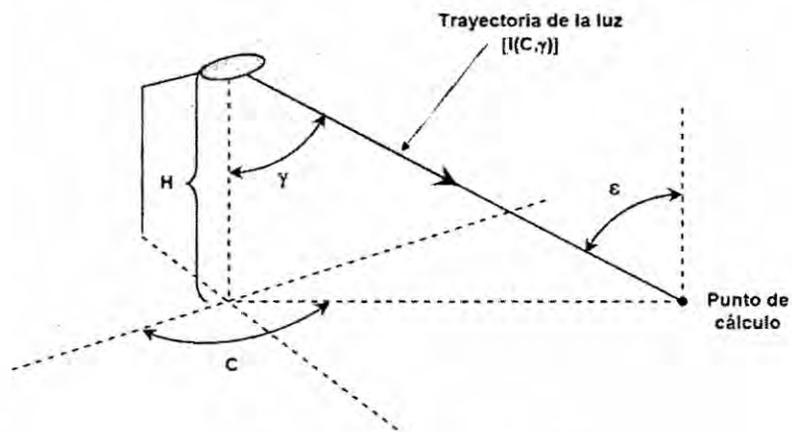
γ es el ángulo fotométrico vertical;

H es la altura de montaje en m de la luminaria;

Φ es el flujo luminoso inicial en klm de la lámpara o lámparas de la luminaria;

FM es el producto del factor de mantenimiento del flujo de la lámpara y el factor de mantenimiento de la luminaria.

Figura N°16: Algunos parámetros Geométricos de una Instalación de Alumbrado Público

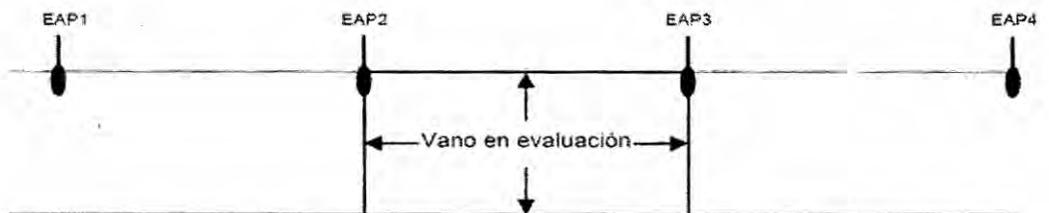


Fuente: OSINERGMIN

Principio de Superposición

Para cumplir con los requerimientos citados se aplica el principio de superposición en combinación con la capacidad del Ilunergmin de recibir información individualizada, tanto geométrica y lumínica, para cada una de las EAP involucradas. Para una explicación gráfica veamos la Gráfica 17.

Figura N°17: Vista de planta de una vía con instalación de alumbrado público típica (disposición unilateral)



Fuente: OSINERGMIN

En la Gráfica 17 se muestra una vía con instalaciones de alumbrado público típicas, aparentemente con condiciones uniformes para los EAP; sin embargo, esta instalación puede presentar las siguientes características que la alejan de una condición uniforme, por ejemplo:

- Las luminarias de los EAP son diferentes, de diferente marca y modelo.
- Las condiciones de desgaste (factor de mantenimiento) son diferentes para cada uno de los EAP.
- Todos los EAP están instalados a diferentes alturas; es común que en una misma cuadra de una vía los EAP presenten diferencias de alturas que pueden llegar hasta 3 m.
- El avance de las luminarias de los EAP es distinto.
- Las distancias entre los EAP (vanos) son diferentes.
- Los ángulos de giro, rotación e inclinación son diferentes; en el último de éstos probablemente por el diseño del proyecto, pero en los dos primeros –en la mayoría de los casos– debido a deficiencias en el pastoral o la luminaria del EAP.

En una instalación de alumbrado público cualquiera, la mayoría de estas características es aplicable, ya sea en menor o mayor grado dependiendo de la importancia de la vía, para vías de mayor importancia las concesionarias han tratado de mantener la uniformidad del proyecto inicial de alumbrado público. Por ello, como ya se mencionó el Ilunergmin recibe información individualizada para cada EAP.

Modelo del desgaste de la luminaria

a) Cálculo con el factor de mantenimiento constante para cada EAP

Como primera aproximación, el Ilunergmin –para cada EAP que interviene en la simulación– calcula el Factor de Mantenimiento en el punto que corresponde a su proyección. Este Factor de Mantenimiento queda calculado mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$FM_{\text{proyección,EAPi}} = \frac{E_{\text{med.ca,EAPi}}}{E_{\text{calculada,EAPi}}}$$

Dónde:

$FM_{\text{proyección,EAPi}}$ es el Factor de Mantenimiento en la Proyección para el EAP "i"

$E_{\text{med.ca,EAPi}}$ es la Iluminancia medida con apantallamiento (usando el Cilindro de Apantallamiento) en lux para el EAP "i"

$E_{\text{med.ca,EAPi}}$ es la Iluminancia calculada en lux aplicando la Fórmula solo para el EAP "i" en el punto de cálculo correspondiente a la proyección de la luminaria del mismo EAP. Considerando la grilla de medición correspondiente, el Ilunergmin aplica la Fórmula para cada uno de los puntos definidos en tal grilla y para cada EAP que interviene en la simulación.

b) Ajuste con puntos de referencia

Este ajuste consiste en la modificación de los resultados obtenidos del proceso descrito en el literal anterior, mediante la introducción de factores de corrección calculados a partir de valores de Iluminancia horizontal en 3 puntos de ajuste ubicados en la superficie del vano en evaluación, el proceso es el siguiente:

- Se determinan los 3 puntos de ajuste. Según lo descrito en la sección 2.3, el criterio de selección de estos puntos es que el triángulo formado por los mismos ocupe el área mayor posible dentro del rectángulo correspondiente al vano en evaluación. Por ejemplo, para una configuración unilateral de los EAP en el vano, dos de los puntos serían los resultantes de la proyección en el vano de las 2 luminarias de los EAP que delimitan el vano y el tercer punto estaría ubicado a la mitad del vano en el lado opuesto al de la instalación de los EAP.

- Se obtiene la razón de ajuste para cada uno de los tres puntos:

$$R_{ajuste,j} = \frac{E_{medido,j}}{E_{calc.prel.,j}}$$

Dónde:

$R_{ajuste,j}$ es la razón de ajuste para el punto de ajuste "j"

$E_{medido,j}$ es la Iluminancia horizontal en lux, medida (sin apantallamiento) para el punto de ajuste "j"

$E_{calc.prel.,j}$ es la Iluminancia horizontal en lux, calculada mediante el proceso descrito en el literal anterior para el punto de ajuste "j"

- Con las coordenadas de los 3 puntos de ajuste y sus respectivas razones de ajuste, se genera la ecuación para razones de ajuste. Para esto se aplica la propiedad geométrica de determinación de un plano con 3 puntos no colineales, en este caso el espacio lo conforman los ejes coordenados de la posición de los ajustes y la tercera coordenada corresponde a las razones de ajuste; de tal forma que se obtiene:

$$RA(x, y) = \frac{1 - (ax + by)}{c}$$

Dónde:

$RA(x,y)$ es la Razón de Ajuste para el punto cuyas coordenadas son "x" e "y"

x es la posición del punto de cálculo en la Coordenada Longitudinal X

y es la posición del punto de cálculo en la Coordenada Trasversal Y

a, b y c son constantes determinadas por la solución de la fórmula

El valor de las constantes a, b y c es calculado al solucionar:

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & R_{ajuste,1} \\ x_2 & y_2 & R_{ajuste,2} \\ x_3 & y_3 & R_{ajuste,3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Dónde:

$R_{ajuste,j}$ es la Razón de Ajuste para el punto de ajuste "j"

x_j es la posición del punto de ajuste "j" en la Coordenada Longitudinal X

y_j es la posición del punto de ajuste "j" en la Coordenada Trasversal Y

a, b y c son constantes determinadas por la solución de la fórmula.

- Finalmente, se hace uso de la fórmula (6.4) para corregir los valores obtenidos según lo descrito en el numeral anterior. Resumiendo, el valor de la iluminancia horizontal para cada punto perteneciente a la grilla de medición del vano en evaluación es calculado por:

$$E_h(x, y) = RA(x, y) \cdot \left[\sum \frac{I(C, \gamma) \cdot \cos^3 \varepsilon \cdot \Phi \cdot FM}{H^2} \right]$$

Dónde:

$E_h(x,y)$ es la iluminancia horizontal para el punto de cálculo de coordenadas "x" e "y" el resto de parámetros están descritos en la parte explicativa de las fórmulas.

2.5 Marco Legal

2.5.1 NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS NTCSE (D. S. N° 020-97-EM)

El objetivo de la presente Norma es establecer los niveles mínimos de calidad de los servicios eléctricos, incluido el alumbrado público, y las obligaciones de las empresas de electricidad y los Clientes que operan bajo el régimen de la Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 25844.

La presente norma es de aplicación imperativa para el suministro de servicios relacionados con la generación, transmisión y distribución de la electricidad sujetos a regulación de precios y de aplicación supletoria de la voluntad de las partes para aquel suministro que, conforme a Ley, pertenece al régimen de libertad de precios. En este último caso, las partes relevantes de la Norma que no estén contempladas expresamente en contratos de suministro de servicios serán aplicadas supletoriamente.

El control de la calidad de los servicios eléctricos se realiza en los siguientes aspectos:

a) Calidad de Producto:

- Tensión;
- Frecuencia;
- Perturbaciones (Flicker y Tensiones Armónicas).

b) Calidad de Suministro:

- Interrupciones.

c) Calidad de Servicio Comercial:

- Trato al Cliente;
- Medios de Atención;
- Precisión de Medida.

d) Calidad de Alumbrado Público:

- Deficiencias del Alumbrado.

2.5.2 NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS ELÉCTRICOS NTCSE (D. S. N° 020-97-EM).

CALIDAD DE ALUMBRADO PÚBLICO

- **DEFICIENCIAS DEL ALUMBRADO**
- **OBLIGACIONES DEL SUMINISTRADOR**

- Diseñar e implementar los procedimientos y/o mecanismos necesarios para la recolección de información, la evaluación de indicadores y compensaciones, y la transferencia de información requerida a la Autoridad.
- Entregar a la Autoridad, una semana antes de la finalización de cada mes, el programa propuesto de medición del mes siguiente.
- Tomar las mediciones de los parámetros de la calidad del Alumbrado Público dentro de los plazos establecidos.

2.5.3 NORMA TÉCNICA DGE “ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS EN ZONAS DE CONCESIÓN DE DISTRIBUCIÓN” NTAP (R.M. N°013-2003-EM/DM)

OBJETIVO

La presente Norma tiene como objetivo establecer las exigencias lumínicas mínimas que deben cumplir las instalaciones de alumbrado de vías públicas desde su etapa de diseño; los estándares de calidad mínimos exigidos dentro del marco del cumplimiento de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, así como fijar las obligaciones de los suministradores de alumbrado de vías públicas y las facultades de la autoridad para su correcta operación y oportuna reparación y mantenimiento. La presente Norma es de aplicación obligatoria dentro de

la concesión de las empresas distribuidoras de energía eléctrica. Para las instalaciones de alumbrado de vías públicas que se encuentren fuera de una concesión de distribución se emitirá una norma especial.

BASE LEGAL

- Decreto Ley N° 25844 - Ley de Concesiones Eléctricas (Artículo 94°);
- Decreto Supremo N° 009-93-EM - Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas (Artículos 184°, 201°);
- Decreto Supremo N° 020-97-EM - Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos y modificaciones;
- Directivas de OSINERG relacionadas al tema.
- Decreto Supremo No. 004-95-MTC

ALCANCES

Cuando en el texto de la presente Norma se utilicen los términos “Norma” y “Autoridad”, se debe entender que se refieren a la Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución y al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía – OSINERG –, respectivamente.

La presente Norma es de aplicación obligatoria para la dotación del servicio de alumbrado de vías públicas para toda entidad que diseñe, opere o administre instalaciones de alumbrado eléctrico y provea el servicio en vías públicas sean de tránsito vehicular o peatonal, urbanas, urbano-rurales o rurales, áreas recreacionales y en zonas especiales.

Esta Norma no comprende el alumbrado de:

- Monumentos públicos, fachadas de edificios públicos y/o particulares.
- Alumbrado especial al interior de las plazas, parques, plazuelas y jardines (Glorietas, fuentes de agua, piletas, plataformas para representaciones artísticas y/o teatrales).

- Plazas, parques, plazuelas y jardines de propiedad privada.
- Campos deportivos.

Para el interior de las plazas, parques y plazuelas públicas, esta norma establecerá la relación W/m² mínima que deben cumplir las instalaciones de alumbrado público en su conjunto y que sean de responsabilidad del Concesionario.

En el caso de Centros Históricos y Áreas Monumentales, la municipalidad competente coordinará con el Concesionario la instalación de unidades de alumbrado público que no distorsionen la estética y arquitectura del lugar, de tal manera que se preserve el valor cultural.

REGLAS DEL ALUMBRADO DE VÍAS PÚBLICAS

TÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES GENERALES

De acuerdo con la norma aplicable, la clasificación de vías públicas, es realizada por las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, Decreto Supremo 04-95 MTC. En el caso que no se efectuara la clasificación de la manera prevista, la efectuará el Concesionario en coordinación con la municipalidad respectiva, de acuerdo a lo establecido en la Tabla I de la presente Norma y con la aprobación de la Autoridad. El Concesionario que observa la clasificación efectuada por la municipalidad, podrá acudir a la Autoridad y sustentar sus observaciones. La Autoridad aprobará o desaprobará dichas observaciones. La Norma también establece el tipo de alumbrado que le corresponde a cada clase de vía, fija los niveles mínimos de alumbrado por tipo, establece los requisitos que deben cumplir las instalaciones de alumbrado y señala los procedimientos de supervisión del servicio:

- i) En la etapa de diseño y a la entrada en operación de las instalaciones nuevas de alumbrado;
 - ii) A solicitud de la Autoridad; y,
 - iii) Durante campañas de fiscalización de rutina.
- Asimismo, establece las obligaciones de las entidades involucradas directa o indirectamente en la prestación y uso de este servicio.

TÍTULO SEGUNDO

TIPOS DE ALUMBRADO

A cada vía pública le corresponde un tipo de alumbrado específico que determina su nivel mínimo de alumbrado.

Tipos de alumbrado en vías de tránsito vehicular motorizado

El Concesionario solicitará a la municipalidad respectiva la clasificación de las vías para luego asignar el tipo de alumbrado que le corresponde, según la Tabla I. Si la municipalidad no hubiese clasificado sus vías, el Concesionario coordinará con la municipalidad para efectuar tal clasificación tomando como referencia lo establecido en la Tabla I, y asignará el tipo de alumbrado que le corresponde. El mismo criterio anterior se emplea para las vías regionales y subregionales que atraviesan la zona urbana. La Autoridad dará conformidad a la clasificación.

Los tipos de alumbrado se determinan de acuerdo al tipo de vía, bajo el criterio funcional conforme la Tabla 7

Tabla 6: Tipos de alumbrado según la clasificación vial

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	-Une zonas de alta generación de tránsito con alta fluidez. -Accesibilidad a las áreas urbanas adyacentes mediante infraestructura especial (rampas)	-Flujo vehicular ininterrumpido. - Cruces a desnivel. -No se permite estacionamiento. -Alta velocidad de circulación, mayor a 60 km/h. -No se permite paraderos urbanos sobre la calzada principal. -No se permite vehículos de transporte urbano, salvo los casos que tengan vía especial.
Arterial	II	-Une zonas de alta generación de tránsito con media o alta fluidez. - Acceso a las zonas adyacentes mediante vías auxiliares.	-No se permite estacionamiento. -Alta y media velocidad de circulación, entre 60 y 30 km/h. -No se permiten paraderos urbanos sobre la calzada principal. -Volumen importante de vehículos de transporte público.
Colectora 1	II	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas y/o atraviesan varios distritos. Se considera en esta categoría las vías principales de un distrito o zona céntrica. -Generalmente tienen calzadas principales y auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Colectora 2	III	Permite acceso a vías locales	-Vías que están ubicadas entre 1 o 2 distritos. -Tienen 1 o 2 calzadas principales pero no tienen calzadas auxiliares. -Circulan vehículos de transporte público.
Local Comercial	III	Permite el acceso al comercio local	-Los vehículos circulan a una velocidad máxima de 30 km/h. -Se permite estacionamiento. -No se permite vehículos de transporte público. -Flujo peatonal importante.
Local Residencial 1	IV	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado reducido. -Vías con calzadas asfaltadas pero sin veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Local Residencial 2	V	Permite acceso a las viviendas	-Vías con calzadas sin asfaltar. -Vías con calzadas asfaltadas, veredas continuas y con flujo motorizado muy reducido o nulo.
Vías peatonales	V	Permite el acceso a las viviendas y propiedades mediante el tráfico peatonal	- Tráfico exclusivamente peatonal.

Fuente: norma técnica DGE

En el caso de las vías regionales y subregionales, debe considerarse sólo el alumbrado en el tramo comprendido dentro de la zona urbana.

Para efectos de diseño, los proyectistas deberán tener presente la norma municipal vigente respecto al Sistema Vial Metropolitano.

Para proyectos en provincias, se deben considerar normas correspondientes. En todo caso, el proyectista deberá coordinar con el concesionario y la municipalidad respectiva la viabilidad de construcción, estipulados en dichos dispositivos municipales.

TÍTULO TERCERO

ESTÁNDARES DE CALIDAD DE ALUMBRADO

Toda instalación de alumbrado público debe cumplir, como mínimo, con los niveles de alumbrado para tráfico motorizado, tráfico peatonal y áreas públicas recreacionales, desde la etapa de diseño como en el control de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la fiscalización por parte de la Autoridad y reclamaciones que pudieran realizar los usuarios.

Requerimiento para el diseño y la puesta en operación de nuevas instalaciones

Para las nuevas instalaciones, así como para su diseño de iluminación, se consideran en la superficie de la vía, los niveles de luminancia, iluminancia e índices de control de deslumbramiento establecidos en la Tabla II, de acuerdo al tipo de alumbrado que corresponde a la vía, conforme al numeral 2 de la presente Norma.

La identificación de los tipos de calzada se realizará de acuerdo al siguiente cuadro:

TABLA 7: Tipos de calzada

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

TABLA 8: Niveles de luminancia, iluminancia e índice de control 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: norma técnica DGE

En caso de vías exclusivamente peatonales, deberá considerarse un nivel de iluminancia media equivalente al tipo de alumbrado V.

- Uniformidades de luminancia e iluminancia

La repartición de luminancia e iluminancia debe ser lo suficientemente uniforme para que todo obstáculo destaque por su silueta, cualquiera que sea la posición del observador.

En ambos casos, se respetarán los valores que a continuación se señalan en las Tablas 9 y 10:

Tabla 9: Uniformidad de luminancia

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

Fuente: norma técnica DGE

Tabla 10: Uniformidad media de iluminancia

Tipo de Alumbrado	Uniformidad media
III	0,25 - 0,35
IV, V	$\geq 0,15$

Fuente: norma técnica DGE

- La iluminación de las veredas no deberá ser inferior al 20% de la iluminación media de la calzada.
- Las estándares de calidad fijados en las Tablas 8, 9 y 10 deben verificarse en el momento de la puesta en operación comercial de las nuevas instalaciones de alumbrado de vías públicas.
- El control de calidad que se exija en los asentamientos humanos (AAHH) que se encuentren en cerros y cuyas vías no están afirmadas, o sea dificultoso el desplazamiento de vehículos rodantes, o la calzada presente ondulaciones, solo será el parámetro iluminancia media para el tipo de vía que corresponde. Conforme vayan mejorando las vías, les será de aplicación la Tabla 8.
- Requerimiento para el control de la calidad del alumbrado y reclamaciones de los usuarios:
 - Los niveles mínimos de alumbrado para efecto del control de la calidad del alumbrado de vías públicas, para la aplicación de la NTCSE y reclamaciones de usuarios, son las que se indica en la Tabla 8.
 - Todo cambio de color de la calzada obliga que la iluminación de ésta se ajuste a los estándares vigentes que le corresponde.
- Alumbrado de zonas urbano rurales y rurales

De acuerdo a la clasificación de OSINERG se considera zonas urbano-rurales aquellas que pertenecen al Sector de Distribución Típico 3 y zonas rurales aquellas que pertenecen al Sector de Distribución Típico 4.

Las zonas a iluminar se determinarán de acuerdo a los puntos de iluminación resultantes según lo siguiente:

- Se determina un consumo de energía mensual por alumbrado público de acuerdo a la fórmula:

$$\text{CMAP} = \text{KALP} \times \text{NU}$$

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en KWh

KALP : Factor de AP en KWh/usuario-mes

NU : Número de usuarios

Los Factores KALP los determinará OSINERG de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 11: Factores KALP

Sector Típico – Segmento	Factor KALP
3 - Segmento A	8,7
3 – Segmento B	7,1
4	4,6

Fuente: norma técnica DGE

Los Factores KALP considerados en la Tabla 11 son los que determina OSINERG para efectos del cálculo del porcentaje de facturación de alumbrado público con respecto a la facturación total en los Sectores Típicos 3 y 4. Estos factores serán modificados por OSINERG.

El Sector Típico 3 – Segmento A corresponde a aquellos sistemas eléctricos con un consumo promedio mensual por usuario a nivel de baja

tensión (sin considerar el consumo de AP), igual o mayor a 40 KWh, o un número de usuarios igual o mayor a 5000.

El Sector Típico 3 – Segmento B corresponde a aquellos sistemas eléctricos no comprendidos en el Sector Típico 3 – Segmento A.

- El número de puntos de iluminación se determinará considerando una potencia promedio de lámpara de AP y el número de horas de servicio mensuales del AP (360 horas/mes). Se aplicará la siguiente fórmula:

$$PI = CMAP / (0,360 \times PPL)$$

Donde:

PI : Puntos de Iluminación

CMAP : Consumo mensual de alumbrado público en KWh

PPL : Potencia nominal promedio de lámpara de AP en watt.

La potencia nominal promedio de la lámpara de AP comprende la potencia nominal de la lámpara más la potencia nominal de sus accesorios de encendido.

La distribución de los puntos de iluminación se realizará de acuerdo a las características de las zonas a iluminar según el siguiente orden de prioridad:

- i. Plazas principales o centro comunal de la localidad.
- ii. Vías públicas en el perímetro de las plazas principales.
- iii. Vías públicas importantes.
- iv. Áreas restantes de la localidad

Las lámparas utilizadas en estas zonas no deben tener un flujo luminoso menor de 3400 lúmenes por unidad de alumbrado público.

TÍTULO CUARTO 4.

ALUMBRADO DE ZONAS ESPECIALES

- **Paso para peatones**
 - Para lograr una clara distinción de los peatones en paso, aún sobre superficie mojada, se debe prestar atención especial a la formación de contrastes.

- **Escaleras, rampas y gibas**
 - La iluminación horizontal sobre escalones de las escaleras no debe ser menor de 15 lux. Las rampas y gibas tendrán el nivel de iluminación de la vía que la contienen.
 - El alumbrado de escaleras debe permitir distinguir claramente cualquier obstáculo o irregularidad. En la medida de lo posible, cuando las escaleras están ubicadas en medio de viviendas, las luminarias no deben alumbrar directamente sus interiores.
 - Las gibas deben estar provistas de una instalación de alumbrado que proporcione una distribución uniforme y un apropiado control del deslumbramiento.

- **Curvas**
 - En todo el trayecto de las curvas se respetarán los niveles mínimos de alumbrado de la vía.
 - En curvas con radios de curvatura iguales o menores a trescientos metros (300 m) y con anchos menores o iguales a ciento cincuenta por ciento (150%) de la altura de montaje de las luminarias, la disposición de las luminarias proveerá una guía visual inequívoca para los conductores.
 - Se puede ubicar luminarias en el borde interior, sólo cuando sea manifiestamente imposible o peligroso ubicarlas en el borde exterior, o cuando el ancho de la vía sea mayor en ciento cincuenta

por ciento (150%) de la altura de montaje de las luminarias y se haga indispensable instalar luminarias adicionales a aquellas del borde exterior de la curva.

- **Intersecciones**

- En los tramos de vía superior e inferior de una intersección a desnivel, la disposición de las luminarias proveerá una guía visual inequívoca.
- En estas zonas, ya sea una "T", "Y" o cualquier variación de éstas, el alumbrado público respectivo deberá permitir que los conductores de vehículos, vean con suficiente anticipación las intersecciones de las calles, y se percaten de los vehículos que circulan por éstas o estén estacionados, y a su vez los otros conductores de vehículos detecten la presencia de éste; así como las islas que pudiesen existir en la intersección o rutas. La guía visual debe ser inequívoca.

- **Plazas, parques y plazuelas**

- Las vías públicas que conforman el perímetro de una plaza, parque y plazuela deben tener el nivel de iluminación equivalente al de la calle de mayor iluminación. En casos especiales, el Concesionario podrá sustentar ante la Autoridad los niveles de iluminación de cada vía que circunda la plaza, parque y plazuela, que considere conveniente.
- En el interior de las plazas, parques y plazuelas el Concesionario está obligado a instalar unidades de alumbrado en razón de 0,13 W/m² como mínimo. En aquellos casos que a la fecha de publicación de la Norma, existan unidades de alumbrado al interior de una plaza, parque o plazuela y que en su conjunto superen el valor mínimo de W/m² establecido en este numeral, deberán mantenerse y no ser sujeto de reducción.

- Para efectos de la Norma, el término plaza, parque y plazuela engloba toda área de carácter no privado, a la que cualquier persona tiene acceso irrestricto las veinticuatro horas de todos los días del año. Salvo el caso en que por razones de seguridad y conservación de las instalaciones (mobiliarias) y jardines, exista la necesidad imperiosa de prohibir el ingreso a través de un control de guardianía o un sistema mecánico de seguridad en un determinado periodo del día. No comprende campos deportivos.
 - Los acuerdos suscritos entre la Municipalidad respectiva y el Concesionario sobre la instalación de unidades de alumbrado público especiales y cuyos niveles de iluminación superen los mínimos establecidos, comprenderán los aspectos relacionados con el consumo de energía, la operación, mantenimiento y reposición de unidades. La Municipalidad asumirá los costos del exceso de instalación, consumo de energía, operación, mantenimiento y reposición de unidades de alumbrado con respecto a los costos por estos mismos conceptos de unidades estándares o convencionales, que se reconoce como mínimo deben asumir los Concesionarios, según lo estipulado en el numeral.
 - El Concesionario se encargará de velar para que la instalación del alumbrado público especial no afecte los estándares de iluminación establecidos para las vías adyacentes a las plazas, parques y plazuelas.
- **Puentes**
 - Todos los puentes vehiculares ubicados dentro de, o adyacente a un radio de 100 m como máximo, del área electrificada, deben ser iluminados por el Concesionario, por ser parte de la vía pública.

- En caso de puentes peatonales de acuerdo a sus características constructivas y tránsito peatonal, deberá evaluarse la necesidad de su iluminación (cuya iluminación no debe ser menor a 3 lux).
 - **Puentes vehiculares cortos**
Estos puentes deben tener los mismos niveles de iluminación que la vía a la que pertenecen, teniendo cuidado que la entrada, la salida de la estructura y los bordes de la trayectoria peatonal, sean claramente visibles.
 - Puentes vehiculares largos El alumbrado de estos puentes debe cumplir con los requisitos siguientes:
 - a) El nivel de luminancia promedio debe corresponder al Tipo de Alumbrado más alto de la Vía que lo contiene, considerando el inicio y final del puente.
 - b) La ubicación de los postes conservará la simetría y estética en general del conjunto.
 - Si la forma del puente es la de una giba pronunciada, deben utilizarse lámparas y luminarias que eliminen el deslumbramiento hasta los valores permisibles comprendidos en la Norma.
-
- **Túneles**
 - Siendo los túneles para tránsito motorizado parte de la vía, el alumbrado de los mismos proporcionará un grado de seguridad y confort no menor a aquellos que correspondan a las vías abiertas adyacentes al túnel, permitiendo que los vehículos circulen a la misma velocidad a la entrada, salida, y a través de éste. En tanto la Dirección no emita una norma sobre el particular, se tomará en cuenta los criterios y niveles de alumbrado contenidas en la publicación Guía para la iluminación de túneles y pasos a desnivel (CIE N° 88: "Guide for the lighting of road tunnels and underpasses").

- Las luminarias se deben instalar a la misma altura sobre la calzada y deben estar espaciadas equidistantemente para proveer una guía visual inequívoca. Los obstáculos o formas caprichosas que pudieran tener los túneles deben quedar claramente visibles a la distancia de detención de los vehículos para la velocidad de circulación fijada para la vía. Si la vía dentro del túnel es de doble sentido de tránsito, la berma central o la línea divisoria del sentido de tránsito debe quedar plenamente alumbrada.

TÍTULO QUINTO SOBRE EL SERVICIO

- El alumbrado público, durante el periodo comprendido entre las 00:00 horas y las 24:00 horas, debe entrar en servicio cuando el nivel promedio de iluminancia media de luz natural sea, como mínimo, 10 lux en la superficie de la vía, y salir del servicio cuando dicho nivel sea, en promedio, como mínimo 30 lux.
- Los suministradores están obligados a proveer este servicio en vías públicas y zonas especiales respetando los niveles mínimos de alumbrado establecidos en la norma.
- El numeral 4.5.4 se hace extensivo a cualquier vía o zona especial.
- Se podrá controlar el alumbrado de las vías públicas solo para los Tipos de alumbrado I o II, reduciéndose hacia los niveles de los Tipos de alumbrado II o III respectivamente. En este caso, el control podrá aplicarse a partir de las 01:00 horas.
- Las luminarias utilizadas en un tramo de una vía que corresponde a un Tipo de alumbrado, deben ser preferentemente de las mismas características y tecnología para mantener uniformidad y estética.
- La Autoridad determinará los plazos máximos en los que el Suministrador deberá subsanar las deficiencias que, por cualquier causa, afecte el servicio de alumbrado público.

- Los postes, pastorales y luminarias deben conservar su verticalidad, alineamiento y orientación de diseño.
- Previo aviso y sustentación ante la Autoridad, no están sujetas a evaluación las instalaciones de alumbrado público afectadas por catástrofes naturales por un lapso de tiempo que la Autoridad determine. La sustentación debe incluir el lapso propuesto por el Suministrador para la suspensión de la evaluación de sus instalaciones.
- No son sujetos de evaluación las instalaciones de alumbrado público cuando éstas se encuentran en vías de construcción, durante el periodo que dure ésta y por el lapso de tiempo adicional que demande su adecuación a la nueva configuración de la vía. Este lapso de adecuación será aprobado por la Autoridad, previa solicitud y sustentación por parte del Concesionario. La sustentación debe incluir el periodo propuesto de adecuación.
- Los Suministradores solicitarán a la Autoridad la aprobación del retiro definitivo y sin reemplazo de instalaciones de alumbrado existentes. La Autoridad determinará si procede el retiro luego de analizar los documentos sustentatorios.
- En caso de existir alumbrado público deficiente por defecto de la instalación, será responsabilidad del Suministrador corregir esta deficiencia. Todo exceso de la calidad mínima de alumbrado público exigido en la Norma, será cubierto por quien lo solicite o instale.

TÍTULO SEXTO

MEDICIONES DE ALUMBRADO

- Realización de mediciones Se realizan mediciones de alumbrado en los siguientes casos:

- Para la puesta en servicio de instalaciones nuevas o remodeladas de alumbrado.
 - Por actividades de fiscalización de la Autoridad.
 - Por aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- Para la puesta en servicio de instalaciones
 - Se debe realizar mediciones antes de la puesta en servicio en instalaciones de alumbrado nuevas y/o remodeladas, por una sola vez, para determinar si cumplen los niveles lumínicos comprendidos en la Norma, en todas las vías y zonas especiales comprendidas en el proyecto de construcción o remodelación.
- Por actividades de fiscalización de la Autoridad
 - La Autoridad puede solicitar al Suministrador la realización de mediciones, cada vez que lo considere conveniente, para la verificación parcial o total de las exigencias establecidas en los Títulos Tercero, Cuarto y Quinto de la Norma, en una o más vías y/o zonas especiales del área donde, bajo responsabilidad, el Suministrador brinda el servicio de alumbrado.
- Por aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
 - Se realiza mediciones durante las actividades de fiscalización de rutina del servicio de alumbrado, de acuerdo a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. El tamaño de la muestra se define en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. La selección de la muestra será aleatoria, estratificada y proporcional al tipo de vía. Las mediciones que se realizan y sus exigencias son las que se indican en la Tabla 8.

- Método
 - Se recomienda tomar en cuenta la publicación CIE N° 30-2 (TC-4.6) 1982 "Calculation and Measurement of luminance and illuminance in road lighting" actualizada y las recomendaciones de la guía de mediciones de la Norma para el procedimiento de medición y evaluación de los parámetros fotométricos.
 - En la Base Metodológica para la aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos se establecerá los casos donde no es posible efectuar una medición por aplicación de la NTCSE.
 - Se utilizará como método de medición una malla de quince (15) puntos por carril, para efectos de las mediciones correspondientes a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos. Para el caso de instalaciones nuevas y remodelaciones, en las pruebas de recepción de las mismas, se aplicará el método de medición de treinta (30) puntos por carril. En aquellos casos en que los vanos a evaluar, correspondientes a las vías seleccionadas, tengan varias calzadas, la evaluación se realizará en cada calzada.

- Equipo
 - Los instrumentos deben tener una precisión no menor a dos por ciento (2%) para mediciones de luminancia y de dos por ciento (2%) para mediciones de iluminancia.

- Metodología en caso de encontrar dificultades para la medición
 - En los casos en que no fuera factible la medición de los niveles de luminancia ni de iluminancia, se procederá del siguiente modo:
 - a) Si la medición se realiza en aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la Base Metodológica para la aplicación de la NTCSE establece las condiciones a cumplir así como el procedimiento a seguir.

- b) Si la medición se realiza para la recepción de la instalación o por acción de fiscalización, se calculará los niveles de alumbrado con el siguiente procedimiento:
- En el campo se verificará la operatividad de las luminarias, las características de la instalación (altura de montaje, altura de los pastorales, separación entre postes, tipo de luminaria, etc.) y su estado de mantenimiento.
 - Luego se realizarán los cálculos teóricos, éstos deben ser aproximados a los métodos de cálculo disponibles en el mercado.
- Las mediciones de alumbrado estipuladas en el numeral 6.1 no serán materia de cobro por ningún concepto de parte del municipio provincial, ni distrital a que corresponde la vía que se está evaluando.

TÍTULO SÉTIMO

OBLIGACIONES DEL CONCESIONARIO

- Proveer el servicio de alumbrado público en todas las vías que de acuerdo a esta Norma, deben contar con dicho servicio.
- Recategorizar las vías y zonas especiales que tienen bajo su responsabilidad, dos años antes de cada fijación de tarifas de distribución eléctrica, en caso que el municipio provincial no cumpla con el D.S. 04-95 MTC, tal como se estipula en el numeral 1.1. Entregar a la autoridad el tipo de alumbrado asignado a cada vía o tramo de vía en su concesión. En caso que la Autoridad defina otro tipo de alumbrado, para determinada vía o tramo de vía, la evaluación de los niveles de alumbrado se debe efectuar en base al tipo de alumbrado indicado por la Autoridad. La ejecución de las obras de adecuación a la nueva categoría será acordada con la Autoridad.

- Verificar por iniciativa propia el cumplimiento con los niveles mínimos de alumbrado en las vías públicas por cuyo servicio es responsable.
- Implementar, mantener actualizada y poner a disposición de la autoridad, en cualquier oportunidad en que ésta lo solicite, la siguiente información:
 - i) Energía y/o potencia activa total mensual registrada en suministros de alumbrado;
 - ii) Energía y/o potencia activa facturada por alumbrado especial a las municipalidades;
 - iii) Potencia, tipo y cantidad de lámparas instaladas en sus circuitos de alumbrado.
- Registrar la fecha y hora de recepción y atención de las reclamaciones sobre el servicio de alumbrado público, indicando el motivo de la reclamación.
- Poner a disposición de la autoridad los resultados de todas las mediciones, incluidas las más recientes, así como cualquier otra información relacionada con el alumbrado público, para lo cual deben acordar plazos.
- Permitir el acceso a la Autoridad, o representantes de ésta, a presenciar cualquier actividad relacionada con la instalación, categorización, mantenimiento y medición del alumbrado público.

TÍTULO OCTAVO

COMPETENCIA DE LA AUTORIDAD

- Disponer la modificación del tipo de alumbrado presentado por el suministrador en caso no se ajuste a la aplicación de lo indicado en la presente Norma. En caso que el Concesionario tenga discrepancias y observaciones a la clasificación efectuada por el municipio, la Autoridad después de aprobar o desaprobar estas observaciones determinará la Clasificación Vial.
- Verificar los niveles mínimos de alumbrado de vías públicas.
- Revisar la calificación de las localidades que deben contar con servicio de alumbrado público.
- Fiscalizar los estudios y mediciones de categorización y/o recategorización de vías públicas.
- Solicitar, de iniciativa propia, y a su costo mediciones de alumbrado público adicionales a las establecidas en la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos y su Base Metodológica, cuando lo considere pertinente. Los resultados de ésta no afecta a lo determinado por estas últimas referencias normativas. En caso de reclamaciones que para su atención requiera realizar mediciones, éstos serán asumidos por el Concesionario.
- Solicitar, en cualquier momento, información relacionada con el alumbrado público y esta Norma.

2.6 Fundamentación ontológica

En ésta investigación aplicada y transversal el principio o la fundamentación ontológica es conocer, entender y sistematizarlo el problema objeto de estudio sobre la utilización de la energía eléctrica de buena calidad por parte de los consumidores, es urgente diseñar y construir la mejora de la metodología para la estimación de la calidad del servicio de alumbrado público en concesión eléctrica y a su vez conocer

el programa ilunergmin para poder reducir el tiempo y costo en la fiscalización del servicio de alumbrado público. Esto ayuda a la mejorar de la calidad de servicio de alumbrado público

2.7 Fundamentación metodológica

Para que exista el equilibrio entre los consumidores domésticos y las grandes empresas: Generadoras, Transmisoras y Distribuidoras de la electricidad, es necesario y justificado diseñar, construir y aplicar el programa ILUNERGMIN utilizando las técnicas y los métodos pertinentes para que mida las variables intervinientes y avise a los usuarios domésticos los valores de intensidad luminosa que debe de brindar las concesionarias en los alumbrados público.

Este programa ILUNERGMIN servirá para poder realizar una fiscalización rápida y eficaz y esto ayudara a que las empresas cumplan con las normas de iluminación del alumbrado público.

En las unidades de análisis determinados se inyectará cultura eléctrica de iluminación a los usuarios domésticos de la electricidad previa determinación del tamaño de la muestra, y aplicación de los instrumentos convenientemente diseñados (encuestas y entrevistas estructuradas) para que puedan evaluar y determinar la mala o buena calidad de la energía que pagan los consumidores domésticos, versus las empresas dedicados al negocio de la electricidad.

2.8 Fundamentación epistemológica

La parte doctrinaria -verdad- de esta investigación fundamentalmente aplicada, consiste en que las empresas concesionarias cumplan con las normas técnicas para brindar un adecuado servicio de alumbrado público. Los fiscalizadores deben conocer el “cómo debe de ser” la energía eléctrica que se consume y pagan los clientes, para ello, la intención de este estudio científico tecnológico es diseñar y construir el “ILUNERGMIN” con el apoyo multidisciplinario de profesionales especialistas y expertos,

principalmente ingenieros electricistas y electrónicos, para que previa culturización básica de los usuarios domésticos de la energía eléctrica, sea utilizado metodológicamente este nuevo equipo y les ayude a evaluar la calidad de energía eléctrica que consumen, finalmente lograr la disminución de conflictos y el equilibrio entre la prestación y contraprestación del suministro eléctrico entre los usuarios domésticos de la energía eléctrica y las naturales monopólicas empresas eléctricas cuya actividad principal es el negocio eléctrico.

2.9 Glosario de términos

a) Calidad del Servicio de Alumbrado Público: Para efectos del presente estudio se refiere al cumplimiento de los niveles de luminancia, iluminancia e índice del control de deslumbramiento definidos en la Norma Técnica de

Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución.

b) Ley de la Inversa del Cuadrado de la Distancia: Indica que la iluminancia en un punto de un plano perpendicular a la línea que une este punto con la fuente, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la fuente y el plano.

c) Ley de Lambert: Indica que la intensidad luminosa en cualquier dirección de un elemento con una superficie perfectamente difusa varía en función al coseno del ángulo entre esa dirección y la perpendicular al elemento de esa superficie.

d) Ley del Coseno: Indica que la iluminancia en un punto de un plano es proporcional al coseno del ángulo de incidencia (ángulo formado por la dirección de la luz incidente y una línea perpendicular a éste plano).

e) Operatividad del Servicio de Alumbrado Público: Para efectos del presente estudio se refiere a la condición operativa de las Unidades de Alumbrado Público

(UAP), es decir a que no presente una o más de las siguientes deficiencias: (1) lámpara apagada o intermitente, (2) pastoral virado, (3) ausencia de UAP en una ubicación donde si existió o (4) interferencia del haz de luz por presencia de ramas de árbol.

f) Tabla de Intensidades Luminosas: Tabla correspondiente a una luminaria que contiene sus prestaciones de intensidades luminosas en función de los ángulos que precisan una dirección dada que tiene como punto de origen la misma luminaria.

g) Acera: Parte de la vía destinada principalmente al tránsito peatonal.

h) Calzada: Parte de la vía destinada principalmente al tráfico motorizado.

i) Difusor: Elemento de la luminaria que sirve para dirigir o esparcir la luz producida por la lámpara.

j) Disposición de las luminarias: Indica la posición de las luminarias respecto a la calzada, pueden ser: Unilateral (cuando las luminarias se sitúan a un solo lado de la calzada), Bilateral o en oposición (cuando las luminarias se sitúan a cada lado de la calzada, una frente a otra), Tresbolillo (cuando las luminarias se sitúan alternativamente a cada lado de la calzada), Central (cuando las luminarias se sitúan normalmente a razón de 2 por poste y éste se ubica en la parte central de una avenida) o Catenaria (cuando las luminarias están suspendidas con sus planos de distribución principal perpendiculares al eje de la calzada).

- k) Equipo de Alumbrado Público (EAP):** para efectos del presente estudio se refiere a conjunto formado por el poste, pastoral, luminaria y lámpara de alumbrado público.
- l) Lámpara:** Elemento de transformación de la energía eléctrica luminosa.
- a)** Término genérico para denominar una fuente de luz producida por el hombre.
- m) Luminaria:** Es el elemento que alberga y soporta a la lámpara (función mecánica) además de controlar y distribuir la luz emitida por ella (función lumínica)
- n) Pastoral:** Estructura soportada por el poste de alumbrado público y que soporta a su vez a la luminaria.
- o) Poste de alumbrado público:** Estructura que soporta al pastoral (puede soportar otros elementos mecánico-eléctricos no necesariamente relacionados con una instalación de alumbrado público)
- p) Vano:** Longitud comprendida entre dos puntos luminosos correspondientes a una misma vía.

2.10 Abreviaturas utilizadas

AP:	Alumbrado Público
AT:	Alta Tensión
BT:	Baja Tensión
COES:	Comité de Operación Económica del Sistema
DGE:	Dirección General de Electricidad

EDE: Empresas Concesionarias Distribuidoras de Electricidad
GART: Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria
INDECOPI: Instituto de Nacional de Defensa de la Competencia y Propiedad Intelectual
LCE: Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto Ley N° 25844)
MAT: Muy Alta Tensión
MINEM: Ministerio de Energía y Minas
MT: Media Tensión
NTAP: Norma Técnica de Vías Públicas en Zonas de Concesión
NTCSE: Norma Técnica de la Calidad del Servicio
OSINERGMIN: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
SEA: Sistema Económicamente Adaptado
SED: Sub Estaciones de Distribución
UAP: Unidad de Alumbrado Público

III. VARIABLES E HIPOTESIS

3.1 Relación entre las variables

Relacionando las variables relevantes que intervienen en el presente problema objeto de estudio, que conllevarán a la explicación, demostración y probación de la formulada hipótesis, se han identificado las siguientes variables:

- a. Variable X= Conocimientos básicos sobre Calidad de Iluminación Eléctrica.
- b. Variable Y= Implementación de una metodología para determinar indicadores de calidad de servicio de alumbrado público.
- c. Variable Z= Disminución de la falta mantenimiento e innovación del servicio de alumbrado público por parte de la empresa concesionaria de distribución de energía eléctrica.

3.2 .Operacionalización de variables

El grado más elevado de los referentes empíricos la determinamos operacionalizando, las variables que se simbolizan con sus propiedades concretas con las letras X, Y, Z, de igual manera, se obtiene los siguientes indicadores:

Variable X =Conocimientos básicos sobre Calidad de Iluminación Eléctrica

Indicadores:

Variable Y = Implementación de una metodología para determinar indicadores de calidad de servicio de alumbrado público.

Indicadores:

Variable Z = Fomentación de mantenimiento, innovación y aplicación de nuevas Tecnologías al servicio de alumbrado público por parte de la empresas concesionarias de distribución de energía eléctrica.

3.3 Hipótesis

- Aplicando la metodología de una supervisión eficiente mejoraremos la calidad del servicio de Alumbrado Público en Concesión Eléctrica de Luz del Sur.
- Evaluando los indicadores y magnitudes fotométricas de las zonas, vías y calles de la Concesión Eléctrica de Luz del Sur, estaremos mejorando la calidad del servicio de Alumbrado Público.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Por la naturaleza de esta investigación corresponde a la del tipo: Investigación Científica Aplicada-Transversal, además es Experimental-Tecnológica.

4.2 Diseño de la investigación

- La primera etapa para dar solución al problema objeto de investigación, es enseñar la "metodología" con apoyo de un equipo de profesionales multidisciplinares: Ingenieros Electricistas, Electrónicos, de Sistemas y otros expertos conocedores sobre la calidad de la energía eléctrica.
- La segunda etapa es la disminución del margen del indicador de calidad del servicio de distribución de energía eléctrica

4.3 Metodica de cada momento de la investigación

Para alcanzar los objetivos, explicar, demostrar, probar y plantear la solución al problema objeto de estudio formulado en la hipótesis, es prioritario desarrollar las actividades principales siguientes:

- Concepción ontológica y formulación de sobre la calidad del producto eléctrico que consumen los usuarios domésticos de la electricidad.
- Acopio de las informaciones científicas tecnológicas referentes a los analizadores de redes eléctricas.
- Aplicación de la nueva "Metodología" con apoyo multidisciplinario de profesionales afines al problema objeto de investigación, prioritariamente con materiales nacionales salvo los circuitos integrados sofisticados con mínima inversión.
- Determinación de las Unidades de Análisis y cálculo estadístico del tamaño de la muestra

4.4 .Población y muestra

4.4.1 Población

En el Perú existen lugares con déficit en lo que respecta al alumbrado público, en este estudio de la Tesis nos abarcaremos al departamento de Lima, por consiguiente se tomará como población la Concesión perteneciente a Luz del Sur.

4.4.2 Muestra

Nuestra muestra serán los distritos tomados al azar en el departamento de Lima:

- Santiago de Surco

- San Isidro
- Lince
- Jesús María

4.5 .Técnicas e instrumentos de recolección de datos

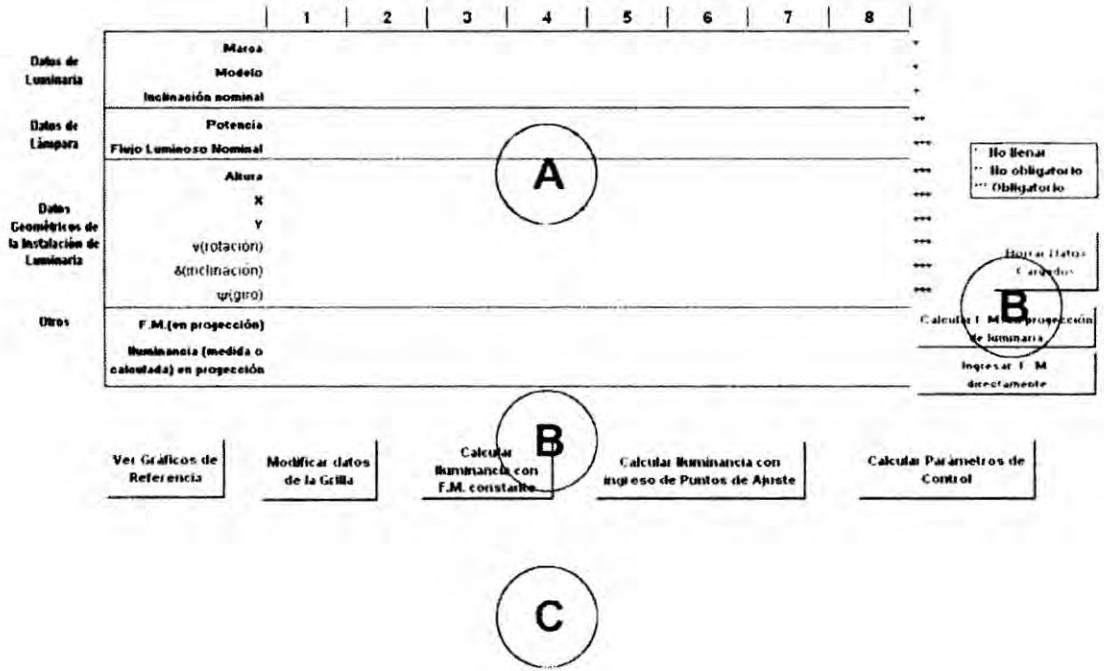
Se harán uso de herramientas especializadas a nivel de software, con la finalidad de maximizar la calidad de energía con lo que respecta a la luminancia e iluminancia en sectores que conlleva a lugares transitados (avenidas principales)

Basándonos en los pocos estudios que existen al nivel de nuestra propuesta podremos contrastar y validar nuestros resultados en base a los criterios de nuestro estudio.

El Ilunergmin está desarrollado sobre un libro (archivo) de Microsoft ® Excel 2002; por lo tanto, son aplicables todas las bondades de este conocido programa informático y, en ese orden de ideas, se recomienda al usuario adquirir conocimiento generales sobre el manejo de hojas de cálculos antes de hacer uso del Ilunergmin.

a) Ventana General del Ilunergmin

Figura N°18. Ventana General del Ilunergmin



La parte "A" de la Figura 18 indica el cuadro que muestra los datos geométricos y lumínicos para cada una de las EAP, se resalta el hecho que cada uno de los parámetros se ingresa y se muestra de forma individualizada por las razones expuestas en la sección 2.4.; la parte "B" corresponde a los botones de comando y la parte "C" es la región donde se muestran los resultados obtenidos tras la simulación.

b) Ingreso de Datos

Carga de tabla de intensidades luminosas

El Ilunergmin acepta tablas de intensidades luminosas desarrolladas en el sistema de coordenadas (C,y) elaboradas de acuerdo a lo recomendado en las Publicaciones CIE 30.2-1892 y la CIE 140-200.

La carga de la tabla de intensidades luminosas se hace individualmente para cada Equipo de Alumbrado Público (EAP), simplemente se inserta la hoja que contiene la tabla deseada al libro del Ilunergmin y se la nombra "Tabla n " (sin considerar las comillas) donde " n " debe ser un valor de 1 a 8 dependiendo del EAP correspondiente.

En relación al formato, la hoja de cálculo que contiene la tabla de intensidades luminosas debe ser tal que:

- Las celdas "i2", "i3" e "i4" contengan, respectivamente, la indicación de la marca, modelo y ángulo inclinación de la luminaria.
 - Las coordenadas del ángulo "C" se inicien con el valor de 0° en la celda "c6" y se desarrollen hacia las celdas de la derecha hasta alcanzar el valor de 360° .
 - La coordenada del ángulo "C" ingresada en la celda "b6" es igual al valor negativo de la coordenada ingresada en la celda "d6".
 - La coordenada del ángulo "C" ingresada en la celda ubicada a la derecha de la celda correspondiente al valor de $C=360^\circ$ debe ser igual al valor de la celda "d6" aumentada en 360°
 - Las coordenadas del ángulo " γ " se inicien con el valor de 0° en la celda "a8" y se desarrollen hacia las celdas inferiores hasta alcanzar el valor de 90° .
 - La coordenada del ángulo " γ " ingresada en la celda "a7" es igual al valor negativo de la coordenada ingresada en la celda "a9".
- Estas consideraciones deben ser tomadas en cuenta por el usuario que desee generar una tabla de intensidades luminosas a partir de una hoja

de cálculo en blanco; caso contrario, se recomienda hacer uso de las hojas de cálculo formateadas incluidas en el Ilunergmin.

Ingreso de Datos de la lámpara

Estos son ingresados según se muestra en la Figura 19

Figura N°19. Celdas para el ingreso de datos de las lámparas

	1	2	3	4	5	6	7	8
Datos de Luminaria	Marca							
	Modelo							
	Inclinacion nominal							
Datos de Lámpara	Potencia	70 W						
	Flujo Luminoso Nominal	6500 lm						

Las unidades reconocidas por el Ilunergmin son el watt para la potencia y el lumen para el flujo luminoso, solo es necesario ingresar la parte numérica de los valores puesto que el Ilunergmin le asignará las unidades correspondientes.

El ingreso del valor de la potencia de la lámpara puede ser obviado; sin embargo, se recomienda su inclusión por cuestiones referenciales. El valor del flujo luminoso sí es obligatorio ya que con él se efectúan los cálculos.

Ingreso de datos geométricos

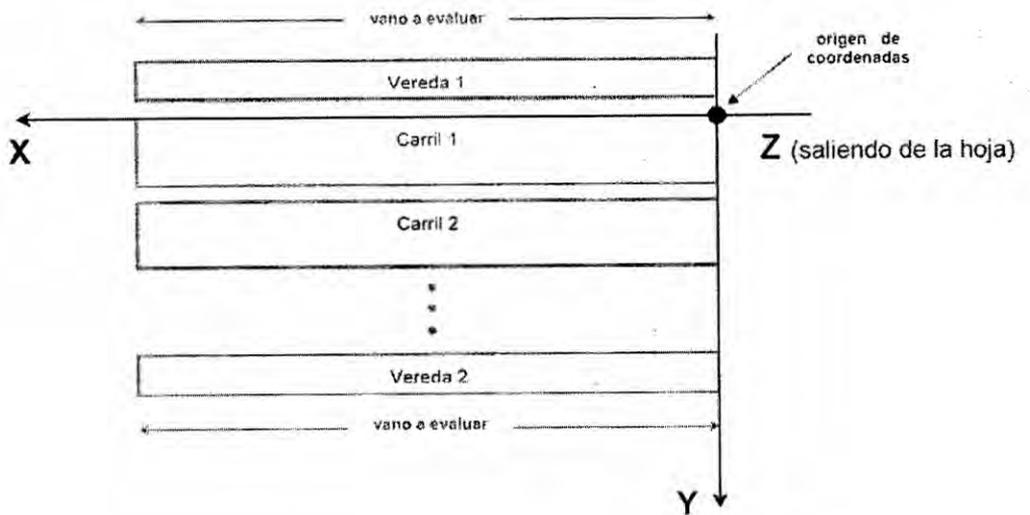
✓ Consideraciones previas

Las consideraciones relacionadas a las coordenadas longitudinales, transversales, verticales, así como del punto de origen de las mismas son las siguientes:

- El punto de origen de coordenadas es cualquiera de los vértices del rectángulo formado por el de la calzada principal del vano en evaluación.

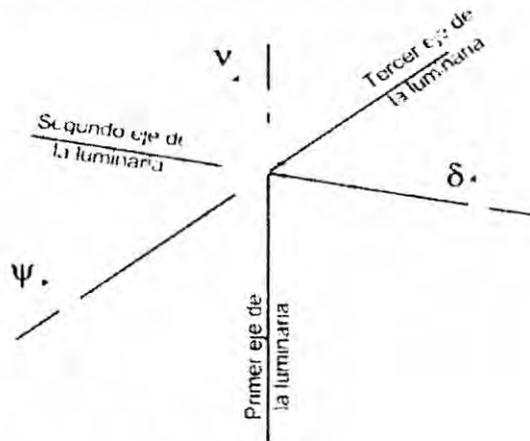
- El sentido positivo del eje de la coordenada vertical (Z) está dirigido hacia arriba, el vector unitario de ese eje es perpendicular al plano horizontal.
 - El sentido positivo del eje de la coordenada transversal (Y) es tal que atraviesa la calzada principal del vano en evaluación.
 - El sentido positivo del eje de la coordenada longitudinal (X) es el resultado de la multiplicación vectorial de los vectores unitarios positivos de los ejes de la coordenada transversal y la vertical, en ese orden.
- Lo anterior está plasmado en la Figura 20 a continuación.

Figura N°20. Coordenadas Longitudinal, Transversal y Vertical, y su origen



El sentido de los ángulos de inclinación, rotación y giro de la luminaria está descrito en la Figura 21

Figura N°21. Ángulos de inclinación, rotación y giro para una luminaria



c) Ingreso de datos geométricos

Los datos geométricos son ingresados según se muestra en el ejemplo de la Figura 22 donde se ha ingresado los datos geométricos de un vano evaluado que recibe la influencia de 4 EAP, todos ellos con lámparas de igual potencia pero con luminarias de distintas marcas y modelos e instaladas de manera no uniforme, según las consideraciones descritas en el literal anterior.

Figura N°22. Celdas para el ingreso de datos geométricas

		1	2	3	4	5	6	7	8
Datos de Luminaria	Marca	OSRAM	OSRAM	OSRAM	OSRAM				
	Modelo	OSRAM	OSRAM	OSRAM	OSRAM				
	Inclinación nominal	15°	15°	15°	15°				
Datos de Lámpara	Potencia	10	10	10	10				
	Flujo Luminoso Nominal	1000	1000	1000	1000				
Datos Geométricos de la Instalación de Luminaria	Altura	1	1.5 m	1	1				
	X	0	0	0	0				
	Y	1.1 m	1.1 m	1.1 m	1.1 m				
	Z	0	0	0	0				

d) Ingreso de valores de Iluminancia horizontal para puntos ubicados en la proyección de cada una de los EAP

El ingreso de estos datos está explicado en la sección siguiente.

e) Uso de los Botones de Comando

“Borrar datos cargados”

Este comando reinicia el Ilunergmin, borrando los datos de lámparas, los datos geométricos y los resultados previamente obtenidos (si los hubiera). Para borrar los datos relacionados con la luminaria (marca, modelo y ángulo de inclinación) basta con eliminar la hoja de cálculo que contiene la correspondiente tabla de intensidades luminosas.

“Calcular F.M. en proyección de luminaria”

Como de su nombre se entiende, este comando facilita la evaluación del factor de mantenimiento puntual en la proyección de la luminaria calculado a través del ingreso del valor obtenido en la medición de iluminancia en el punto referido (o en una vecindad del mismo) haciendo uso conjunto de un luxómetro y el cilindro de apantallamiento.

La explicación gráfica de lo descrito está contenida en el formulario que se muestra al presionar el botón del comando, que es como se muestra en la Figura N°23.

El formulario mostrado en la Figura N°23 contiene las pautas necesarias para su adecuado uso, cuyos resultados –para el ejemplo que se viene desarrollando– deberían mostrarse en la ventana general como en la Figura N°24

Figura N°23. Formulario para el cálculo del Factor de Mantenimiento en la Proyección de la Luminaria

Cálculo Indirecto de Factor Mantenimiento en la Proyección de la Luminaria

VISTA DE FRENTE

VISTA DE PLANTA

Notas:

- El origen de coordenadas para este cálculo en particular está ubicado en la proyección sobre el nivel del suelo de la luminaria en evaluación; es decir, no necesariamente coincide con el origen de coordenadas del cálculo principal.
- El punto de medición debe ser el más cercano a la proyección de la luminaria (origen de coordenadas en el gráfico superior). Los valores de Y_m y X_m pueden ser cualquier valor real cercano a cero. El valor de H_m puede ser cualquier valor positivo igual o inferior a la altura de instalación de la luminaria.

<p>Selección del Equipo de AP</p> <p>Ingrese número que corresponde al Equipo de AP a evaluar:</p> <input style="width: 50px;" type="text"/> <p style="text-align: right;"><input type="button" value="Continuar"/></p>	<p>Ingreso de Datos</p> <p>X_m: <input style="width: 50px;" type="text"/> m</p> <p>Y_m: <input style="width: 50px;" type="text"/> m</p> <p>H_m: <input style="width: 50px;" type="text"/> m</p> <p>Illuminancia Medida: <input style="width: 50px;" type="text"/> lux</p>	<p>Resultados</p> <p>F.M. en proyección: <input style="width: 50px;" type="text"/> <input type="button" value="Guardar Datos"/></p> <p>Illuminancia en proyección: <input style="width: 50px;" type="text"/> lux <input type="button" value="Cerrar"/></p>
--	---	---

Figura N°24. Celdas donde se muestra el resultado del cálculo del Factor de Mantenimiento en la Proyección de la Luminaria

		1	2	3	4	5	6	7	8
Datos de Luminaria	Marca	OSME	Smeder	Filosofia	Beato				
	Modelo	400	1000	1000	1000				
	Inclinación nominal	15°	15°	15°	15°				
Datos de Lámpara	Potencia	70	70	70	70				
	Flujo Luminoso Nominal	1500	1500	1500	1500				
Datos Geométricos de la Instalación de Luminaria	Altura	3m	7.5m	3m	3m				
	X	0m	00m	50.5m	100.1m				
	Y	100.0m	0m	0.05m	1.0m				
	Rotación	0°	0°	0°	0°				
	Inclinación	15°	0°	15°	15°				
	Wiggle	15°	15°	15°	15°				
Otros	F.M.(en proyección)	0.44	0.00	0.84	0.50				
	Iluminancia (medida o calculada) en proyección	34.0	7000	84.0	70.0				

“Ingresar F.M. directamente”

Mediante este comando, el usuario ingresa un valor numérico para el factor de mantenimiento para cada una de los EAP, y el Ilunergmin hace el cálculo de la Iluminancia en la proyección de la luminaria. Es decir, el cálculo contrario al descrito para el comando “Calcular F.M. en proyección de luminaria”. Al presionar el botón de este comando se muestra el siguiente formulario:

Figura N°25. Formulario para el ingreso directo del valor del Factor de Mantenimiento

Ingreso directo del valor del Factor de Mantenimiento

Selección del Equipo de AP

Ingrese número que corresponda al Equipo de AP a evaluar:

Continuar

F.M. en proyección

Ingreso valor de F.M.:

1

Confirmar

Iluminancia en proyección:

lux

Guardar Datos

Cerrar

Una utilidad práctica de este comando es cuando se desea hacer el cálculo de los valores de iluminancia con el aporte de las luminarias al 100%, es decir con factor de mantenimiento igual a 1.

“Ver Gráficos de Referencia”

A través de este comando se accede a los gráficos mostrados en las figuras 20 y 21

“Modificar datos de la Grilla”

A través de este comando se accede al formulario para el ingreso de datos para definir la grilla de medición.

Figura N°26. Formulario para el ingreso de datos para la Generación de la Grilla de Medición

Ingreso de Datos para Generación de Grilla de Medición

Ingreso de Datos de Sección Transversal
(Ingrese el ancho y luego presione el tipo y repita hasta obtener el perfil de la vía.)

Ancho: m

Ingreso de Datos del Vano

Longitud de Vano: m

Selección del Tipo de Grilla

Norma CIE de referencia

CIE 30.2
 CIE 140-2000

Orientación

Calle
 Vial
 Medial
 Lateral

Este formulario contiene las indicaciones necesarias para su uso, resaltando el hecho de que el Ilunergmin es capaz de generar la grilla de medición tomando como referencia las recomendaciones de la Publicación CIE 30.2 o las de la Publicación CIE 140-2000.

Continuando con el ejemplo desarrollado, en la Figura 26 se muestra el resultado de la generación de una grilla en base a las recomendaciones de la Publicación CIE 30.2 para un vano de 30 m de longitud que cuenta con una calzada (compuesta de dos carriles de 3 m de ancho cada uno) y dos aceras de 2 m de ancho cada una separadas de la calzada principal por bermas laterales de 2 m de ancho.

Figura N°27. Muestra de una grilla de medición generada por el Ilunergmin

Iluminancia (medida o calculada) en proyección											de Iluminación
	5,40	10,00	9,40	7,20							Ingresar F.M. direct
	Ver Gráficos de Referencia		Modificar datos de la Grilla		Calcular Iluminancia con F.M. constante		Calcular Iluminancia con ingreso de Puntos de Ajuste			Calcular Parámetros de Control	
	Y \ X	27.00	24.00	21.00	18.00	15.00	12.00	9.00	6.00	3.00	0.00
Acera 1	-3.00										
Carril 1	0.30										
Carril 1	1.50										
Carril 1	2.70										
Carril 2	3.30										
Carril 2	4.50										
Carril 2	5.70										
Acera 2	9.00										

“Calcular Iluminancia con F.M. constante”

Mediante este comando se efectúa el cálculo de iluminancias para todos los puntos pertenecientes a la grilla de medición ingresada, para dar inicio al cálculo primero se solicita la confirmación de los EAP que van a intervenir en el cálculo, tal confirmación se hace mediante el formulario mostrado en el Figura 28

Figura N°28. Formulario para confirmar los EAP que intervienen en la simulación

Selección de Equipos de Alumbrado Público							
Seleccione los Equipos de Alumbrado Público que serán considerados en la simulación:							
1	2	3	4	5	6	7	8
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceptar				Cancelar			

Luego de efectuar la selección de los EAP y presionar el botón “Aceptar”, el Ilunergmin efectuará una revisión para asegurarse que todos los datos necesarios de los EAP escogidos hayan sido ingresados de forma correcta, si encuentra alguna deficiencia el cálculo se cancelará y se mostrará uno o más mensajes señalando las deficiencias encontradas. Si

el Ilunergmin no detecta deficiencias en la información, efectuará el cálculo que considera el aporte de cada EAP con Factor de Mantenimiento constante que fue ingresado en los pasos descritos en el literal b) o c), según corresponda.

El resultado obtenido se debe mostrar similar al de la Figura 29 que corresponde al ejemplo que se viene desarrollando y para el cual se hizo intervenir en la simulación a las 4 EAP cuyos datos estaban ingresados.

Figura N°29. Ejemplo de resultados obtenidos tras una simulación con el Ilunergmin con Factor de Mantenimiento constante

Iluminancia (medida o calculada) en proyección											de iluminar
5,40 10,33 9,40 7,20											Ingresar F. M. constante

	Ver Gráficos de Referencia	Modificar datos de la Grilla			Calcular Iluminancia con F.M. constante		Calcular Iluminancia con Ingreso de Puntos de Ajuste			Calcular Parametros de Control	
		Y \ X	27.00	24.00	21.00	18.00	15.00	12.00	9.00	6.00	3.00
Acera 1	-3.00	5.80	2.86	1.97	1.37	0.74	0.99	1.60	2.17	3.11	2.84
Carril 1	0.30	9.05	4.31	2.94	2.21	1.51	1.35	2.34	3.34	5.63	5.91
Carril 1	1.50	8.57	4.37	3.07	2.43	2.09	2.43	2.96	4.97	7.54	7.91
Carril 1	2.70	7.16	3.90	3.02	2.71	3.05	3.31	4.07	6.92	10.59	10.57
Carril 2	3.30	6.34	3.53	2.92	2.84	3.58	3.68	4.47	7.93	10.96	11.22
Carril 2	4.50	4.65	2.81	2.55	2.99	3.94	3.83	4.54	8.06	9.64	10.17
Carril 2	5.70	3.30	2.07	2.07	2.86	3.77	3.16	3.88	6.41	7.19	7.33
Acera 2	9.00	1.33	1.18	1.20	1.77	1.85	1.44	1.84	2.28	2.02	1.90

“Calcular Iluminancia con ingreso de Puntos de Ajuste”

Este comando efectúa el cálculo descrito en la sección anterior, pero adicionalmente efectúa un ajuste en base a valores de iluminancia horizontal reales tomados en campo en 3 puntos denominados “Puntos de Ajuste”. El formulario para el ingreso de datos se muestra en la Figura 30

El “Paso 1” indicado en este formulario es idéntico al descrito en el literal anterior. En el “Paso 2” se ingresan los datos para los “Puntos de Ajuste”, siendo estos las coordenadas de ubicación (“X” e “Y”) y el valor de iluminancia horizontal medido en campo con el luxómetro.

Para continuar con el ejemplo se ha ingresado los puntos de ajuste (PA) mostrados en la Tabla N° 12.

Figura N°30. Formulario para el ingreso de Puntos de Ajuste

Tabla N°12. Ejemplo de Datos de Puntos de Ajuste

Ítem	PA1	PA2	PA3
X (m)	0	30	15
Y (m)	-0,3	0	5,7
E (lux)	6,1	10,9	4,5

Las coordenadas X e Y de los Puntos de Ajuste 1 y 2 coinciden con las coordenadas X e Y de los EAP 1 y EAP2, respectivamente, pero no necesariamente siempre tiene que ser así. El Punto de Ajuste 3 está

ubicado a mitad de vano al lado opuesto al de instalación de las luminarias y coincide con un punto de la grilla de medición, esto tiene sólo fines ilustrativos y, nuevamente, no siempre tiene que haber tal coincidencia. En la Figura 31 se muestra los resultados obtenidos con el Ilunergmin para la situación descrita.

Figura N°31. Ejemplo de Resultados obtenidos tras una simulación con el Ilunergmin usando Puntos de Ajuste

Iluminancia (medida o calculada) en proyección		5,4E	10,00	9,40	7,20						
											Ingresar F. M.
Ver Gráficos de Referencia	Modificar datos de la Grilla				Calcular Iluminancia con F.M. constante	Calcular Iluminancia con ingreso de Puntos de Ajuste				Calcular Parámetros de Control	
Y \ X	27,00	24,00	21,00	18,00	15,00	12,00	9,00	6,00	3,00	0,00	
Acera 1	-3,00	5,99	2,97	2,05	1,44	0,78	1,04	1,69	2,31	3,32	3,04
Carril 1	0,30	9,85	4,70	3,22	2,44	1,66	2,03	2,61	3,74	6,33	6,66
Carril 1	1,50	9,49	4,85	3,42	2,73	2,35	2,74	3,35	5,65	8,61	9,08
Carril 1	2,70	8,07	4,41	3,43	3,09	3,45	3,80	4,69	8,02	12,31	12,45
Carril 2	3,30	7,20	4,03	3,34	3,26	4,13	4,26	5,20	9,27	12,85	13,20
Carril 2	4,50	5,38	3,26	2,98	3,50	4,63	4,52	5,37	9,57	11,49	12,17
Carril 2	5,70	3,88	2,44	2,45	3,40	4,50	3,78	4,66	7,74	8,71	8,92
Acera 2	9,00	1,63	1,45	1,48	2,21	2,31	1,80	2,31	2,88	2,55	2,41

Obsérvese que el valor obtenido de iluminancia para el punto de la grilla cuyas coordenadas son X=15 e Y=5,7 corresponde al del punto de ajuste 3; en general, todos los valores de iluminancia han sido ajustados (compare con los resultados mostrados en la Figura 29).

“Calcular Parámetros de Control”

Mediante este botón, el Ilunergmin efectúa el cálculo de iluminancia mínima, iluminancia máxima, iluminancia promedio y uniformidad para cada elemento del vano en evaluación. Los resultados se ubican en la parte inferior de la grilla de medición, como se muestra en la Figura 32

Figura N°32. Ejemplo de Resultados mostrados por el Ilunergmin que incluyen los parámetros de control

Y \ X	Ver Gráficos de Referencia		Modificar datos de la Grilla		Calcular Iluminancia con F.M. constante		Calcular Iluminancia con Ingreso de Puntos de Ajuste			Calcular Parametros de Control	
	27.00	24.00	21.00	18.00	15.00	12.00	9.00	6.00	3.00	0.00	
Acera 1	-3.00	5.99	2.97	2.05	1.44	0.78	1.04	1.69	2.31	3.32	3.04
Carril 1	0.30	9.85	4.70	3.22	2.44	1.66	2.03	2.51	3.74	6.33	6.65
Carril 1	1.50	9.49	4.85	3.42	2.73	2.35	2.74	3.35	5.65	8.61	9.08
Carril 1	2.70	8.07	4.41	3.43	3.09	3.49	3.80	4.69	8.02	12.31	12.45
Carril 2	3.30	7.20	4.03	3.34	3.26	4.13	4.26	5.20	9.27	12.85	13.20
Carril 2	4.50	5.38	3.26	2.98	3.50	4.63	4.52	5.37	9.57	11.49	12.17
Carril 2	5.70	3.88	2.44	2.45	3.40	4.50	3.78	4.66	7.74	9.71	8.92
Acera 2	9.00	1.63	1.45	1.48	2.21	2.31	1.80	2.31	2.88	2.55	2.41

	E min.	E max.	E med.	Uniform.
Acera 1	0.78	5.99	2.46	0.32
Calzada	1.66	13.20	5.66	0.29
Acera 2	1.45	2.88	2.10	0.69

4.6 .Procedimientos de recolección de datos

Para la obtención de datos con respecto a los lugares donde podría haber alguna deficiencia en lo que respecta a la calidad de la energía se utilizó el programa ILUNERGMIN.

Se realizó un análisis exhaustivo a la página web de la empresa supervisora de energía eléctrica en el Perú en este caso OSINERGMIN, para comparar datos máximos y mínimos permisibles en la calidad de la energía de alumbrado público y realizar comparaciones con los valores obtenidos en campo.

4.7 .Procesamiento estadístico y análisis de datos

Como parte del presente estudio se han efectuado mediciones de campo para evaluar el método de medición alternativo presentado en este informe en contraste con el método de medición tradicional establecido en la Norma Técnica de Alumbrado de Vías en Zonas de Concesión (NTAP).

Los casos presentados aquí tienen por fin el de servir de referencia para describir tendencias.

Cada caso es presentado en una sección, primero se describe la vía de forma general, luego se muestran los resultados obtenidos con la medición tradicional, en seguida se muestran los resultados de la aplicación del método alternativo y, finalmente, se incluye un resumen de las divergencias encontradas.

Las consideraciones generales que se han tomado para llevar a cabo las mediciones son:

- Se ha usado el Luxómetro modelo T-10 de Konica Minolta (con certificado de calibración otorgado por INDECOPI).
- Las medidas de longitudes fueron obtenidas con Telémetro modelo L150 de Bosch.
- Las mediciones se efectuaron entre las 19:00 y 23:00 horas.
- El método de medición tradicional mencionado aquí es el que corresponde a la medición de "30 puntos por carril" detallada en la Guía de Medición de la NTAP.
- El método alternativo es el descrito en el presente informe y se ha considerado los puntos de ajuste siguientes: 2 puntos en la proyección de las luminarias de los EAP que delimitan el vano y 1 punto a la mitad del vano en el lado opuesto al de instalación de los EAP.
- Se ha usado el Ilunergmin para efectuar la simulación.
- El Factor de Mantenimiento mostrado para cada caso ha sido calculado considerando valores iniciales obtenidos mediante simulación con Factor de Mantenimiento igual a 1.
- La identificación de luminarias (marca y modelo) ha sido efectuada de manera visual.

- Calculo del Factor de Mantenimiento teniendo en cuenta los valores de iluminancia promedio.

SANTIAGO DE SURCO

Tabla N°13. Valores obtenidos de iluminancia promedio – Santiago de

	Em(actual)	Em(nuevo)	FM
Acera 1	4,40	7,73	0,57
Calzada	6,15	10,38	0,59
Acera 2	3,41	5,59	0,61

Em(acuteal) = Iluminancia promedio actual
 Em(nuevo) = Iluminancia promedio con FM = 1
 FM = Factor de Mantenimiento

Surco

SAN ISIDRO

Tabla N°14. Valores obtenidos de iluminancia promedio – San Isidro

	Em(actual)	Em(nuevo)	FM
Acera 1	13,90	19,31	0,72
Calzada	29,87	39,31	0,76
Acera 2	11,29	11,83	0,95

Em(acuteal) = Iluminancia promedio actual
 Em(nuevo) = Iluminancia promedio con FM = 1
 FM = Factor de Mantenimiento

LINCE

Tabla N°15. Valores obtenidos de iluminancia promedio – Lince

	Em(actual)	Em(nuevo)	FM
Acera 1	9,63	9,09	1,06
Calzada	11,88	19,81	0,60
Acera 2	2,68	14,52	0,18

Em(acuteal) = Iluminancia promedio actual
 Em(nuevo) = Iluminancia promedio con FM = 1
 FM = Factor de Mantenimiento

JESUS MARIA

Tabla N°16. Valores obtenidos de iluminancia promedio – Jesús María

	Em(actual)	Em(nuevo)	FM
Acera 1	8.70	9.15	0.95
Calzada	14.80	20.11	0.74
Acera 2	8.82	15.10	0.58

Em(actual) = Iluminancia promedio actual

Em(nuevo) = Iluminancia promedio con FM = 1

FM = Factor de Mantenimiento

Tabla N°17. Valores obtenidos de iluminancia promedio – Jesús María

	Em(actual)	Em(nuevo)	FM
Acera 1	8.46	5.04	1.68
Calzada	18.77	21.24	0.88
Acera 2	1.66	10.91	0.15

Em(actual) = Iluminancia promedio actual

Em(nuevo) = Iluminancia promedio con FM = 1

FM = Factor de Mantenimiento

V. RESULTADOS

Para la determinación de los lugares donde se realizarían la toma de datos se realizó el siguiente análisis:

1. Los distritos se eligieron aleatoriamente siempre y cuando estos pertenecieran a la concesionaria para dicho estudio.
2. Se realizaron los cálculos de los Factores de Mantenimiento considerando que el factor de mantenimiento no debe ser inferior a 0,7, (este valor es el reconocido por el OSINERGMIN en sus cálculos tarifarios).
3. Las avenidas o calles donde se realizaron las mediciones fueron elegidas aleatoriamente, considerando que las zonas sean seguras y prácticas para poder tomar los datos sin tener algún inconveniente y poder realizar posteriormente la simulación en el ILUNERGMIN.
4. Los valores ya sea las características de la luminaria, distancias de vano, características del poste, etc. Se realizaron durante el día, mientras que las tomas de valores de iluminancia se realizaron durante la noche durante las horas de 7:00-10:00 pm.

4.1- Resultados parciales

Para la evaluación de los valores Factores de Mantenimiento hallados hay que considerar que estos han sido simulados y no están relacionadas con valores de iluminancia iniciales reales de las instalaciones; por lo tanto, son solo referenciales.

4.2- Resultados Finales

Los Lugares con un valor de Factor de Mantenimiento dentro de lo permitido son:

San Isidro y Jesús María.

Mientras que los distritos de:

Santiago de Surco y Lince.

Arrojaron valores inferiores a lo dispuesto en la Norma.

En resumen, la tendencia muestra que el método alternativo es adecuado para la evaluación de iluminancias en las calzadas principales, sin embargo, las divergencias existentes deben ser tomadas en cuenta, sobretodo, para efectos de determinación de tolerancias y sanciones.

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

- 1) El propósito general de la presente tesis es presentar un grupo de distritos pertenecientes a la concesionaria de Luz del Sur, y realizar las mediciones correspondientes para su evaluación y comparación de datos con el modelo tradicional y el modelo propuesto.
- 2) Analizando los factores energéticos y estratégicos, esta alternativa nos brindaría soluciones más confiables y seguras, pudiendo realizarse la supervisión por parte del ente supervisor (Osinergmin), en horarios aleatorios para la realización de toma de datos y ser estos valores más exactos para tomar las medidas correspondientes en el caso no se cumpliera los valores mínimos requeridos.
- 3) Se podría brindar una mejor calidad de alumbrado público ya que este procedimiento nos ahorraría tiempo a la hora de realizar las mediciones y se evitaría las molestias que el anterior estudio realizaba como el cierre de calles o villas.

5.1- Contrastación de hipótesis con los resultados

- Con este modelo simplificado se estaría dando mayor eficacia a la hora de la obtención de los resultados y ahorrando tiempo para dar a conocer si los valores están dentro de los valores permisibles. También se estaría evitando el cierre de calles o vías donde se realizan las evaluaciones ya que con este modelo solo se necesitaría la toma de datos de solo 3 puntos y no varios puntos como se hacía con el modelo tradicional, evitando molestias por parte de la población.
- Se estaría mejorando la eficiencia en la supervisión ya que se podría realizar la supervisión en lugares aleatorios y tomando valores reales en cualquier día, puesto que no se necesitaría permisos ya sea a la municipalidad o a la concesionaria para realizar el estudio, puesto que la nueva metodología nos ahorra esos inconvenientes evitando la cierres de calles o vías.

- Con esta metodología se puede observar que los valores obtenidos con el método tradicional de toma de datos de varios puntos son semejantes con la nueva metodología que se está desarrollando.

VII. CONCLUSIONES

1. El nuevo método de supervisión de la calidad del servicio de alumbrado público presentado aquí tiene grandes beneficios:

- Permitirá efectuar la supervisión de una manera más efectiva (asegurando representatividad).

- Del mismo modo, se obtendrá un indicador para el nivel de mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público.

- Se mejora la eficiencia de la evaluación de parámetros lumínicos pues se consumen menos recursos y, por lo tanto, las instalaciones de alumbrado público deficientes o ineficientes serán detectadas de forma práctica.

- Todo lo anterior se traduce en la mejora del servicio de alumbrado público

- El reto de hacer más eficiente el método de medición definido en las normas actuales ha significado (y seguramente motivará) desarrollo de tareas de investigación, muestra de ello son el accesorio diseñado para las mediciones (cilindro de apantallamiento) y la herramienta de simulación (el llunergmin).

- El método medición que forma parte neurálgica de la metodología alternativa para la supervisión brinda buenos resultados para la evaluación de iluminancias en calzadas; por lo tanto, la supervisión del mantenimiento debe ser enfocada bajo esa limitación.

VIII.RECOMENDACIONES

7.1.-Se recomienda realizar estudios detallados referentes para poder optimizar los valores de luminancia e iluminancia y garantizar los valores mínimos requeridos.

7.2.-Se recomienda dar mayor importancia para el desarrollo de estudios relacionados con la supervisión de alumbrado público para dar mejoras en la calidad de la energía y poder reducir así los problemas que presenta a la hora de iluminar las calles o vías.

7.3.-Se recomienda iniciar la formación de ingenieros electricistas con conocimiento en supervisión de AP, para poder reducir los índices de deficiencias que hasta el día de hoy se cuenta.

7.4.-Se recomienda renovar las curriculas de las universidades respecto a este tipo de estudio y poder tener más profesionales que se abarquen o enfoquen a este tipo de estudios para los nuevos retos y estar en los índices adecuados a la Norma.

VIII.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

TÍTULO: MEJORA DE LA METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN CONCESIÓN ELÉCTRICA DE LUZ DEL SUR.		DÍAS																																
ITEM	ACTIVIDADES	MES 2014																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA																																	
2	ELABORACION DEL MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL DE REFERENCIA																																	
3	FORMULACION Y OPERACIONALIZACION DE LA HIPOTESIS	X	X	X	X																													
4	DISEÑO MUESTRAL Y ESTRATEGIA DE LA HIPOTESIS					X	X	X	X	X	X	X	X																					
5	RECOLECCION DE INFORMACION MUESTRAL																																	
6	RECOLECCION DE INFORMACION EMPIRICA	X	X	X	X																													
7	DISEÑO INSTRUMENTAL PARA EL TAMAÑO DE LA MUESTRA						X	X	X	X	X	X	X																					
8	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION																																	
9	CONSTRASTACION DE RESULTADOS DE INVESTIGACION	X	X	X	X																													
10	REDACCION DEL TRABAJO E INFORME FINAL																																	
11	PRESENTACION DE LOS RESULTADOS Y SUSTENTACION																																	

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9.1.-Referenciales

- [1] <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/GFE/DocumentoNo1.pdf>
- [2] SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL PERÚ
Documento de Trabajo N° 01-GFE 2005
- [3] Problemática de la Supervisión de la Calidad del Servicio Eléctrico en el Perú
Documento de Trabajo N o 6
- [4] RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN
EN ENERGÍA Y MINERÍA OSINERGMIN N° 142-2008-OS/CD
- [5] 2003-01-14.- R.M. N° 013-2003-EM/DM.- Norma Técnica de Alumbrado de Vías
Públicas en zonas de concesión de distribución. (2003-01-18)
- [6] PROCEDIMIENTO DE SUPERVISIÓN DE LA OPERATIVIDAD DEL SERVICIO DE
ALUMBRADO PÚBLICO (y modificatorias) APROBADO CON RESOLUCIÓN OSINERGMIN N°
078-2007-OS/CD
- [7] Comisión Internacional de Iluminación, Informe Técnico CIE 140–2000
“Métodos de Cálculo para la Iluminación de Carreteras”, CIE – Austria,
2000.
- [8] Características Básicas De Un Aerogenerador (Realización Propia).
- [9] Comisión Internacional de Iluminación – Informe Técnico CIE 30.2–
1982: “Calculation and measurement of luminance and illuminance in road
lighting computer program for luminance, illuminance and glare”. CIE –
Francia, 1982.
- [10] Comisión Internacional de Iluminación, Informe Técnico CIE 140–
2000 “Métodos de Cálculo para la Iluminación de Carreteras”, CIE –
Austria, 2000.

[11] Ministerio de Energía y Minas, Resolución Ministerial N° 013-2003-EM/DM “Norma Técnica de Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”

[12] Ministerio de Energía y Minas, Decreto Supremo N° 020-97-EM “Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos”

[13] Philips, “Manual de Alumbrado – Cuarta Edición”, Paraninfo S.A. – España, 1975.

[14] Manufacturas Metálicas Jوسف, “Manual de Iluminación”, Manufacturas Metálicas Jوسف – Lima, 1994.

9.2.-TESIS CONSULTADA

1.- Víctor Murillo Huamán “Análisis del Impacto de la Fiscalización realizada por la Autoridad Regulatoria a la Calidad del Servicio de Alumbrado Público en el Perú”.

INFORREFERENCIAS

2.-Enciclopedia WIKIPEDIA

3.-http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Estudios_Economicos/DT006-OEE-OSINERG.pdf.

4.- <http://www.cidel2010.com/papers/paper-15-24022010.pdf>

X. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

TITULO DEL PROYECTO: MEJORA DE LA METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN CONCESIÓN ELÉCTRICA DE LUZ DEL SUR.				
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOS
<p>1. Problema General</p> <p>¿Cómo la falta de una supervisión eficiente genera una mala calidad de servicio de Alumbrado Público en Concesión de Eléctrica de Luz del Sur?</p> <p>2. Problema específico.</p> <p>¿Cómo la falta de la evaluación de los indicadores y magnitudes fotométricas de las zonas, vías y calles afecta la calidad del Servicio de Alumbrado Público?</p>	<p>1. Objetivo General</p> <p>Elaborar una metodología para lograr una supervisión eficiente y mejorar la calidad del servicio de Alumbrado Público en la Concesión eléctrica de Luz del Sur.</p> <p>2. Objetivo específico</p> <p>Evaluar los indicadores y magnitudes fotométricas de las zonas, vías y calles de la Concesión Eléctrica de Luz del Sur.</p>	<p>1. Hipótesis general</p> <p>Aplicando la metodología de una supervisión eficiente mejoraremos la calidad del servicio de Alumbrado Público en Concesión Eléctrica de Luz del Sur.</p> <p>2. Hipótesis específico</p> <p>Evaluando los indicadores y magnitudes fotométricas de las zonas, vías y calles de la Concesión Eléctrica de Luz del Sur, estaremos mejorando la calidad del servicio de Alumbrado Público.</p>	<p>Variable X =</p> <p>Conocimientos básicos de Calidad de Iluminación Eléctrica.</p> <p>Variable Y =</p> <p>Implementación de una metodología para determinar indicadores de calidad de servicio de alumbrado público.</p> <p>Variable Z=</p> <p>Disminución de la falta de mantenimiento e innovación del servicio de alumbrado público por parte de la empresa concesionaria de distribución de energía eléctrica.</p>	<p>Para alcanzar los objetivos, explicar, demostrar, probar y plantear la solución al problema objeto de estudio formulado en la hipótesis, es prioritario desarrollar las actividades principales siguientes:</p> <p>Concepción ontológica y formulación de sobre la calidad del producto eléctrico que consumen los usuarios domésticos de la electricidad.</p> <p>Uso del software ILUNERGMIN para contraste de valores de mediciones.</p>

Anexo 2: Imágenes de la supervisión y resultados Finales del estudio.

Acta N°1 para el llenado previo al ingreso al ILUNERGMIN.

MEDICIÓN ICAP-OS-GFE-UDAPIEDS-15-02-001 Pág. de 1/1

Fecha: 2015-02-13
 Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Santiago de Surco Ubigeo: 150140
 Nombre de la vía: Aracena (antes la Joya sur) Código de la vía: 15188 Tipo de vía: L1
 Tipo de calzada: oscura

Marca Luzómetro: Minolta - Modelo: T-10 N° Control patrimonial (N° serie): 0011278
 Marca Telémetro: BOSCH N° Control patrimonial (N° serie): 0011562

POS	Código poste	331004258	331004259	331004260	331004263													
1	Punto Luminoso	P1	P2	P3	P4													
2	Marca	Philips	Philips	Philips	Philips													
3	Modelo	O27 II	O27 II	O27 II	O27 II													
4	Inclinación nominal (°)	0	0	0	0													
5	Potencia (W)	70	70	70	70													
6	Flujo Luminoso Nominal (lm)	5500	6500	6500	6500													
7	Altura (m)	7.95	8.89	8.07	8.00													
8	X (m)	0.00	28.50	51.60	30.30													
9	Y (m)	0.21	0.17	0.1	0.05													
10	ψ (rotación) (°)	0	0	0	0													
11	χ (inclinación) (°)	17	18	19	15													
12	ψ (giro) (°)	0	0	0	0													
13	Iluminancia sin Apantallamiento (lux)	7.37	5.10	4.33	13.12													
14	Iluminancia con Apantallamiento (lux)	6.72	5.60	3.81	11.10													
15	Longitud "x" de iluminancia medio del vano	-	14.75	25.80	15.15													
16	Longitud "y" de iluminancia medio del vano	-	6.00	6.00	6.00													
17	Iluminancia en el medio del vano	-	1.86	3.50	2.42													
18	Restora:																	
19		Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	

PERFIL DE LA VÍA:

CANTIDAD VANOS: 4
Longitud (m): 111.40

Firma y sello: _____

Resultados obtenidos en la medición tradicional

	Y \ X	24.30	21.60	18.90	16.20	13.50	10.80	8.10	5.40	2.70	0.00	
Acera 1		-2.19	5.33	3.98	3.08	2.30	2.22	2.39	3.32	4.42	6.92	7.71
Carril 1		0.30	7.02	4.77	3.79	3.40	3.26	4.05	4.68	7.34	11.03	10.63
Carril 1		1.50	7.46	5.07	4.18	3.77	3.78	4.24	5.02	7.71	10.79	11.61
Carril 1		2.70	6.53	5.24	4.25	4.05	4.06	4.34	5.30	7.40	9.83	9.85
Carril 2		3.30	5.97	5.28	4.51	4.10	4.09	4.40	5.36	7.41	9.75	9.39
Carril 2		4.50	4.87	4.87	4.23	3.98	4.14	4.23	5.07	7.49	8.73	8.19
Carril 2		5.70	4.70	4.59	3.94	3.79	3.91	4.06	4.69	6.06	7.50	7.85
Acera 2		8.25	3.76	3.23	3.13	3.09	3.00	3.11	3.35	4.29	4.21	4.83

	E mín.	E máx.	E med.	Uniform.
Acera 1	2.22	7.71	4.17	0.53
Calzada	3.26	11.61	5.86	0.56
Acera 2	3.00	4.83	3.60	0.83

E mín = Iluminancia mínima
 E máx = Iluminancia máxima
 E med = Iluminancia promedio
 Uniform: Uniformidad media de iluminancia

Resultados obtenidos en la medición alternativa

	1	2	3	4	5	6	7	8
Datos de Luminaria	Marca	Schreder	Schreder	Schreder	Schreder			
	Modelo	UX7015C2SM	UX7015C2SM	UX7015C2SM	UX7015C2SM			
	Inclinación nominal	15°	15°	15°	15°			
Datos de Lámpara	Potencia	70 W	70 W	70 W	70 W			
	Flujo Luminoso Nominal	6500 lm	6500 lm	6500 lm	6500 lm			
Datos Geométricos de la Instalación de Luminaria	Altura	9 m	8,8 m	8,9 m	8,8 m			
	X	0 m	27 m	51,5 m	26 m			
	Y	0 m	0,11 m	0,06 m	0 m			
	γ (rotación)	0°	0°	0°	0°			
	δ (inclinación)	15°	9°	18°	7°			
	ψ (giro)	0°	0°	0°	0°			
Otro:	F.M. (en proyección)	0,62	0,44	0,19	0,52			
	Iluminancia (medida o calculada) en proyección	9,52	7,44	2,90	9,33			

* No llenar
 ** No obligatorio
 *** Obligatorio

Flujo de Datos
 Cargados

Calcular F.M. en proyección de luminaria
 Ingresar F.M. directamente

	Ver Gráficos de Referencia	Modificar datos de la Grilla				Calcular Iluminancia con F.M. constante	Calcular Iluminancia con Ingreso de Puntos de Ajuste				Calcular Parámetros de Control
	Y X	24.30	21.60	18.90	16.20	13.50	10.80	8.10	5.40	2.70	0.00
Acera 1	-2.19	6,05	4,03	2,83	2,46	2,63	2,86	3,40	4,67	7,42	7,66
Carril 1	0.30	8,36	5,78	3,74	3,25	4,05	3,89	4,49	7,19	10,72	10,85
Carril 1	1.50	8,85	6,25	3,97	3,79	4,25	4,18	4,76	7,77	11,29	11,46
Carril 1	2.70	8,31	6,24	4,10	4,04	4,34	4,35	4,86	8,00	10,98	11,09
Carril 2	3.30	7,80	6,06	4,08	4,08	4,32	4,37	4,88	7,88	10,47	10,57
Carril 2	4.50	6,69	5,39	3,84	4,04	4,21	4,26	4,67	7,24	8,98	9,03
Carril 2	5.70	5,48	4,58	3,46	3,81	3,91	3,99	4,21	6,20	7,52	7,52
Acera 2	6.25	3,41	2,86	2,57	2,81	2,92	2,95	2,99	4,01	4,75	4,81

	E mín.	E máx.	E med.	Uniform.
Acera 1	2,46	7,66	4,40	0,56
Calzada	3,25	11,46	6,15	0,53
Acera 2	2,57	4,81	3,41	0,75

Cálculo del factor de mantenimiento teórico

	Em(actual)	Em(nuevo)	FM
Acera 1	4,40	7,73	0,57
Calzada	6,15	10,38	0,59
Acera 2	3,41	5,59	0,61

Em(actual) = Iluminancia promedio actual
 Em(nuevo) = Iluminancia promedio con FM = 1
 FM = Factor de Mantenimiento

Imágenes del distrito de Santiago de Surco donde se realizó las mediciones



Acta N°2 para el llenado previo al ingreso al ILUNERGMIN.

MEDICIÓN ICAP-OS-GFE-UDAP/LDS-15-02-002												Pág. de 1/1				
Fecha: 2015-02-13			Provincia: Lima			Distrito: San Isidro			Ubigeo: 150131							
Departamento: Lima			Código de la vía: 21678			Código de la vía: 21678			Tipo de vía: L1							
Nombre de la vía: Los Andes			Tipo de calzada: oscura			Modelo: T-10			N° Control patrimonial (N° serie): 0011277 (31821015)							
Marca: Schreder			Marca: BOSCH			N° Control patrimonial (N° serie): 0011864 (78542062)										
POS	Código poste	271004436	271004437	271004438	271004439	# 108										
1	Punto Luminoso	P1	P2	P3	P4	P5										
2	Marca	Schreder	Schreder	Schreder	Schreder	Schreder										
3	Modelo	AX7015C2SM	AX7015C2SM	AX7015C2SM	AX7015C2SM	AX7015C2SM										
4	Inclinación nominal (°)	0	0	0	0	0										
5	Potencia (W)	70	70	70	70	70										
6	Flujo Luminoso Nominal (lm)	6500	6500	6500	6500	6500										
7	Altura (m)	9.23	8.94	9.65	7.80	9.10										
8	X (m)	0.00	19.30	37.46	22.70	45.32										
9	Y (m)	-1.27	-1.44	-1.25	-0.88	-0.87										
10	α (rotación) (°)	0	0	0	0	0										
11	δ (inclinación) (°)	12	15	11	13	20										
12	ψ (giro) (°)	0	0	0	0	0										
13	Iluminancia sin Apantallamiento (lux)	25.10	26.50	23.00	28.40	8										
14	Iluminancia con Apantallamiento (lux)	23.40	27.30	20.80	27.20	8.7										
15	Longitud "x" de Iluminancia medio del vano		9.65	18.73	11.35	22.66										
16	Longitud "y" de Iluminancia medio del vano		8.00	8.00	8.00	8.00										
17	Iluminancia en el medio del vano		10.30	7.60	6.15	4.50										
18	Restorat															
	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=	Ah=	Av=
PERFIL DE LA VÍA:												CANTIDAD VANOS: 4				
Firma y sello: _____																
Nombre Supervisor: _____																

Resultados obtenidos en la medición tradicional

Y \ X	17.37	15.44	13.51	11.58	9.65	7.72	5.79	3.86	1.93	0.00	
Acera 1	-4.00	29.85	24.94	19.97	18.41	18.83	18.14	18.30	22.31	23.34	26.02
Carril 1	0.30	42.50	36.70	31.30	26.60	34.71	27.62	29.50	34.20	36.00	34.50
Carril 1	1.50	41.10	35.70	30.70	25.61	26.84	27.42	29.13	31.90	34.30	33.50
Carril 1	2.70	39.10	33.90	29.67	25.85	26.36	26.64	27.92	29.50	29.70	30.30
Carril 2	3.30	36.90	32.70	29.82	24.37	24.45	24.82	26.10	26.50	27.10	27.28
Carril 2	4.50	27.30	29.20	24.50	22.30	22.11	22.24	22.70	21.05	23.44	23.17
Carril 2	5.70	26.60	26.23	21.26	19.50	19.31	18.02	18.72	19.20	19.62	19.40
Acera 2	10.00	11.20	12.17	11.33	10.21	10.71	10.43	10.15	11.47	10.39	9.42

	E mín.	E máx.	E med.	Uniform.
Acera 1	18.14	29.85	22.01	0.82
Calzada	18.02	42.50	27.91	0.65
Acera 2	9.42	12.17	10.75	0.88

Emín = Iluminancia mínima
 Emáx = Iluminancia máxima
 Emed = Iluminancia promedio
 Uniform. = Uniformidad media de Iluminancia

Resultados obtenidos en la medición alternativa

	1	2	3	4	5	6	7	8
Datos de Luminaria	Marca	Jostel neon Electric		Jostel	Philips	Jostel		
	Modelo	AS15C2SS	Solaris	AS15C2SS	E27 E-C-SC01	AS15C2SS		
	Inclinación nominal	15°	15°	15°	0°	15°		
Datos de Lámpara	Potencia	150 W	150 W	150 W	150 W	150 W		
	Flujo Luminoso Nominal	16000 lm	16000 lm	16000 lm	16000 lm	16000 lm		
Datos Geométricos de la Instalación de Luminaria	Altura	9,23 m	6,94 m	9,65 m	7,8 m	9,1 m		
	X	0 m	19,3 m	37,46 m	22,7 m	45,32 m		
	Y	1,27 m	1,44 m	1,25 m	0,88 m	0,87 m		
	α (rotación)	0°	0°	0°	0°	0°		
	β (inclinación)	12°	15°	11°	13°	20°		
	ψ (giro)	0°	0°	0°	0°	0°		
Otros	F.M.(en proyección)	0,45	1,03	0,23	1,48	0,67		
	Iluminancia (medida o calculada) en proyección	23,85	32,60	11,66	45,10	23,85		

! No llenar
 ** No obligatorio
 *** Obligatorio

Borrar Datos Cargados

Calcular F.M. en proyección de luminaria
 Ingresar F.M. directamente

	Ver Gráficos de Referencia	Modificar datos de la Grilla	Calcular Iluminancia con F.M. constante	Calcular Iluminancia con ingreso de Puntos de Ajuste	Calcular Parámetros de Control						
	Y X	17,37	15,44	13,51	11,58	9,65	7,72	5,79	3,86	1,93	0,00
Acera 1	-4,00	25,77	19,65	16,59	13,85	14,14	9,75	7,34	9,77	10,38	11,73
Carril 1	0,30	47,90	41,11	32,54	25,50	26,52	28,14	29,62	28,98	31,74	39,86
Carril 1	1,50	46,15	44,59	33,02	27,73	27,17	26,35	31,96	29,77	31,93	38,63
Carril 1	2,70	44,44	42,51	33,28	27,52	26,10	26,77	30,22	27,58	29,46	33,95
Carril 2	3,30	42,37	41,56	32,53	27,28	26,25	25,23	28,48	26,62	27,39	31,03
Carril 2	4,50	36,29	36,83	30,94	24,64	22,92	22,51	24,38	23,30	22,67	24,66
Carril 2	5,70	27,54	28,90	25,26	20,85	19,31	18,89	20,28	20,27	19,84	21,02
Acera 2	10,00	10,53	11,07	10,71	9,49	9,10	9,82	11,96	12,72	13,41	14,14

	E min.	E máx.	E med.	Uniform.
Acera 1	7,34	25,77	13,90	0,53
Calzada	18,89	47,90	29,87	0,63
Acera 2	9,10	14,14	11,29	0,81

Cálculo del factor de mantenimiento teórico

	Em(actual)	Em(nuevo)	FM
Acera 1	13,90	19,31	0,72
Calzada	29,87	39,31	0,76
Acera 2	11,29	11,83	0,95

Em(actual) = Iluminancia promedio actual

Em(nuevo) = Iluminancia promedio con FM = 1

FM = Factor de Mantenimiento

Imágenes del distrito de San Isidro donde se realizó las mediciones

