

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



“MODELAMIENTO DE UN SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO CON LUMINARIAS LED COMO FACTOR DE AHORRO ENERGÉTICO EN EL CASO: AV. EL SOL – VILLA EL SALVADOR”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CURITOMAY PACHECO, SAMUEL

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

A Dios, a mis padres que siempre estuvieron apoyándome y a mi familia.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Tecnología de Lima Sur y a los docentes por la orientación y enseñanzas brindadas.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
LISTA DE FIGURAS.	vi
LISTA DE TABLAS	viii
INTRODUCCIÓN	x
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	11
1.2 Justificación del Problema.....	12
1.2.1 Tecnológica	12
1.2.2 Económica	12
1.3 Delimitación del Proyecto.	12
1.3.1 Teórico.	12
1.3.2 Temporal.	12
1.3.3 Espacial.	12
1.4 Formulación del Problema.	13
1.4.1 Problema General.	13
1.4.2 Problemas específicos.....	13
1.5 Objetivos.	13
1.5.1 Objetivo General.	13
1.5.2 Objetivos Específicos.	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1 Antecedentes.....	14

2.1.1 Antecedentes nacionales.....	14
2.1.2 Antecedentes internacionales.....	15
2.2 Bases teóricas.....	16
2.2.1 Definición de LED.....	16
2.2.2 Luminaria LED.....	16
2.2.3 Normas aplicadas a las luminarias LED.....	17
2.2.4 Sistemas de iluminación LED.....	18
2.2.5 Alumbrado público.....	18
2.2.6 Estándares de calidad de alumbrado.....	20
2.2.7 Ahorro energético.....	23
2.2.8 Software DIALux 4.13.....	24
2.3 Definición de términos básicos.....	24
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO.....	26
3.1 Modelo de solución propuesto.....	26
3.1.1 Cálculos básicos.....	26
3.1.2 Cálculos preliminares.....	27
3.1.3 Parámetros y resultados del software DIALux.....	29
3.2 Resultados.....	40
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	50
ANEXOS.....	52

LISTA DE FIGURAS.

<i>Figura 1.</i> Partes de un LED	16
<i>Figura 2.</i> Curva de factor de utilización.....	27
<i>Figura 3.</i> Área de iluminación	28
<i>Figura 4.</i> Curva de factor de utilización.....	29
<i>Figura 5.</i> Luminaria Philips BGP625 T25	31
<i>Figura 6.</i> Luminaria Philips BGS214 T25	34
<i>Figura 7.</i> Luminaria Philips SGS102 FG	37
<i>Figura 8.</i> Consumo energético (1 luminaria)	42
<i>Figura 9.</i> Consumo energético (50 luminarias).....	43
<i>Figura 10.</i> Resultados luminotécnicos.	52
<i>Figura 11.</i> Av. El Sol/ procesado en 3D.	53
<i>Figura 12.</i> Av. El Sol/ procesado de colores falsos.	54
<i>Figura 13.</i> Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 1/ Isolíneas (L).....	55
<i>Figura 14.</i> Av. El Sol / Recuadro calzada 1 / Observador 1 / Gráfico de valores (L)	56
<i>Figura 15.</i> Recuadro de evaluación calzada 2 / Observador 3 / Isolíneas (L).....	57
<i>Figura 16.</i> Recuadro de evaluación calzada 2 / Observador 3/ Gráfico de valores (L).	58
<i>Figura 17.</i> Av. El Sol /Resultados luminotécnicos.	59
<i>Figura 18.</i> Av. El Sol / Procesado en 3D.	60
<i>Figura 19.</i> Av. El Sol / Procesado de colores falsos.	61
<i>Figura 20.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L).	62
<i>Figura 21.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 1 / Gráfico de valores (L).	63
<i>Figura 22.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 2 / Isolineas(L).	64

<i>Figura 23.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 2 / Gráfico de Valores (L).....	65
<i>Figura 24.</i> Resultados luminotécnicos.	66
<i>Figura 25.</i> Av. El Sol/ procesado en 3D.	67
<i>Figura 26.</i> Av. El Sol / Procesado de colores falsos.	68
<i>Figura 27.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 1/ Isolíneas (L)...	69
<i>Figura 28.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 1/ Gráfico de valores (L).	70
<i>Figura 29.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 2/ Isolíneas (L)...	71
<i>Figura 30.</i> Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 2/ Gráfico de valores (L).	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 <i>Tipos de alumbrado según la clasificación vial</i>	19
Tabla 2 <i>Tipos de alumbrado según la clasificación vial</i>	20
Tabla 3 <i>Identificación de calzadas según la superficie.</i>	21
Tabla 4 <i>Niveles de luminancia , iluminancia e índice de control de deslumbramiento.</i>	21
Tabla 5 <i>Uniformidad de luminancia</i>	22
Tabla 6 <i>Uniformidad media de iluminancia</i>	22
Tabla 8 <i>Luminaria LED Philips BGP625</i>	30
Tabla 9 <i>Evaluación de calzada 1</i>	31
Tabla 10 <i>Evaluación de camino peatonal 1</i>	32
Tabla 11 <i>Evaluación de calzada 2</i>	32
Tabla 12 <i>Evaluación de camino peatonal 2</i>	32
Tabla 13 <i>Evaluación de Arcén central 1</i>	33
Tabla 14 <i>Luminaria LED Philips BGS214</i>	34
Tabla 15 <i>Tabla de evaluación de calzada 1</i>	35
Tabla 16 <i>Evaluación de camino peatonal 1</i>	35
Tabla 17 <i>Evaluación de calzada 2</i>	36
Tabla 18 <i>Evaluación de camino peatonal 2</i>	36
Tabla 19 <i>Evaluación de Arcén central 1</i>	36
Tabla 20 <i>Luminaria de vapor de sodio Philips SGS102</i>	37
Tabla 21 <i>Evaluación de calzada 1</i>	38

Tabla 22 <i>Evaluación de camino peatonal 1</i>	39
Tabla 23 <i>Evaluación de calzada 2</i>	39
Tabla 24 <i>Evaluación de camino peatonal 2</i>	40
Tabla 25 <i>Evaluación de Arcén central 1</i>	40
Tabla 26. <i>Consumo energético de 1 luminaria LED y 1 luminaria de vapor de sodio</i>	41
Tabla 27. <i>Consumo energético de 50 luminarias LED y 50 luminarias de vapor de sodio</i> .41	
Tabla 28 <i>Costo de instalación de una luminaria</i>	44
Tabla 29 <i>Personal operativo</i>	45
Tabla 30 <i>Material para la instalación</i>	45
Tabla 31 <i>Presupuesto para una lámpara</i>	46
Tabla 32 <i>Presupuesto total</i>	47

INTRODUCCIÓN

La iluminación pública es muy importante para la población, ya que les permite realizar diversas actividades durante la noche.

Los proyectos de electrificación se vienen realizando en diversas zonas llegando a más lugares brindando el servicio de alumbrado público, las concesionarias vienen ejecutando diversas obras en el país; sin embargo, en regiones que se encuentran en el norte hay una inadecuada infraestructura de alumbrando hasta la ausencia de la misma.

En el distrito de Villa el Salvador se ha dado un incremento en la delincuencia, debido a que se aprovecha el horario nocturno para cometer actos delictivos. Los robos a mano armada, secuestros y daños físicos a las personas se presentan sobre todo en zonas donde hay una escasa iluminación y poca vigilancia policial.

La baja iluminación no solo afecta a las personas de igual manera también afecta a los vehículos que circulan en las calles, pues muchos de los accidentes que se generan son por poca visibilidad.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.

En los últimos años la demanda de nuevos usuarios de energía eléctrica e iluminación pública se han ido incrementado por ciertos factores como crecimiento poblacional, por migraciones hacia la capital, etc.

La inseguridad ciudadana se ha elevado en muchos distritos de la capital a consecuencia de la migración extranjera. Según el observatorio “Lima como vamos” en su décimo informe anual sobre la calidad de vida en Lima y Callao precisa que la inseguridad es uno de los principales problemas que aqueja a las personas de la capital según la encuesta realizada a una parte de la población obteniendo una cifra del 82,2% (el año pasado era un 81,1%) que lo consideran de suma importancia solucionar.

En lo referente a la inseguridad ciudadanía y el alumbrado público la defensoría del pueblo (2018) afirma: “el deficiente alumbrado público propicia la inseguridad ciudadana en la provincia de Chiclayo, también en la seguridad vehicular”.

El incremento del uso de la energía para alimentar sistemas de alumbrados en nuevos edificios o centros comerciales generarían un gasto excesivo en el consumo mensual de energía eléctrica, por ello se busca siempre el uso de la energía se haga racional y eficientemente en todo momento y de la misma manera en el alumbrado público se requiere que la iluminación sea eficiente y barato.

1.2 Justificación del Problema.

1.2.1 Tecnológica:

El uso de luminarias LED ha demostrado ser una excelente alternativa para el ahorro energético, también por su capacidad de alumbrar eficientemente ciertas zonas en específico.

1.2.2 Económica:

El uso de las luminarias LED con bajo consumo energético en comparación con las luminarias convencionales de sodio permitirá obtener un ahorro económico significativo a la empresa distribuidora de la energía eléctrica.

1.3 Delimitación del Proyecto.

1.3.1 Teórico.

El presente proyecto está delimitado en los lineamientos de las normas de alumbrado público vigente para la obtención de los parámetros y resultados.

1.3.2 Temporal.

El periodo de ejecución está dado desde el mes de octubre y su culminación en el mes de noviembre del 2019.

1.3.3 Espacial.

El desarrollo del presente proyecto se ubica entre las avenidas “Revolución” y la avenida “El sol” Villa el Salvador.

1.4 Formulación del Problema.

1.4.1 Problema General.

¿De qué manera el modelamiento de un sistema de alumbrado público con luminarias LED contribuirá el ahorro energético en el caso: Av. El Sol - Villa El Salvador.

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cómo el costo de instalación permitirá el ahorro energético en el caso: Av. El Sol – Villa El Salvador?
- ¿Cómo la selección de luminarias LED contribuirá el ahorro energético en el caso: Av. El Sol – Villa El Salvador?
- ¿De qué manera la selección de materiales contribuirá el ahorro energético en el caso: Av. El Sol – Villa El Salvador?

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General.

Modelar el sistema de alumbrado público con luminarias LED que permita mejorar el factor de ahorro energético en el caso: Av. El Sol “Villa el Salvador”.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Determinar el costo de instalación que permitirá el ahorro energético en el caso: El Sol “Av. Villa el Salvador”.
- Seleccionar el tipo de luminaria LED que contribuirá el ahorro energético en el caso: Av. El Sol “Villa el Salvador”.
- Seleccionar los materiales que contribuirá el ahorro energético en el caso: Av. El Sol “Villa el Salvador”.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes nacionales.

Hurtado R. (2017). *“Análisis técnico – económico para la optimización del sistema de iluminación de la av. mártires 4 de noviembre aplicando luminarias con tecnología LED”*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero mecánico electricista. Perú. En sus conclusiones manifiesta: La disminución por consumo de energía por mes por la implementación de luminaria con tecnología led es 10928.14 kW.h que refleja un ahorro económico por pago de energía mensual la suma de S/. 7134.98 Soles a un costo de 0.6529 soles el kW.h según los precios de Electro Puno que representa el 56% de ahorro en consumo de energía con respecto a la luminaria de vapor de sodio de alta presión de 250 W, el tiempo que se logra recuperar la inversión por la implementación de luminarias con tecnología led de 112 W es de 2,78 años.

Hijar J, (2018). *Análisis, diseño y selección de alternativas de iluminación para alumbrado público con nuevas tecnologías*". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Eléctrico y de Potencia. Perú. En sus conclusiones manifiesta: Las lámparas tipo led al ser de material de silicio en comparación con las de vapor de sodio no presentan el uso del balasto, lo cual lo hace más eficiente. Las luminarias tipo led al ser de menor potencia, no generan elevadas temperaturas a plena carga, en comparación con las luminarias con tecnología convencional, con esto, logramos un mejor uso de la energía y disminución de pérdidas eléctricas por recalentamiento de la lámpara.

2.1.2 Antecedentes internacionales.

Secue J., Páez O., Fonseca J, Muela E. (2018). *“Análisis de Tecnologías y Normatividad de Iluminación Eficiente en Alumbrado Público, OLADE”*, en sus conclusiones manifiesta: Para la ejecución de un proyecto de modernización se recomienda partir de la evaluación del diseño con la infraestructura existente (primera alternativa y la más económica sustitución únicamente de la luminaria) antes de proceder con su ejecución ya que no se debe desconocer que los sistemas de AP han evolucionado a la medida del crecimiento de las ciudades y que en muchos casos no fueron concebidos partiendo de un diseño fotométrico dado que en la mayoría de países no existía normatividad legal aplicable a los sistemas de AP.

Castro G. & Polisguan M (2015). *“Diseño de iluminación con luminaires tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas”*, tesis para optar el título profesional de ingeniero eléctrico de sistema de potencia. Ecuador. En sus conclusiones manifiesta: “Aunque las luminarias tipo LED generan un ahorro de energía, la inversión inicial se recupera a largo plazo, por tal motivo en nuestro entorno aun no es rentable desarrollar proyectos con este tipo de luminarias”.

2.2 Bases teóricas.

2.2.1 Definición de LED.

El término LED es el acrónimo de *Light Emitting Diode*, el cual se trata de un dispositivo semiconductor emisor de luz que posee una longitud de onda bien definida, además de una clara definición de su color, al hacer incidir una corriente eléctrica entre sus extremos. Por estética y por formas de clasificarlo, el lente encapsulado del LED puede tener un color, sin embargo, esto no incide en el color que emite la luz (Gago, 2012, p. 2)

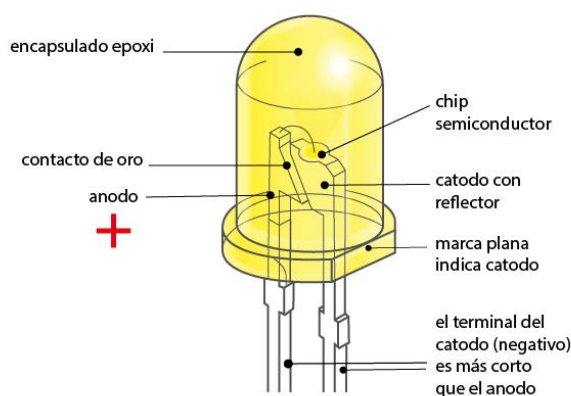


Figura 1. Partes de un LED

Fuente: <http://www.alfalite.com/faq/>

En la actualidad los LEDs con potencias elevadas se están usando para los alumbrados exteriores aplicadas en vías secundarias de baja circulación.

2.2.2 Luminaria LED.

Es un tipo de luminaria que posee internamente la tecnología LED como su fuente de luz y que por sus componentes propios de esta tecnología condicionan su funcionamiento, rendimiento, el tiempo de vida, etc.

Eficacia luminosa: Se trata del resultado de dividir el flujo luminoso total que emite la fuente de luz entre la potencia eléctrica de esta fuente, a lo cual se le debe sumar las pérdidas en equipos auxiliares. Es expresada en lumen por watt (lm/w).

Para calcularla, se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$Eficacia\ luminosa = \frac{flujo\ luminoso\ total\ inicial\ (lm)}{Potencia\ electrica\ (w)}$$

Fórmula 1: Eficacia luminosa

Flujo luminoso de deslumbramiento: Se define como el flujo que se emite parcialmente por una luminaria que entra en el campo visual mediante la cual se pueden observar dos ángulos α y β que producen un nivel más alto de iluminación en comparación con otros puntos, ocasionando molestia, disminución en rendimiento de la visión hasta que los ojos logren acostumbrarse.

Para su cálculo, se utiliza la fórmula que se muestra a continuación:

$$FD = F\beta - F\alpha$$

Fórmula 2: Flujo luminoso

2.2.3 Normas aplicadas a las luminarias LED.

2.2.3.1 NTP-IEC 62722-2-1:2018

En esta norma se especifican los requisitos de desempeño de las luminarias LED, junto con los métodos y condiciones de ensayo requeridos para demostrar la conformidad con esta norma.

Es aplicables a las luminarias LED utilizadas para alumbrado general, se tienen los siguientes ensayos:

Tipo A: Norma IEC 627171. Para luminarias que utilizan módulos LED en los que se ha probado la conformidad.

Tipo B: Norma IEC 62717. Para luminarias que utilizan módulos LED en los que no se ha probado la conformidad -.

Tipo C: Norma IEC 62722-1. Para luminarias que utilizan lámparas LED y que están cubiertas por la norma.

Los requisitos de esta Norma Técnica Peruana están relacionados únicamente con los ensayos de tipo.

2.2.4 Sistemas de iluminación LED.

Son un conjunto de elementos que tiene por finalidad proporcionar cierto grado de visibilidad en una determinada zona o espacio físico para el desarrollo de actividades diarias.

Las características más resaltantes de los sistemas de iluminación LED es que tienen una larga vida útil, que consumen poca energía y que emiten poco calor. Así mismo no contienen metales ni gases perjudiciales para la capa de ozono, por lo tanto, son menos contaminantes que las lámparas que llevan mercurio o sodio.

2.2.5 Alumbrado público.

Se trata de un sistema cuya finalidad primordial es de iluminar un espacio.

La presencia del alumbrado público es de vital importancia no solamente para garantizar que aquellas actividades que se realizan por la noche se ejecuten normalmente como por ejemplo manejar un automóvil, o también para amedrentar los robos y crímenes que se dan en los espacios muy poco iluminados.

2.2.5.1 Tipos de alumbrado público.

Según el tipo de vía, le corresponderá un tipo de alumbrado específico, los cuales se detallarán a continuación:

2.2.5.2 Tipos de alumbrado en vías de tránsito vehicular motorizado.

La empresa concesionaria, solicita la clasificación de la vía a la entidad correspondiente para que se le asigne el tipo de alumbrado según la clasificación, tal como se muestra en la tabla 1. En los casos en que la municipalidad no realice la clasificación, la empresa concesionaria realizará una coordinación con dicha entidad para ellos mismos realizarla según lo establecido en la siguiente tabla, asignando el tipo de alumbrado que se indica. De la misma forma sucede para la asignación en vías regionales y subregionales que cruzan la zona urbana (Osinerg, 2013).

Tabla 1

Tipos de alumbrado según la clasificación vial

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
Expresa	I	Junta zonas de tránsito alto con gran concurrencia.	Es constante el flujo vehicular. Desnivel en los cruces. Velocidad de circulación alta (mayor a 60 km/h).
		Acceso a zonas urbanas por rampas	No están permitidos los paraderos de “transporte público” ni estacionamiento.
Arterial	II	Junta zonas de tránsito alto con media o gran concurrencia.	Velocidad de circulación alta y media (60-30 km/h).
		Acceso a las zonas cercanas por vías auxiliares.	No permite “paraderos sobre la calzada ni estacionamiento”. Considerable volumen de vehículos de transporte público.
Colectora 1		Acceso a vías locales	Vías que cruzan varios distritos. Poseen calzadas auxiliares y principales. Uso de “transporte público”.
Colectora 2	III	Acceso a vías locales	Vías ubicadas entre 1 o 2 distritos. Tienen 1 o 2 calzadas principales pero no tienen calzadas auxiliares. Uso de vehículos de “transporte público”.

Fuente: OSINERG, 2002

Tabla 2

Tipos de alumbrado según la clasificación vial

Tipo de vía	Tipo de alumbrado	Función	Características del tránsito y la vía
			Velocidad máxima de circulación es de 30 km/h.
Local Comercial	III	Son las que permiten que se acceda a locales comerciales	Se puede estacionar. Transporte público no está permitido. Significante flujo peatonal Tienen asfaltadas las calzadas, tienen veredas continuas y poco flujo de motos.
Local Residencial 1	IV	Son las que permiten que se acceda a las viviendas	Tienen asfaltadas las calzadas, no tienen veredas continuas y tienen poco flujo de motos
Local Residencial 2	V	Son las que permiten que se acceda a las viviendas	Vías sin asfaltar. Vías asfaltadas, veredas y con flujo motorizado escaso.
Vías peatonales	V	Son las que permiten que se acceda a las viviendas y propiedades por peatones	Tráfico peatonal principalmente.

Fuente: OSINERG, 2002

Para las vías regionales y subregionales, se tendrá en cuenta sólo el alumbrado para tramos comprendido dentro de la zona urbana.

2.2.6 Estándares de calidad de alumbrado.

Para las instalaciones de alumbrado público es necesario que se cumplan con los mínimos niveles de iluminación para el normal tránsito de motos, personas y lo que se exige para las áreas públicas.

2.2.6.1 Requerimiento para el diseño y la puesta en operación.

Para la realización de instalaciones de alumbrado o para diseñar los sistemas de iluminación debe hacerse uso de la superficie de la calzada, adecuarse a los niveles requeridos de luminancia y a los índices de control de deslumbramiento e iluminancia que se describen en la tabla 2, de acuerdo al tipo de alumbrado que corresponda a la vía (Osinerg, 2013).

Tabla 3

Identificación de calzadas según la superficie.

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

Fuente: OSINERG, 2002

Tabla 4

Niveles de luminancia , iluminancia e índice de control de deslumbramiento.

Tipo de alumbrado	Luminancia media revestimiento seco (cd/m2)	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: OSINERG, 2002

2.2.6.2 Uniformidades de luminancia e iluminancia.

Tanto la luminancia como la iluminancia deben presentar suficiente uniformidad para que pueda observarse cualquier obstáculo sin tener problemas y sin que importe dónde esté ubicada la persona.

Para estos casos, se deben seguir los valores señalados en las tablas 5 y 6.

Tabla 5

Uniformidad de luminancia

Tipo de alumbrado	Uniformidad longitudinal	Uniformidad media
I	0.70	0.40
II	0.65	0.40

Fuente: OSINERG, 2002

Tabla 6

Uniformidad media de iluminancia

Tipo de alumbrado	Uniformidad media
III	0.25 – 0.35
IV , V	0.15

Fuente: OSINERG, 2002

La iluminación de las veredas no deberá ser inferior del 20% de la iluminación media de la calzada. Los valores que se muestran en las tablas 3, 4 y 5 corresponden a la calidad de la misma, los cuales deben pasar por un proceso de verificación antes de que se coloquen en servicio los nuevos sistemas de alumbrado

En el caso de los asentamientos humanos (AA.HH.) que están en cerros y no tienen vías afirmadas o si la carretera tiene desniveles, el control de la calidad considera únicamente la iluminancia media según el tipo de vía que le corresponda. De esta manera, se debe realizar el mejoramiento de vías para que sean aplicables los parámetros que se establecen en la tabla 4.

Las escalas mínimas de alumbrado que se utilizaran para verificar el control de calidad de vías públicas, mediante la aplicación de la NTCSE, son las que se muestra en la Tabla 5.

Para cualquier cambio de color que se da en la calzada, estas deben ajustarse a los parámetros de iluminación vigentes.

2.2.6.3 Norma técnica para el alumbrado público.

Para la instalación de las luminarias de alumbrado público se tendrá en cuenta las siguientes normas:

Luminarias para Alumbrado Público	IEC 60598
Requisitos particulares	IEC 60598-2-3
Requisitos generales y ensayos	IEC 60598-1
Degrees of protection provided by enclosures	IEC 60529

2.2.7 Ahorro energético.

Se refiere a la forma en como empleamos la energía, si lo aprovechamos racionalmente reduciendo el consumo obteniendo los mismo beneficios.

Esto se obtiene por ejemplo cambiando los focos por unos focos ahorradores o con tecnología LED en el mejor de los casos. (Diego, 2019)

2.2.7.1 Eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público con LED'S.

Es la relación entre la superficie iluminada por la iluminancia media entre la potencia activa total.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$$

Fórmula 3: Eficiencia energética

Se tiene:

ε = eficiencia energética de alumbrado exterior (m² .lux/W)

P = potencia activa instalada total(lámparas y equipos auxiliares) (W);

S = superficie iluminada (m²);

Em = iluminancia media en instalación (lux).

$$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \cdot \left[\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right]$$

Fórmula 4: Eficiencia energética

Donde:

ϵ_L : Eficiencia de la lámpara (m² .lux/W)

f_m : Factor de mantenimiento

f_u : Factor de utilización

2.2.8 Software DIALux 4.13.

Para el presente trabajo se usara el software DIALux, el cual es un programa que permite crear proyectos de iluminación de manera profesional.

Es un programa potente para el cálculo de la iluminación que permite crear proyectos de alumbrado incorporando normas nacionales e internacionales.

Con el software DIALux, mediante la instalación de complementos se puede tener acceso a los datos actualizados de las luminarias de muchos fabricantes; el cual mediante catálogos se instalan en el software permitiendo seleccionar diferentes la variedad de productos que ofrecen, generar las simulaciones respectivas y los cálculos de iluminación.

2.3 Definición de términos básicos.

Factor de potencia: Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, en un circuito de corriente alterna.

Intensidad luminosa: Es el flujo luminoso emitido en una dirección sobre una superficie que es percibirle y medible.

Eficacia luminosa: Se define como la relación entre el flujo luminoso total con la potencia eléctrica, más las pérdidas por equipos auxiliares.

Energía eléctrica: Es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas negativas (electrones) que se produce en el interior de un material conductor.

Fuente luminosa: Es aquella fuente que genera radiaciones por el cual el ojo de una persona es capaz de percibirlo.

Nivel de iluminación: Es la cantidad de luz se mide en una superficie plana o el flujo que recae en una superficie con respecto a un área determinada.

Factor de mantenimiento: Mide la relación entre la iluminancia media después de un tiempo continuo de uso y la iluminancia media obtenida al iniciar la operación. Se debe de considerar un valor que no exceda el 0.8 que por lo general es 0.7.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Modelo de solución propuesto.

Mediante el software DIALux se evaluará varios tipos de luminarias, para ello se introducirá ciertos parámetros necesarios para el cálculo y la simulación. Con los resultados obtenidos se podrá seleccionar una luminaria eficiente y de bajo consumo.

3.1.1 Cálculos básicos.

3.1.1.1 Calculo de factor de utilización (n).

$$n_1 = \frac{A_1}{h}$$
$$n_2 = \frac{A_2}{h}$$
$$n = n_1 + n_2$$

Fórmula 5: Factor de utilización.

Donde:

n_1, n_2 : Factor de utilización lado acera y lado calzada.

A_1, A_2 : Anchura de calzada a iluminar lado acera y lado calzada.

3.1.1.2 Calculo del flujo luminoso.

$$\phi = \frac{d \cdot L_m \cdot A}{n \cdot f_m}$$

Fórmula 6: Flujo luminoso.

Donde:

d : Distancia entre vanos.(m)

L_m : Luminancia media sobre la calzada.

A : Anchura de la calzada.

n : Factor de utilización.

f_m : Factor de mantenimiento.

ϕ : Flujo luminoso.(lm)

3.1.1.3 Método de los nueve puntos.

Para hallar la iluminancia media la calzada se segmenta en nueve sectores junto con otros tantos puntos.

$$E_m = \frac{E_1 \cdot S_1 + E_2 \cdot S_2 + \dots + E_9 \cdot S_9}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_9}$$

Fórmula 7: Iluminancia media.

3.1.1.4 Coeficiente de uniformidad.

Coeficiente global de uniformidad.

$$U_o = \frac{L_{min}}{L_m}$$

Fórmula 8: Coeficiente de uniformidad.

Coeficiente longitudinal de uniformidad.

$$U_L = \frac{L_{min}}{L_{max}}$$

Fórmula 8: Coeficiente longitudinal de uniformidad.

3.1.2 Cálculos preliminares.

3.1.2.1 Luminaria de vapor de sodio.

a) Cálculo del factor de utilización.

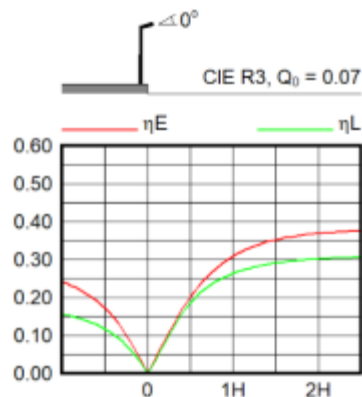


Figura 2. Curva de factor de utilización.

Fuente: Philips 2018.

$$m_1 = \frac{A_1}{h} = \frac{5.0}{10.5} = 0.42$$

$$\rightarrow n_1 = 0.26$$

$$m_2 = \frac{A_2}{h} = \frac{2.2}{10.5} = 0.21$$

$$\rightarrow n_2 = 0.08$$

$$n = n_1 + n_2 = 0.26 + 0.11$$

$$n = 0.37$$

b) Cálculo de la distancia entre mástiles.

$$D = \frac{\phi \cdot n \cdot Q_0 \cdot f_m}{L_m \cdot A}$$

$$D = \frac{17500 \times 0.37 \times 0.07 \times 0.62}{1.06 \times 10.5}$$

$$D = 25m$$

→ Se obtiene una distancia de 25 metros.

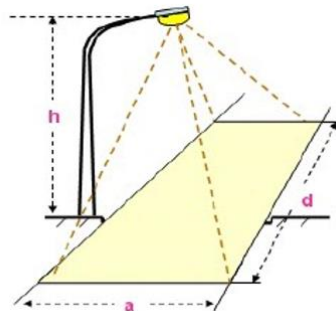


Figura 3. Área de iluminación

Fuente: <http://co.dumalux.com/index.php/noticias/97-alumbrado-publico-led-debes-saber>

3.1.2.2 Luminaria LED.

a) Cálculo del factor de utilización.

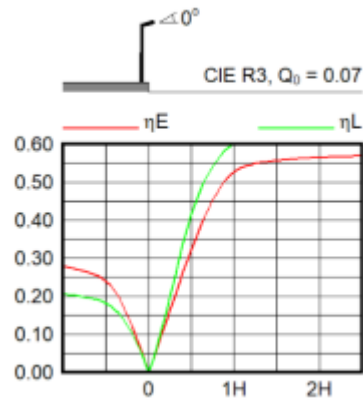


Figura 4. Curva de factor de utilización

Fuente: Philips 2018

$$m_1 = \frac{A_1}{h} = \frac{8.6}{10.5} = 0.64 \rightarrow n_1 = 0.29$$

$$m_2 = \frac{A_2}{h} = \frac{6.2}{10.5} = 0.60 \rightarrow n_2 = 0.24$$

$$n = n_1 + n_2 = 0.29 + 0.24$$

$$n = 0.53$$

b) Cálculo de la distancia entre mástiles.

$$D = \frac{\Phi \cdot n \cdot Q_0 \cdot f_m}{L_m \cdot A}$$

$$D = \frac{12000 \times 0.07 \times 0.62}{1.06 \times 10.5}$$

$$D = 25m$$

Se obtiene una distancia aproximada de 25 metros también.

3.1.3 Parámetros y resultados del software DIALux.

Para el tipo de alumbrado se considerará según las siguientes especificaciones:

- ✓ Tipo de via: Via colectora.
- ✓ Tipo: III(acceso a vias locales).
- ✓ Superficie: revestimiento de concreto.

Para la clase de iluminacion se tendra lo siguiente:

- ✓ ME4B(para la pista).
- ✓ CE4a (para el camino peatonal).

Para el calculo con el software DIALux se considero los siguientes parametros:

- ✓ Distancia entres mastiles: 25m.
- ✓ Altura de punto de luz: 10.4
- ✓ Altura de montaje: 10.5
- ✓ Longitud de brazo: 0.55
- ✓ Saliente sobre la calzada: 0.65

Para el desarrollo y simulacion de alumbrado se evaluo dos casos con luminarias LEDs y un caso con luminaria de vapor de sodio.

3.1.3.1 Luminaria LED 1.

Tabla 7
Luminaria LED Philips BGP625

PHILIPS BGP625 T25 1 xLED130-4S/740 DM32	
Flujo luminoso (Luminaria)	11960 lm
Flujo luminoso (Lámparas)	13000 lm
Potencia de las luminarias	76.0 W
Clasificación luminarias según CIE	100
Código CIE Flux	1 x LED130-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

Fuente: Catalogo de luminarias Philips 2019.

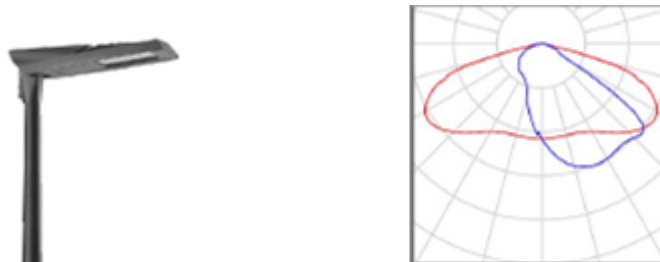


Figura 5. Luminaria Philips BGP625 T25

Luminaria:	PHILIPS BGP625 T25 1xLED130-4S/740 DM32		
Flujo luminoso (Luminaria):	11960 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica	
Flujo luminoso (Lámparas):	13000lm	con 70°:	548 cd/klm
Potencia de las luminarias:	76.0 W	con 80°:	322 cd/klm
Organización:	bilateral frente a frente	con 90°:	9.41 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales.	
Altura de montaje (1):	9.500 m		
Altura del punto de luz:	9.383 m		
Saliente sobre la calzada (2):	0.650 m		
Longitud del brazo (4):	0.550 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.3	
Inclinación del brazo (3):	12.0 °		

Para los cálculos posteriores se dividió en 5 segmentos de evaluación que se puede apreciar en el anexo 1.

Los cálculos de iluminación obtenidos se detallarán a continuación:

Tabla 8
Evaluación de calzada 1

Longitud	30.000 m
Ancho	6.000 m
Trama	10 x 6 Puntos
Revestimiento	R3, q0: 0.070
Clase de iluminación elegida	ME4a (Cumple con los requerimientos)

Valores reales según cálculo	$L_m [cd/m^2]$	U0	UI	TI[%]	SR
Valores de consigna según clase	1.22	0.64	0.92	7	0.78
Cumplió	≥ 0.75 √	≥ 0.40 √	≥ 0.60 √	≤ 15 √	≥ 0.50 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 9
Evaluación de camino peatonal 1

Longitud	30.000 m				
Ancho	6.000 m				
Trama	10 x 6 Puntos				
Revestimiento	R3, q0: 0.070				
Clase de iluminación elegida	ME4a (Cumple con los requerimientos)				
Valores reales según cálculo	$L_m [cd/m^2]$	U0	UI	TI[%]	SR
Valores según clase	1.22	0.64	0.92	7	0.78
Cumplió	≥ 0.75 √	≥ 0.40 √	≥ 0.60 √	≤ 15 √	≥ 0.50 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 10
Evaluación de calzada 2

Longitud	30.000 m	
Ancho	6.000 m	
Trama	10 x 6 Puntos	
Revestimiento	R3, q0: 0.070	
Clase de iluminación elegida	ME4a (Cumple con los requerimientos)	
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores según clase	1.22	0.64
Cumplió	≥ 0.75 X	≥ 0.40 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 11
Evaluación de camino peatonal 2

Longitud	30.000 m	
Ancho	2.000 m	
Trama	10 x 3 Puntos	
Clase de iluminación elegida	CE5 (Cumple con requerimientos)	
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores según clase	7.84	0.58
Cumplió	≥ 0.75	≥ 0.40
	√	√

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 12
Evaluación de Arcén central 1

Longitud	30.000 m	
Ancho	16.000 m	
Trama	10 x 11 Puntos	
Clase de iluminación elegida	CE5 (Cumple con requerimientos)	
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores según clase	22.68	0.91
Cumplió	≥ 0.75	≥ 0.40
	√	√

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Como puede observarse en tabla 10 de evaluación no cumple con lo requerido en la luminancia media puesto que el valor obtenido debería ser mayor a 10 lx.

3.1.3.2 Luminaria LED 2.

Tabla 13

Luminaria LED Philips BGS214

PHILIPS BGS214 T25 1 xLED120-4S/830 DN10	
Flujo luminoso (Luminaria)	10560 lm
Flujo luminoso (Lámparas)	12000 lm
Potencia de las luminarias	90.0 W
Clasificación luminarias según CIE	100
Código CIE Flux	1 x LED120-4S/830 (Factor de corrección 1.000).

Fuente: Catalogo de luminarias Philips 2019.

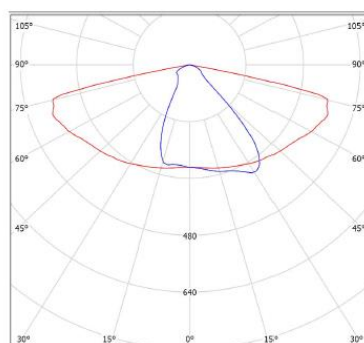


Figura 6. Luminaria Philips BGS214 T25.

Luminaria:	PHILIPS BGS214 T25 1xLED-120-4S/830 DN10	
Flujo luminoso (Luminaria):	10560 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	120000lm	con 70°: 548 cd/klm
Potencia de las luminarias:	90.0 W	con 80°: 322 cd/klm
Organización:	bilateral frente a frente	con 90°: 9.41 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales.
Altura de montaje (1):	9.500 m	
Altura del punto de luz:	9.402 m	
Saliente sobre la calzada (2):	0.650 m	
Longitud del brazo (4):	0.550 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.3
Inclinación del brazo (3):	12.0 °	

Para los cálculos posteriores se dividió en 5 segmentos de evaluación, de los cuales se hizo la simulación con el software DIALux, se muestra los detalles en el anexo 8.

Los cálculos obtenidos se detallarán a continuación:

Tabla 14
Tabla de evaluación de calzada 1

Longitud	30.000 m				
Ancho	6.000 m				
Trama	10 x 6 Puntos				
Revestimiento	R3, q0: 0.070				
Clase de iluminación elegida	ME4a (Cumple con requerimientos)				
Valores reales según cálculo	$L_m [cd/m^2]$	U0	UI	TI[%]	SR
Valores según clase	1.56	0.68	0.92	8	0.66
Cumplió	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
	√	√	√	√	√

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 15
Evaluación de camino peatonal 1

Longitud	30.000 m				
Ancho	6.000 m				
Trama	10 x 3 Puntos				
Revestimiento	R3, q0: 0.070				
Clase de iluminación elegida	CE5 (Cumple con requerimientos.)				
Valores reales según cálculo	$L_m [cd/m^2]$	U0	UI	TI[%]	SR
Valores según clase	1.56	0.68	0.92	8	0.66
Cumplió	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
	√	√	√	√	√

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 16
Evaluación de calzada 2

Longitud	30.000 m	
Ancho	6.000 m	
Trama	10 x 6 Puntos	
Revestimiento	R3, q0: 0.070	
Clase de iluminación elegida	ME4a (Cumple con requerimientos)	
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores según clase	13.24	0.43
Cumplió	≥ 10.00 √	≥ 0.40 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 17
Evaluación de camino peatonal 2

Longitud	30.000 m	
Ancho	2.000 m	
Trama	10 x 3 Puntos	
Clase de iluminación elegida	CE5 (Cumple con los requerimientos)	
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores según clase	13.24	0.43
Cumplió	≥ 7.50 √	≥ 0.40 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 18
Evaluación de Arcén central 1

Longitud	30.000 m	
Ancho	16.000 m	
Trama	10 x 11 Puntos	

Clase de iluminación elegida	CE5 (Cumple con los requerimientos)	
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores según clase	15.39	0.71
Cumplió	≥ 7.50 √	≥ 0.40 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

3.1.3.3 Luminaria de vapor de sodio.

Tabla 19

Luminaria de vapor de sodio Philips SGS102

PHILIPS SGS102 FG 1xSON-TPP150W TP P5	
Flujo luminoso (Luminaria)	11375 lm
Flujo luminoso (Lámparas)	17500 lm
Potencia de las luminarias	169.0 W
Clasificación luminarias según CIE	100
Código CIE Flux	1 x SON-TPP150W (Factor de corrección 1.000).

Fuente: Catalogo de luminarias Philips 2019.

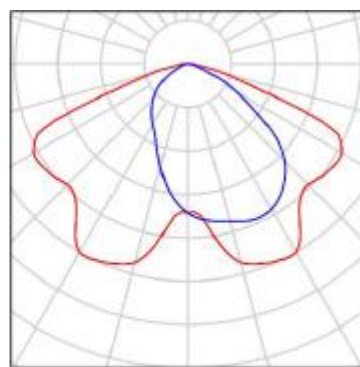


Figura 7. Luminaria Philips SGS102 FG

Luminaria:	PHILIPS SGS102 FG 1 x SON -TPP 150W TP PS		
Flujo luminoso (Luminaria):	11375 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica	
Flujo luminoso (Lámparas):	17500lm	con 70°:	224 cd/klm
Potencia de las luminarias:	169.0 W	con 80°:	88 cd/klm
Organización:	bilateral frente a frente	con 90°:	7.24 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).	
Altura de montaje (1):	9.500 m		
Altura del punto de luz:	10.300 m		
Saliente sobre la calzada (2):	0.650 m	La disposición cumple el I índice de deslumbramiento D.3	
Longitud del brazo (4):	0.550 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3	
Inclinación del brazo (3):	13.0 °		

De lo misma manera que con el LED, Para los cálculos posteriores se dividió en 5 segmentos de evaluación, de los cuales se hizo la simulación con el software DIALux, se muestra los detalles en el anexo 15.

Los calculos obtenidos se detallaran a continuacion:

Tabla 20
Evaluación de cazada 1

Longitud	30.000 m				
Ancho	6.000 m				
Trama	10 x 6 Puntos				
Revestimiento	R3, q0: 0.070				
Clase de iluminación elegida	ME4a (Cumple con los requerimientos)				
Valores reales según cálculo	$L_m [cd/m^2]$	U0	UI	TI[%]	SR

Valores de consigna según clase	1.06	0.76	0.79	4	0.78
Cumplió	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
	√	√	√	√	√

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 21
Evaluación de camino peatonal 1

Longitud	30.000 m				
Anchura	2.000 m				
Trama	10 x 3 Puntos				
Revestimiento	R3, q0: 0.070				
Clase de iluminación seleccionada	CE5 (Cumple con los requerimientos)				
Valores reales según cálculo	$L_m [cd/m^2]$	U0	UI	TI[%]	SR
Valores de consigna según clase	1.06	0.76	0.79	4	0.78
Cumplió	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15	≥ 0.50
	√	√	√	√	√

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 22
Evaluación de calzada 2

Longitud	30.000 m	
Anchura	6.000 m	
Trama	10 x 6 Puntos	
Revestimiento	R3, q0: 0.070	
Clase de iluminación seleccionada	ME4a (Cumple con los requerimientos)	
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores de consigna según clase	12.82	0.71
Cumplió	≥ 10.00	≥ 0.40
	√	√

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 23
Evaluación de camino peatonal 2

Longitud		30.000 m
Anchura		2.000 m
Trama		10 x 3 Puntos
Clase de iluminación seleccionada		CE5 (Cumple con los requerimientos)
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores de consigna según clase	12.82	0.71
Cumplió	≥ 10.00 √	≥ 0.40 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

Tabla 24
Evaluación de Arcén central 1

Longitud		30.000 m
Anchura		16.000 m
Trama		10 x 11 Puntos
Clase de iluminación elegida		CE5 (Cumple con los requerimientos)
Valores reales según cálculo	$E_m [lx]$	U0
Valores según clase	15.94	0.77
Cumplió	≥ 7.50 √	≥ 0.40 √

Fuente: Software DIALux 4.13, 2019.

3.2 Resultados.

Para saber cuánto es el consumo energético de un foco LED en contraste con un foco de vapor de sodio se hizo la siguiente comparativa, considerando una muestra de 50 luminarias.

Tabla 25.
Consumo energético de 1 luminaria LED y 1 luminaria de vapor de sodio.

LUMINARIA LED					LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO			
	POTENCIA kW	HORAS	FDP	CONSUMO kW.h	POTENCIA kW	H/D	FDP	CONSUMO kW.h
1DIA	0.169	12	0.7	1.4196	0.09	12	0.96	1.0368
1 MES	0.169	360	0.7	42.588	0.09	360	0.96	31.104
1 AÑO	0.169	4320	0.7	511.056	0.09	4320	0.96	373.248

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26.
Consumo energético de 50 luminarias LED y 50 luminarias de vapor de sodio.

LUMINARIA LED					LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO			
	POTENCIA kW	HORAS	FDP	CONSUMO kW.h	POTENCIA kW	H/D	FDP	CONSUMO kW.h
1DIA	0.169	600	0.78	79.092	0.09	600	0.96	51.84
1 MES	0.169	18000	0.78	2372.76	0.09	18000	0.96	1555.2
1 AÑO	0.169	216000	0.78	28473.12	0.09	216000	0.96	18662.4

Fuente: Elaboración propia

CONSUMO ENERGÉTICO PARA 1 LUMINARIA.

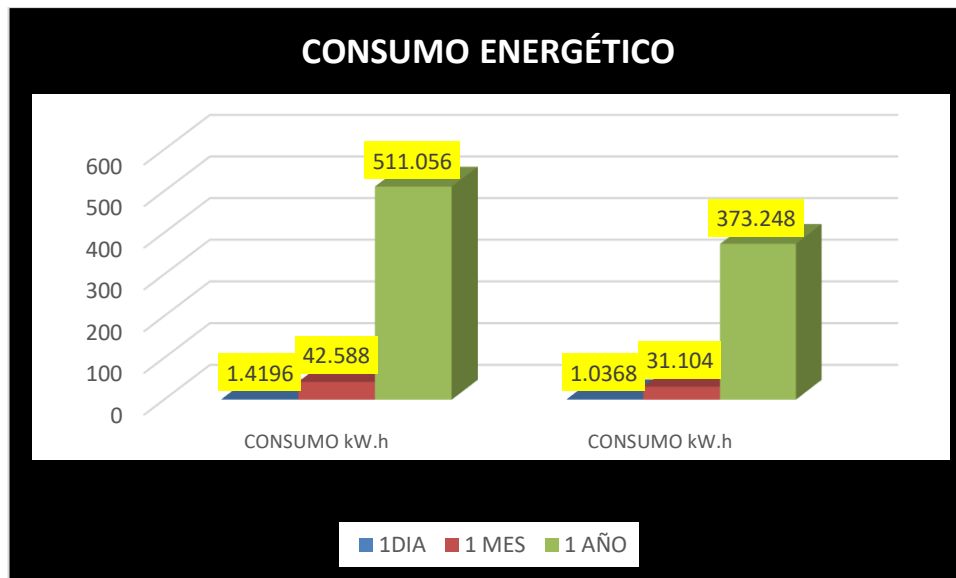


Figura 8. Consumo energético (1 luminaria)

La luminaria de vapor de sodio tiene un consumo de 511.056 kw.h en un año con 12 horas a pleno funcionamiento durante la noche, mientras la luminaria LED presenta un consumo de 373.056 kW.h lo cual representa un ahorro de 137.808 kW.h, considerando 1 luminaria para ambos casos.

La variación energética es más notorio cuando se evalúa el consumo para 1 año, ya que en un día el consumo la variación no es tan notorio.

CONSUMO ENERGÉTICO PARA 50 LUMINARIAS.

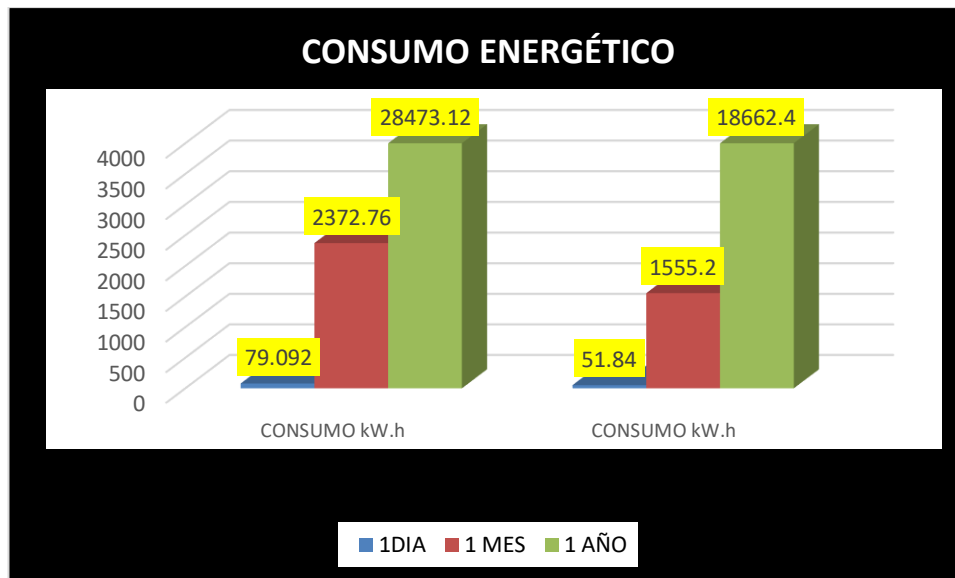


Figura 9. Consumo energético (50 luminarias)

La luminaria de vapor de sodio tiene un consumo de 28473.12kW.h en un año con 12 horas a pleno funcionamiento durante la noche, mientras la luminaria LED presenta un consumo de 18662.4 kW.h lo cual representa un ahorro de 9810.72 kW.h, considerando 50 luminarias para ambos casos.

Se puede observar un ahorro en el consumo energético lo cual genera un ahorro monetario, también las luminarias LED se caracterizan por tener un tiempo de vida elevado aproximadamente 11 años generando un ahorro monetario en todo el tiempo de vida con un bajo costo por mantenimiento.

Las dos luminarias tienen un flujo de 12000 lm, lo cual permite saber cuál de las dos luminarias es la mejor en el aspecto de la iluminación, la potencia que consume cada luminaria difieren ya que una cuenta con una tecnología diferente a la otra que condiciona su funcionamiento y su consumo energético.

ANÁLISIS DE COSTOS

Tabla 27

Costo de instalación de una luminaria.

COSTO DE INSTALACIÓN					
Actividad	Cantidad	Unidad	Precio unitario(S/)		Total (sin IGV)
Instalación de conductor solido TWT 450/750v	1.50	UN	S/	0.92	S/ 1.38
Instalación de pastoral simple	1.00	UN	S/	57.55	S/ 57.55
Alquiler de grúa	1.50	HR/DIA	S/	123.00	S/ 184.50
				Total (S/)	243.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Personal operativo.

PERSONAL OPERATIVO					
Personal	Cantidad	H/D	%Rendimiento	H/D real	H/D real total
Capataz	1	8	80%	6.40	6.40
Operario	1	8	80%	6.40	6.40
Ayudante	2	8	80%	6.40	12.80
TOTAL HORAS					25.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29

Material para la instalación.

Material	Cantidad	Unidad	Precio unitario(S/)	Total (sin IGV)
Pastoral AC.SAE 1009 - SAE 1010	1.00	UN	S/ 50.20	S/ 50.20
Luminaria Philips BGS214 T25 DC	1.00	UN	S/ 320.00	S/ 320.00
Abrazadera acero galv.simple 3/16" x 1 1/2"	2.00	UN	S/ 10.50	S/ 21.00
Conector cuña.tp.miniw.cu.70/1.5-6mm2	2.00	UN	S/ 6.70	S/ 13.40
TOTAL (S/)				404.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Presupuesto para una lámpara.

PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN				
	Costo total	Total/H	N° Luminarias/Día	Total (sin IGV)
Total luminarias	S/ 648.03	8.00	15.00	S/ 9 720.45
			TOTAL (S/)	9 720.45

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Presupuesto total

	Costo total	N° días	N° Luminarias totales	Total (sin IGV)
Total luminarias	S/ 9 720.45	4.00	50.00	S/ 32 077.49
		Total (S/) sin IGV	S/ 32 077.49	
		IGV 18%	S/ 5 773.95	
		Subtotal	S/ 37 851.43	

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES.

Se pudo demostrar que las luminarias con tecnología LED presentan un mejor desempeño en cuanto a la iluminación en la vía pública, ya que con para un mismo nivel de lúmenes estas luminarias consumen menos energía que las convencionales.

Mediante la simulación con el software DIALux se pudo determinar que la luminaria Philips de 90W es una buena opción ya que proporciona mayor iluminación que la luminaria de vapor de sodio de 150W por un menor costo.

Las luminarias LED tienen un tiempo de vida mucho mayor que las luminarias convencionales ya que además de no calentarse tan fácilmente brindan mayor comodidad visual a las personas, pues la luz es más clara y comfortable.

El costo de instalación de 50 luminarias LED es de 37 851.43, el cual solo se está considerando para la instalación de nuevas luminarias sin contar con cambio de postes en mal estado.

RECOMENDACIONES.

Para la instalación de las luminarias LED se requiere realizar un estudio previo para determinar si en el lugar donde se hará el reemplazo de las luminarias, es necesario hacer un cambio en la infraestructura de los postes existentes por la antigüedad que puedan tener.

Se debe de contar con personal capacitado, seguir todos los protocolos de seguridad y los procedimientos vigentes normados para que la ejecución sea segura y de calidad.

Una vez que se ejecute la sustitución de las luminarias es necesario verificar el correcto funcionamiento y revisar que los equipos no sean dañados ni sustraídos.

Se debe de programar una corte de servicio en la red aérea de AP para poder ejecutar las actividades sin ningún riesgo.

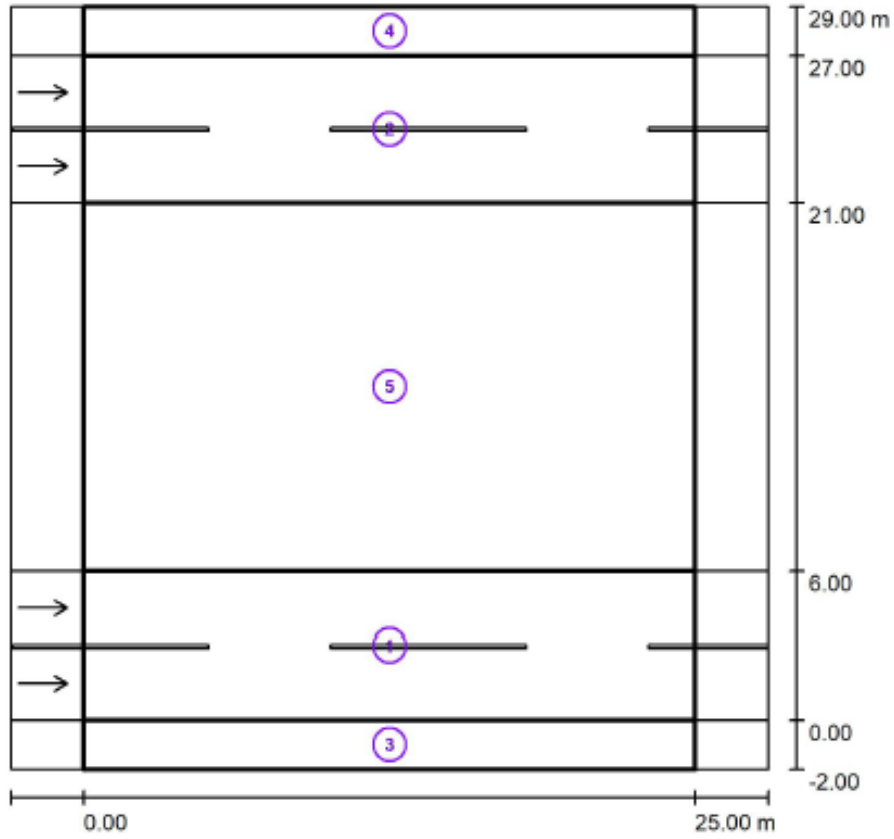
BIBLIOGRAFÍA

- Currarino, A. (16 de Noviembre de 2019). Vamos mal. *El comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/opinion/editorial/editorial-vamos-mal-noticia/>
- Castro Huaman, M., & Posligua Murillo, N. (2015). *Diseño de iluminación con luminaires tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas* (Tesis de pregrado). Universidad politécnica Selesiana, Guayaquil, Ecuador.
- CIP. (2018). *Eficiencia energetica Alumbrado LED*. Recuperado de http://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/2.-Eficiencia_energetica_LED.pdf
- Defensoria del pueblo. (2019). *Deficiente alumbrado público propicia inseguridad ciudadana*. Recuperado de <https://www.defensoria.gob.pe/alumbrado-publico-propicia-inseguridad-ciudadana/>
- Diego, C. (03 de Noviembre de 2019). *Ahorro energetico*. Recuperado de <https://www.economiasimple.net/glosario/ahorro-energetico>
- Energia y sociedad. (2019). *Manual de la energia*. Recuperado de <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-que-es-la-eficiencia-energetica/>
- Gago, A., & Fraile, J. (2012). *Iluminacion con tecnologia LED*. Madrid, España: Paraninfo.
- Garcia Fernandez, J. (12 de Noviembre de 2019). *Alumbrado de vias publicas*. Recuperado de https://recursos.citcea.upc.edu/llum/exterio/vias_p.html

- Hurtado Rodrigo, J. (2017). *Análisis técnico – económico para la optimización del sistema de iluminación de la av. mártires 4 de noviembre aplicando luminarias con tecnología LED* (Tesis de pregrado). Universidad nacional del altiplano, Puno, Perú.
- Labán Hajar, J. H. (2018). *Analisis, diseño y seleccion de alternativas de iluminacion para alumbrado público con nuevas tencnologias* (Tesis de pregrado). Universidad tecnológica del Perú, Lima, Perú.
- OLADE. (2018). *Análisis de tecnologías y normatividad de iluminacion eficiente en alumbrado público*. Recuperado de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0411.pdf>
- Osinerg. (2013). *Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”*. Recuperado de <http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/8.Normatecnicaalumbrado.pdf>
- Paz , Ó. (11 de Noviembre de 2019). Migración y delincuencia, un debate que se abre por inseguridad en las calles. *El Comercio*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/lima/policiales/migracion-delincuencia-debate-abre-inseguridad-calles-noticia-ecpm-639572-noticia/>
- Secretaria de comunicaciones y transporte. (2019). *Manual de iluminacion vial*. Recuperado de http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_iluminacion/Manual_de_Iluminacion_Vial_2015.pdf
- Ucha, F. (12 de Noviembre de 2019). *Definición ABC*. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/general/alumbrado.php>

ANEXOS

Anexo 1.



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:288

Figura 10. Resultados luminotécnicos.

Anexo 2.



Figura 11. Av. El Sol/ procesado en 3D.

Anexo 3.

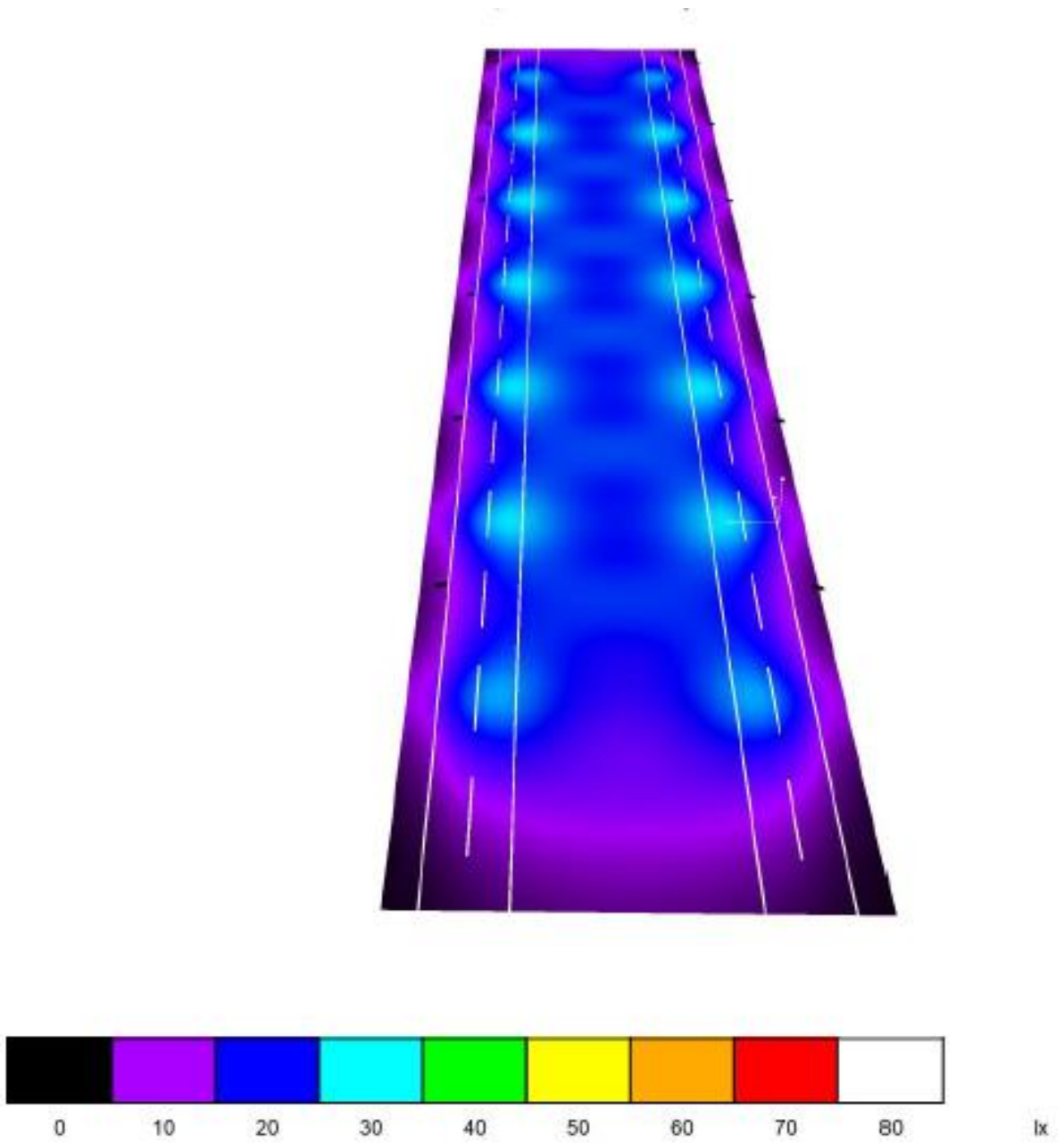
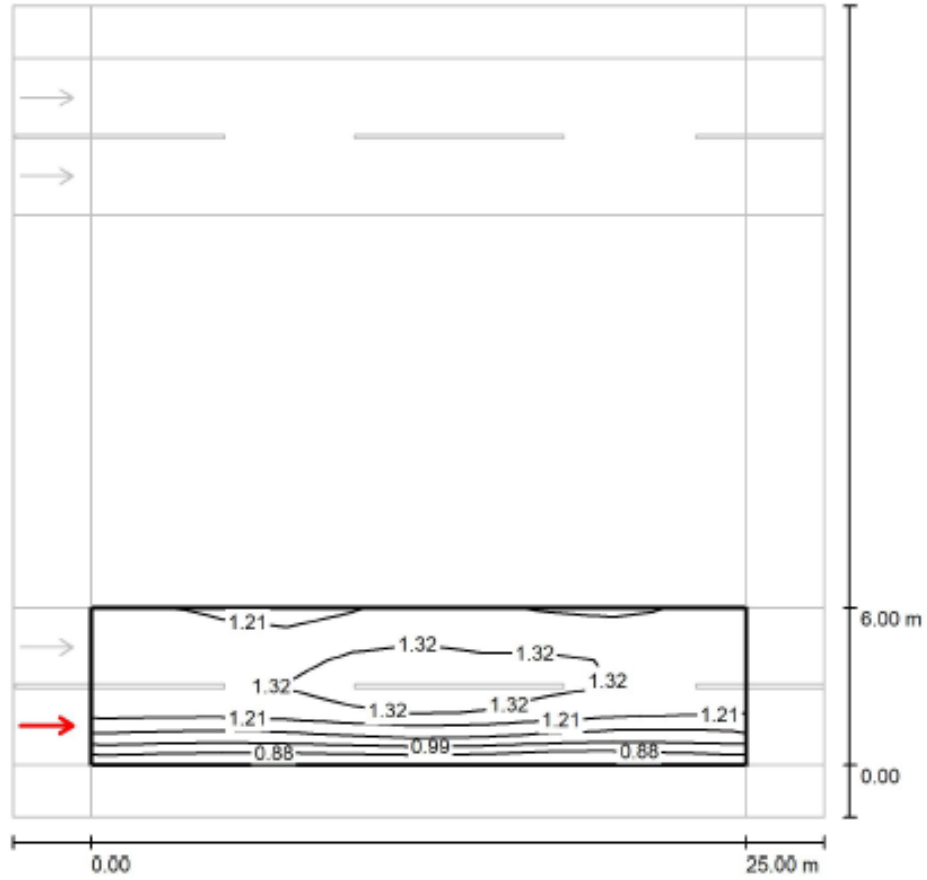


Figura 12. Av. El Sol/ procesado de colores falsos.

Anexo 4.



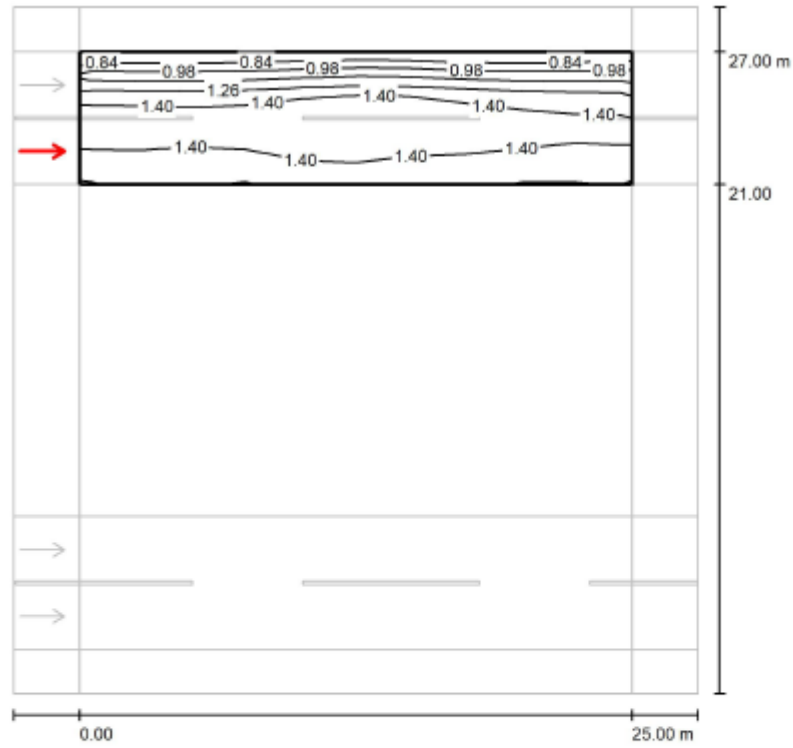
Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.22	0.71	0.92	5
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 13. Cuadro de evaluación pista 1 / Observador 1/ Isolíneas (L)

Anexo 6.



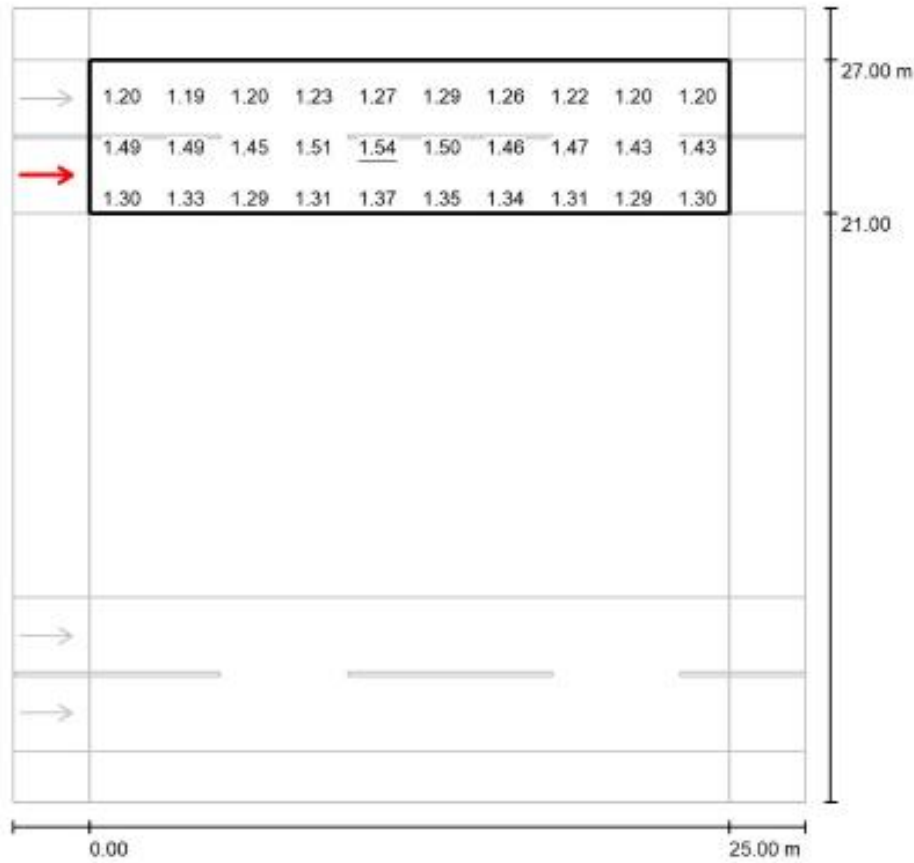
Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 22.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.29	0.64	0.93	7
Valores de consigna según clase ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 15. Recuadro de evaluación calzada 2 / Observador 3 / Isolíneas (L)

Anexo 7.



Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

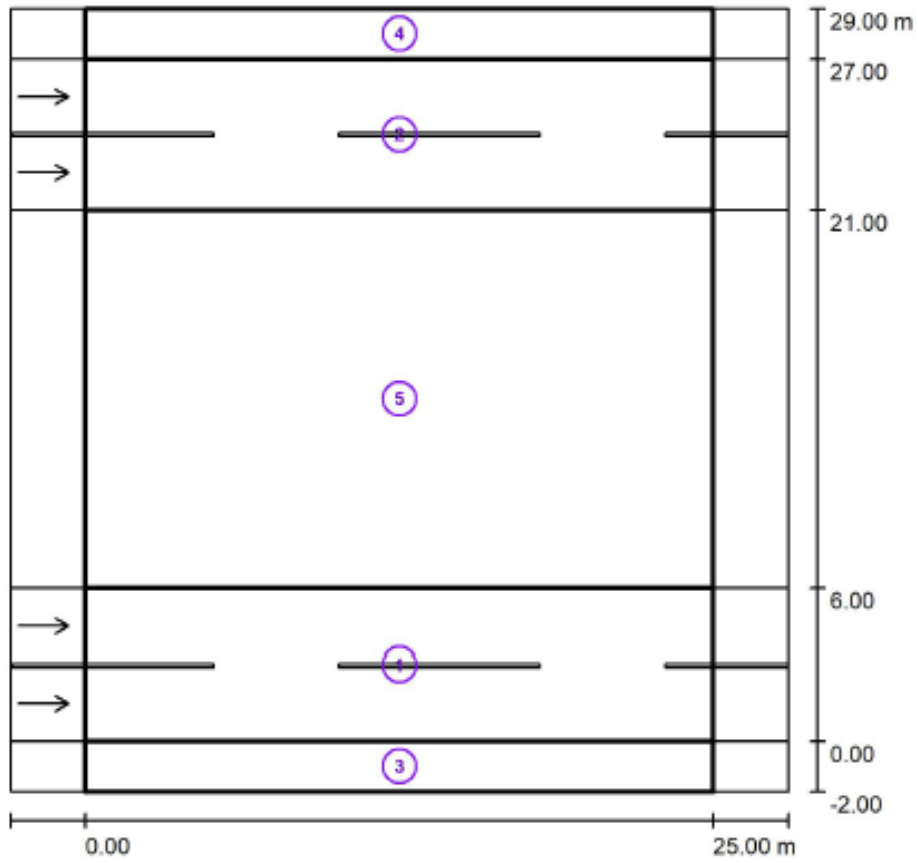
No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-80.000 m, 22.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.29	0.64	0.93	7
Valores de consigna según clase ME4b:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.50	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 16. Recuadro de evaluación calzada 2 / Observador 3/ Gráfico de valores (L).

Anexo 8.



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:288

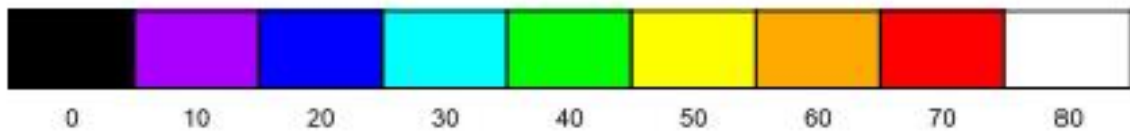
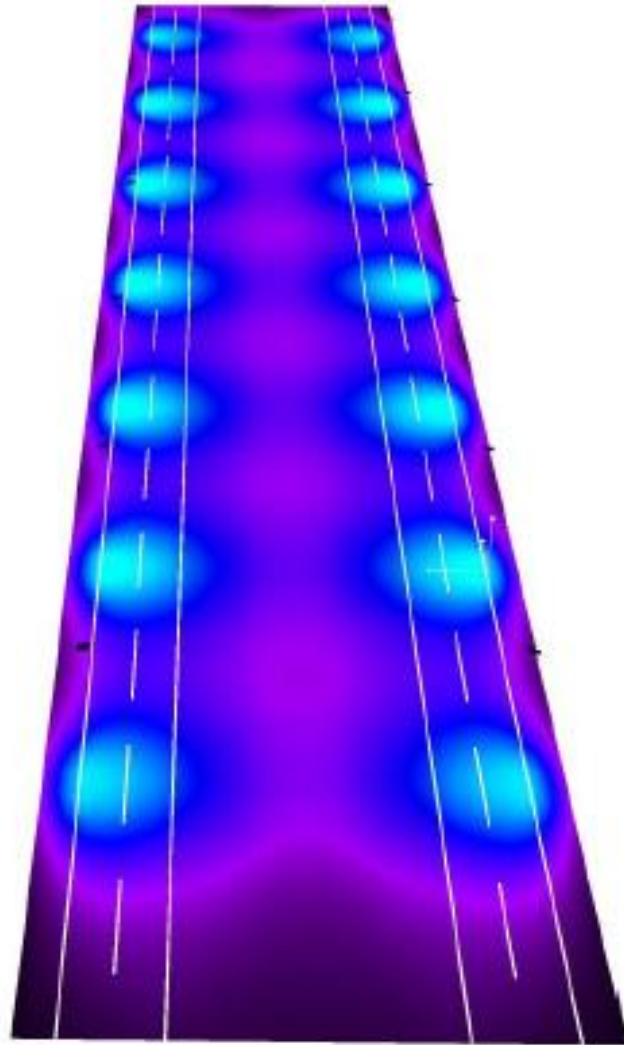
Figura 17. Av. El Sol /Resultados luminotécnicos.

Anexo 9.



Figura 18. Av. El Sol / Procesado en 3D.

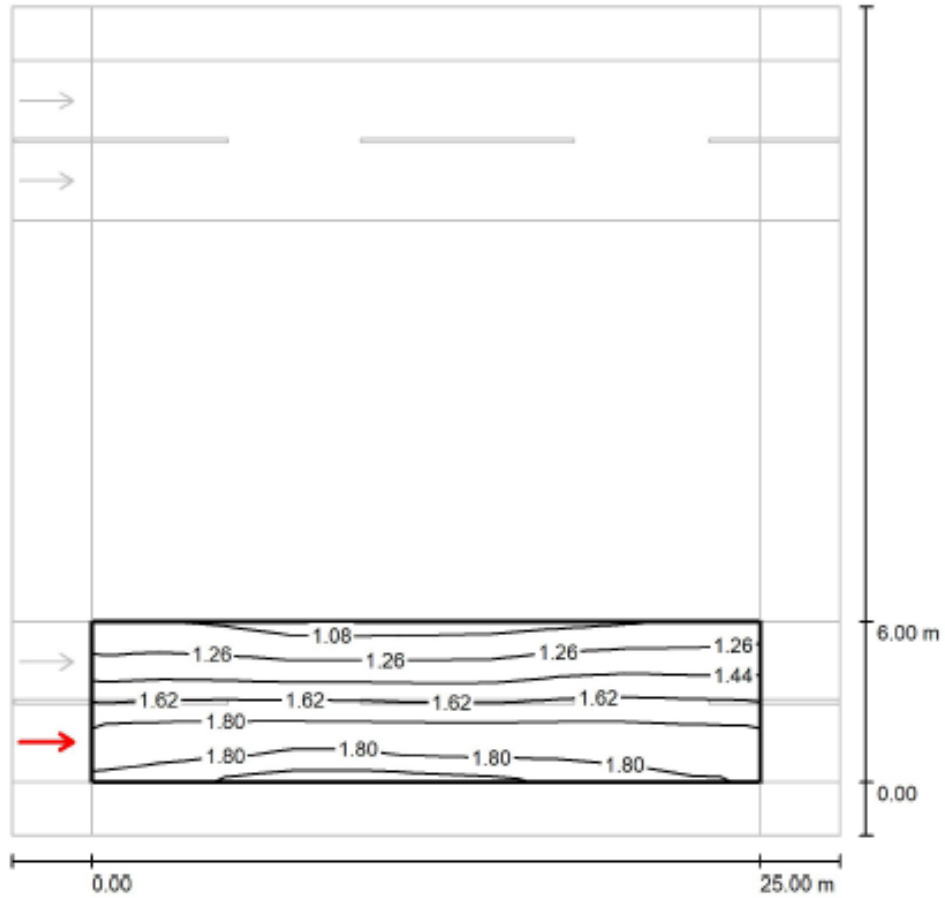
Anexo 10.



ix

Figura 19. Av. El Sol / Procesado de colores falsos.

Anexo 11.



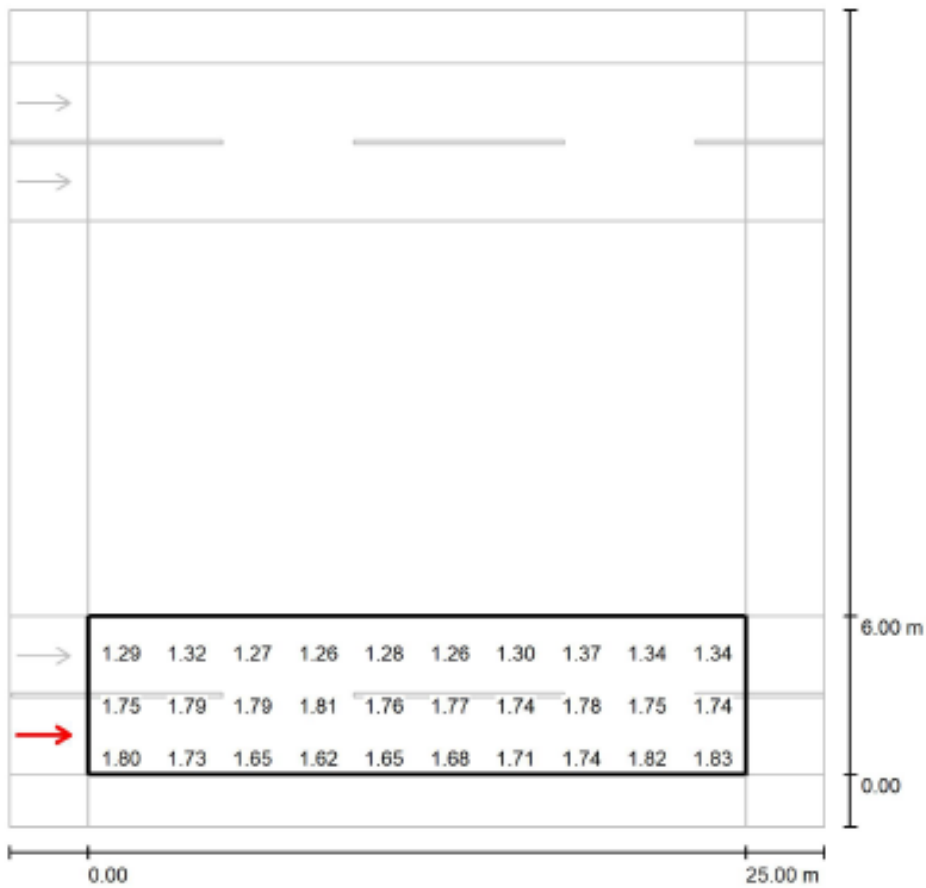
Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	Tl [%]
Valores reales según cálculo:	1.56	0.68	0.97	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 20. Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L).

Anexo 12.



Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos

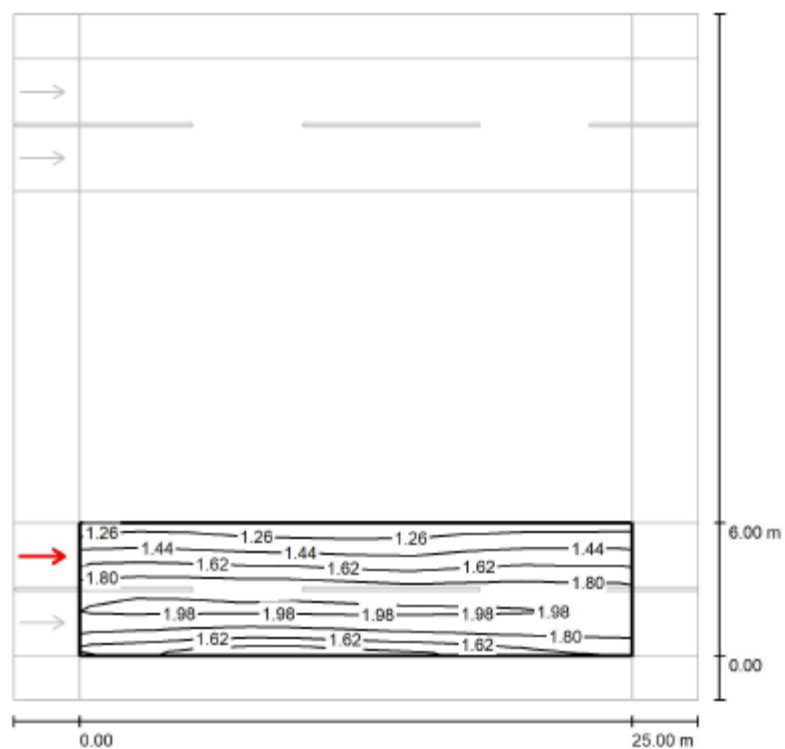
Posición del observador: (-80.000 m, 1.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	Tl [%]
Valores reales según cálculo:	1.58	0.68	0.97	7
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.80	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Figura 21. Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 1 / Gráfico de valores (L).

Anexo 13.



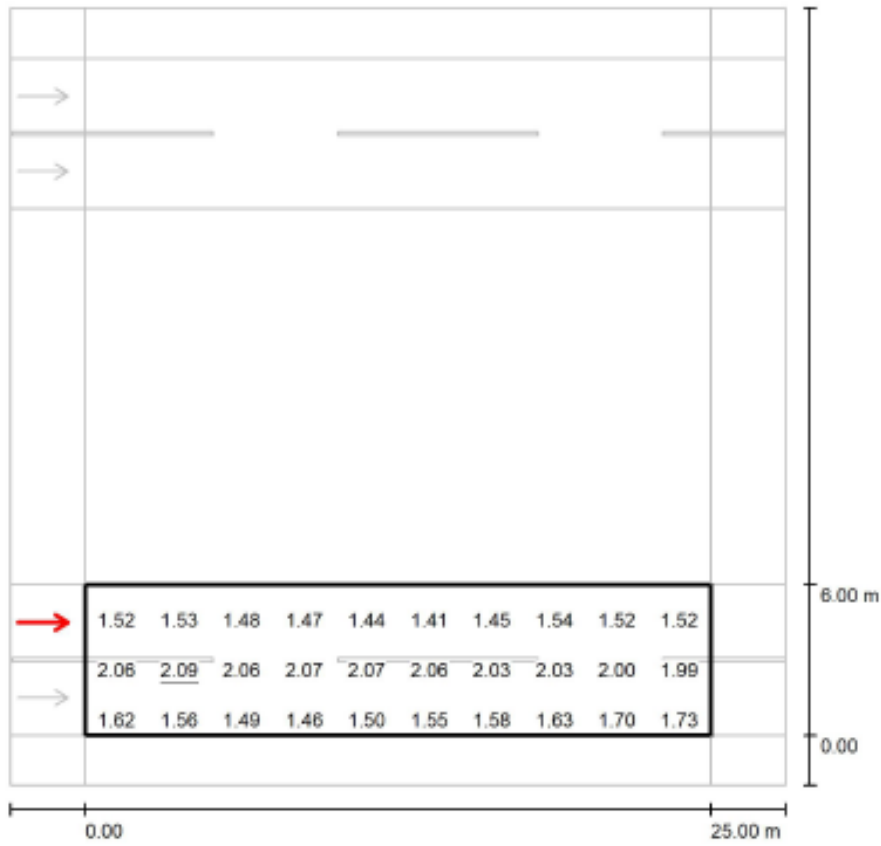
Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.69	0.71	0.92	8
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Figura 22. Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 2 / Isolineas(L).

Anexo 14.



Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

No pudieron representarse todos los valores calculados.

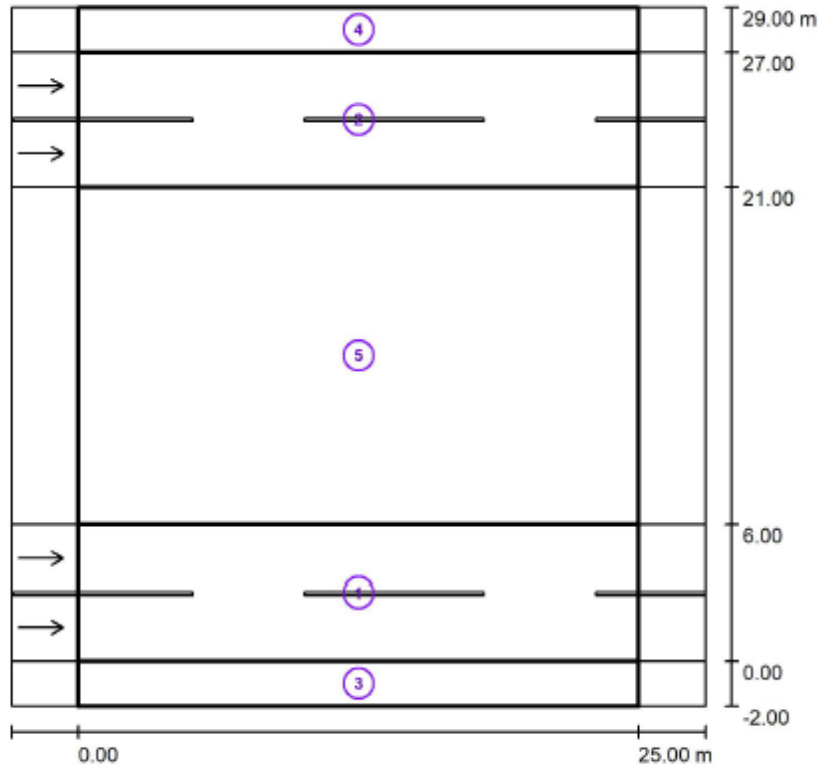
Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-80.000 m, 4.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	Tl [%]
Valores reales según cálculo:	1.69	0.71	0.92	8
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 23. Av. El Sol / Recuadro de evaluación de calzada 1 / Observador 2 / Gráfico de Valores (L).

LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO

Anexo 15.



Factor mantenimiento: 0.70

Escala 1:288

Figura 24. Resultados luminotécnicos.

Anexo 16.



Figura 25. Av. El Sol/ procesado en 3D.

Anexo 17.

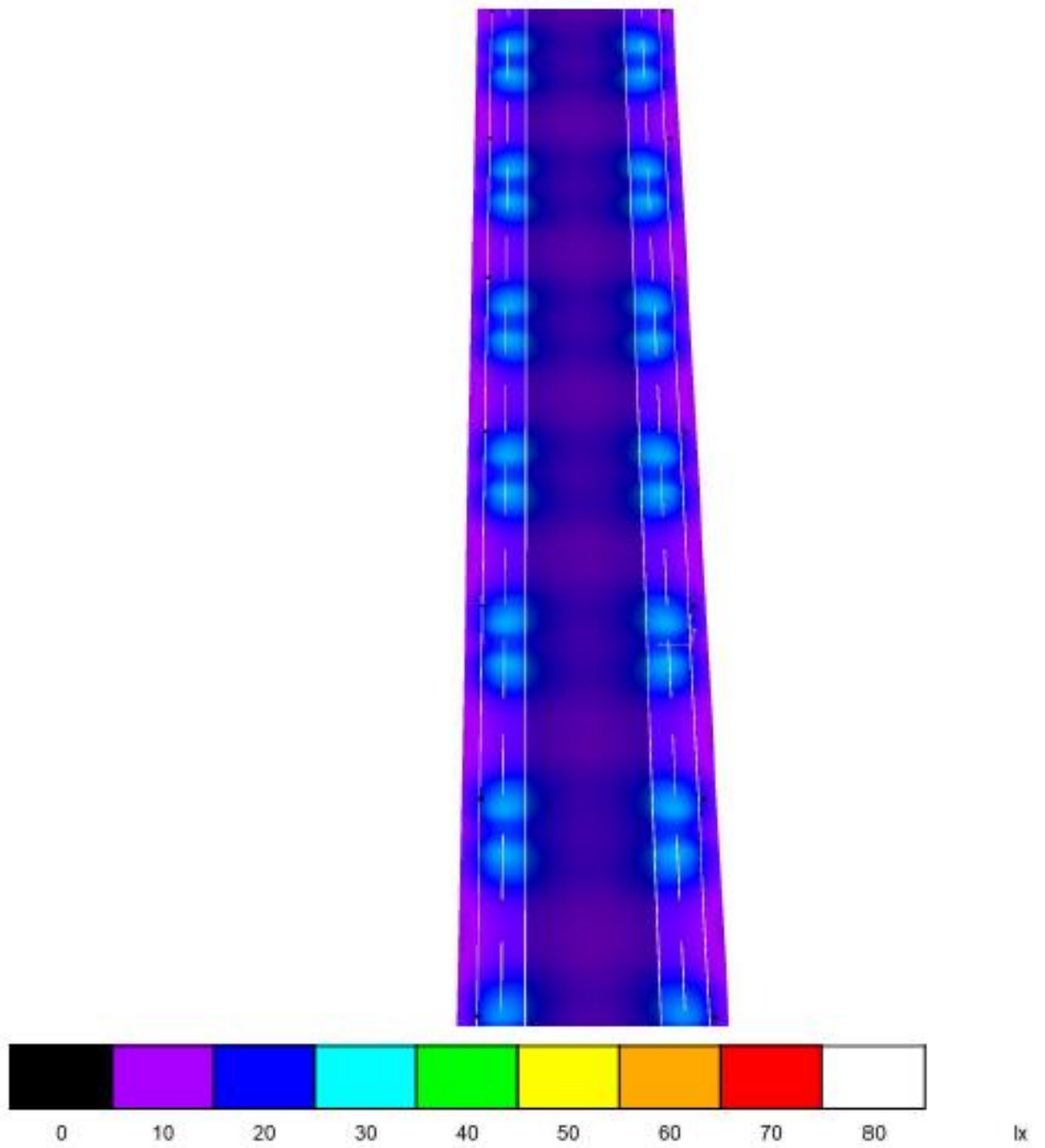
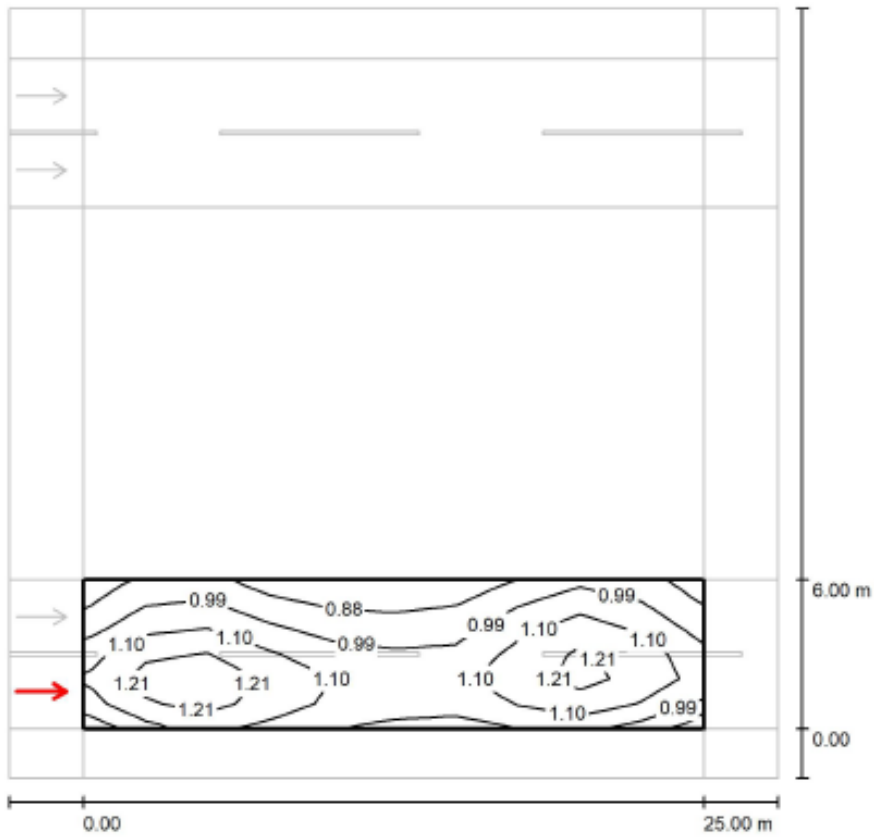


Figura 26. Av. El Sol / Procesado de colores falsos.

Anexo 18.



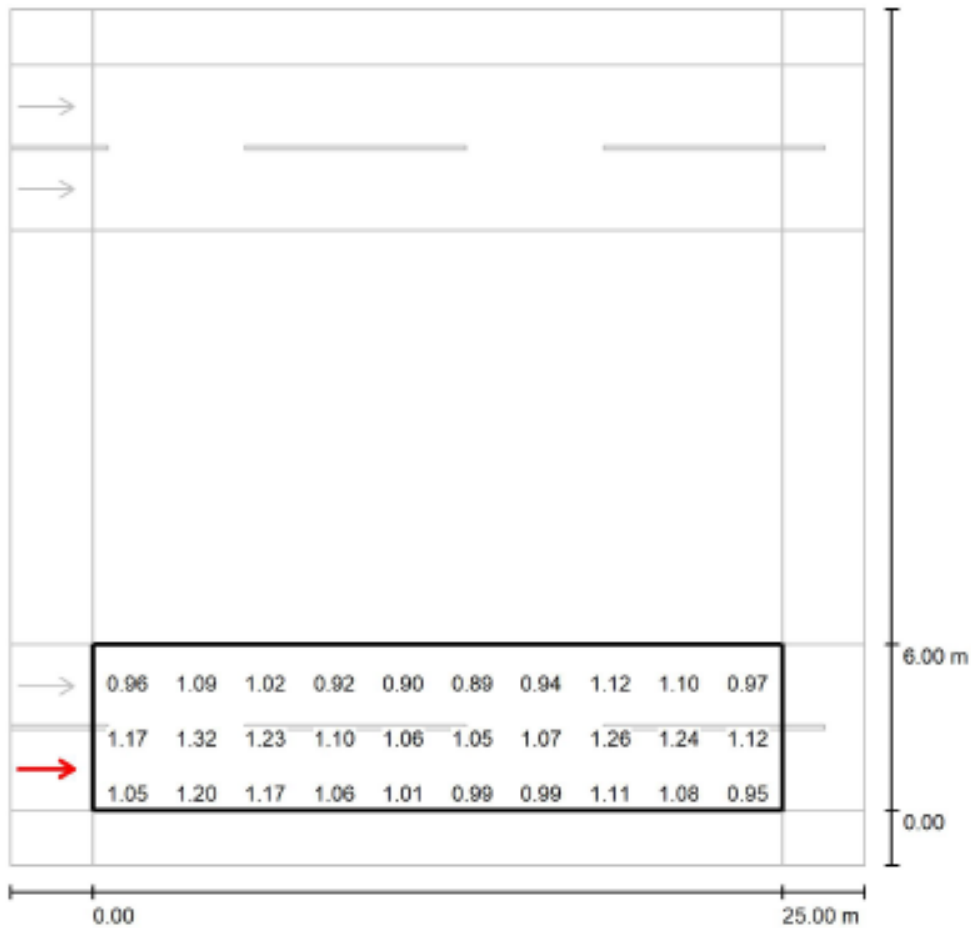
Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.06	0.76	0.80	3
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 27. Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 1/ Isolíneas (L).

Anexo 19.



Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos

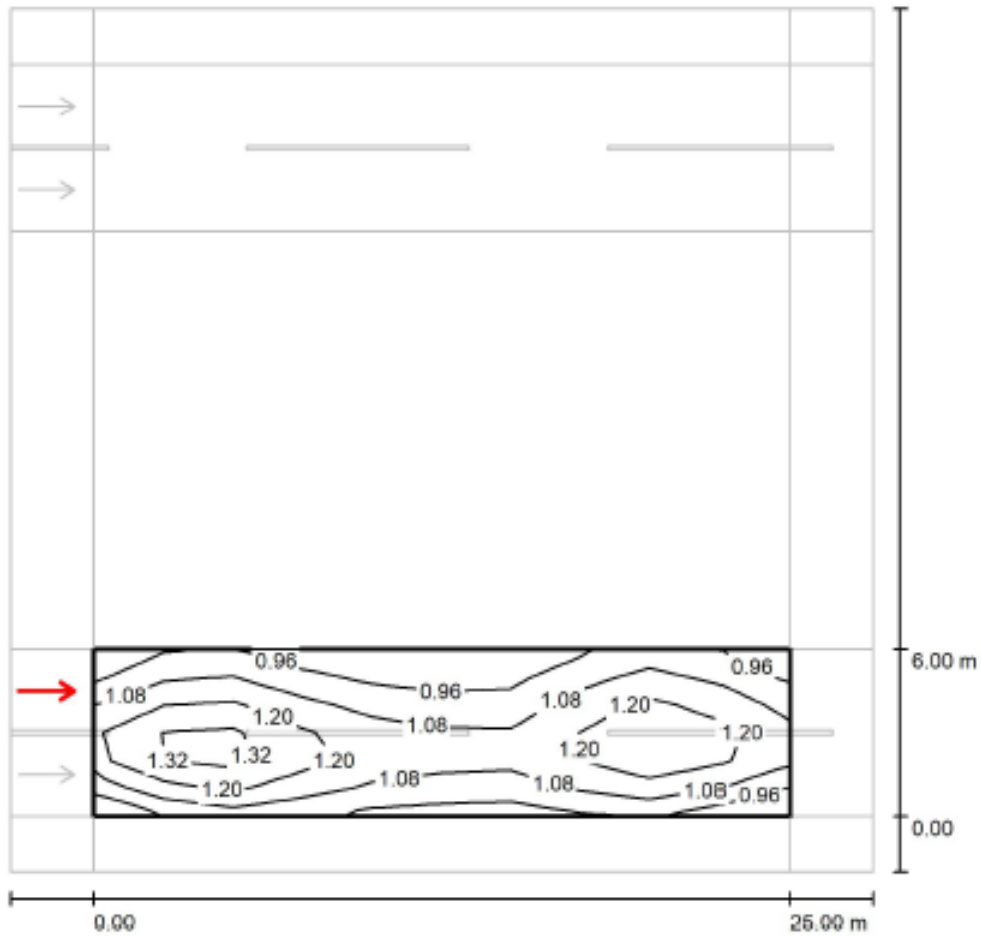
Posición del observador: (-80.000 m, 1.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.08	0.76	0.80	3
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.80	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Figura 28. Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 1/ Gráfico de valores (L).

Anexo 20.



Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

Trama: 10 x 6 Puntos

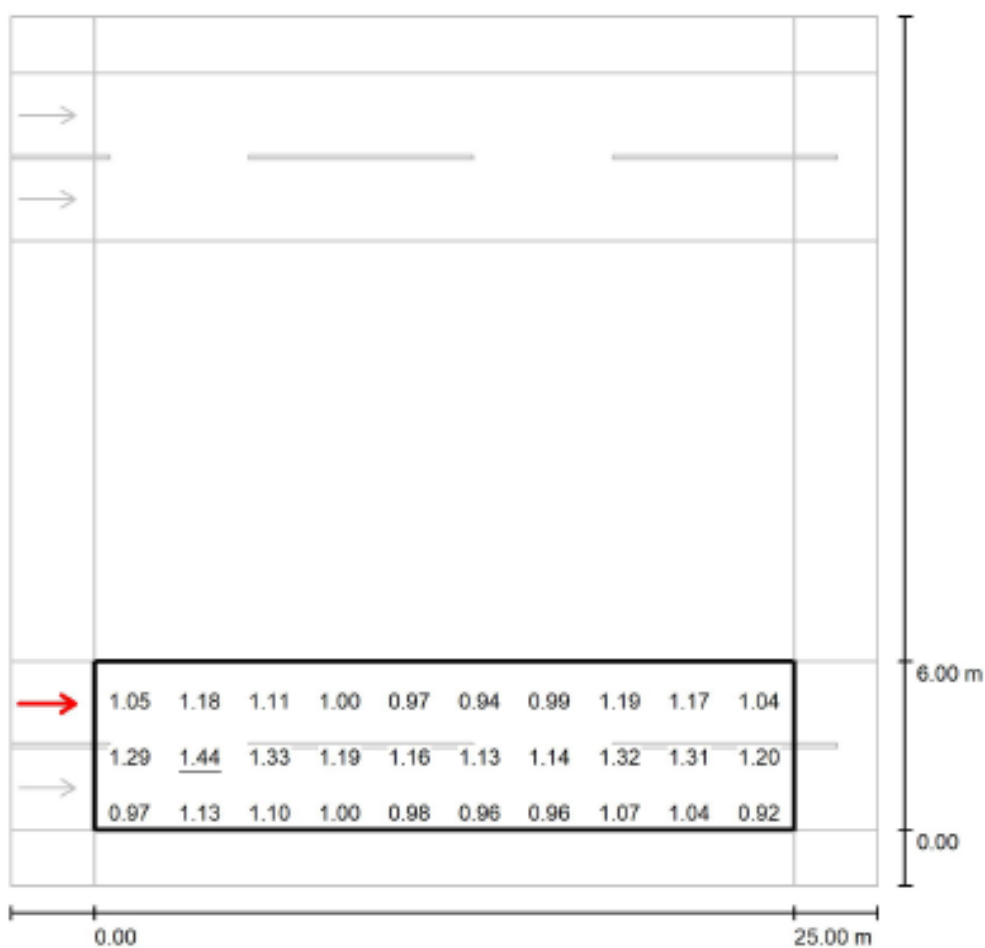
Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.11	0.77	0.79	4
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 29. Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 2/ Isótopas (L).

Anexo 21.



Valores en Candela/m², Escala 1 : 243

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Trama: 10 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.11	0.77	0.79	4
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 30. Av. El Sol / Recuadro de evaluación calzada 1 / Observador 2/ Gráfico de valores (L).