



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



IV PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL CAMBIO DE
ARTEFACTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO CONVENCIONAL POR
ARTEFACTOS TIPO LED ALIMENTADOS CON SISTEMA
FOTOVOLTAICO EN LA CIUDAD DE CHULUCANAS – MORROPÓN
– PIURA”**

Autor:

Br. GONZALES MESTANZA MARVIN ALEX

Asesor:

ING. NIÑO VÁSQUEZ PERCY EDWAR

LAMBAYEQUE – PERÚ

Abril del 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



IV PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL CAMBIO DE
ARTEFACTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO CONVENCIONAL POR
ARTEFACTOS TIPO LED ALIMENTADOS CON SISTEMA
FOTOVOLTAICO EN LA CIUDAD DE CHULUCANAS – MORROPÓN
– PIURA”**

Presentado por:

Br. GONZALES MESTANZA MARVIN ALEX

Aprobado por el Jurado Examinador:

PRESIDENTE : DR. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO
SECRETARIO : DR. JORGE LUIS NOMBERRA TEMOCHE
MIEMBRO : ING. TEOBALDO EDGAR JULCA OROZCO
ASESOR : ING. PERCY EDUAR NIÑO VÁSQUEZ

LAMBAYEQUE – PERÚ

Abril del 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



IV PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TÍTULO

**“ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL CAMBIO DE
ARTEFACTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO CONVENCIONAL POR
ARTEFACTOS TIPO LED ALIMENTADOS CON SISTEMA
FOTOVOLTAICO EN LA CIUDAD DE CHULUCANAS – MORROPÓN
– PIURA”**

CONTENIDO:

CAPÍTULO I : PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Autor: Br. GONZALES MESTANZA MARVIN ALEX

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ASESOR

LAMBAYEQUE – PERÚ

Abril del 2018

DEDICATORIA

En primera instancia este Examen de Suficiencia Profesional se la dedico a Dios por brindarme la vida, salud y sabiduría, por enseñarme a encarar sin perder la dignidad en las diferentes adversidades que se presentan en la vida, por regalarme maravillosos días para cumplir cada una de mis metas y permitir concretizar secuencialmente mis objetivos.

A mis padres por su amor, por los valores y principios inculcados, por la admiración de ser un ejemplo como tales, por el esfuerzo incondicional y perseverancia en dedicar años de su vida en mi formación personal y profesional.

A las personas con las que compartí día a día mi vida universitaria, mis compañeros de estudio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo ya que mediante sus consejos, apoyo mutuo, trabajo en equipo y buena compañía logré desarrollarme espiritualmente así como también concluir mi carrera profesional.

A mi adorada “Chiquita”, por el ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, por su apoyo constante y dar mayor motivación en mi vida encaminando hacia el éxito.

Marvin Gonzales Mestanza

AGRADECIMIENTO

A través de estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por concederme unos padres admirables y maravillosos que sin medir esfuerzos y sin pensarlo dos veces apostaron en mi educación.

A mis padres, gracias a su sacrificio, ejemplo y espíritu educador puedo cultivar buenos valores y virtudes que van de la mano con mi vida personal y profesional; por enseñarme a enfrentar los obstáculos con alegría, y que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr objetivos.

A la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera profesional en su prestigiosa institución educativa.

De manera muy especial a mi admiradora de toda la vida “Chiquita” quien ha estado a mi lado compartiendo mis alegrías y angustias, por el estímulo para que me supere día a día, por su apoyo incondicional coadyuvando a la realización de la presente investigación.

A mis amigos y compañeros de trabajo los Ingenieros Cesar Grandez y Jesús Ruiz a quien tuve el privilegio de conocerlos, por su apoyo y consejos brindados en el desarrollo del presente estudio e inculcarme a cumplir mis objetivos.

A mi asesor de examen el Ingeniero Percy Edwar Niño Vásquez por la orientación, soporte y discusión crítica que me permitió un buen aprovechamiento del trabajo realizado, por su apoyo y amistad brindada desinteresadamente que me permitieron obtener nuevos conocimientos.

Muchas Gracias

RESUMEN

El presente estudio plantea una alternativa sobre cómo sustituir artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistemas fotovoltaicos en la ciudad de Chulucanas, Morropón, Piura con la finalidad de obtener un ahorro energético, disminuir la emisión de gases contaminantes causado por el alumbrado, minimizar denuncias por deficiencias de alumbrado público, mejorar los índices de calidad del servicio e incrementar utilidades.

En base a ello, aprovechando el boom de la tecnología en energías renovables, revisando fuentes bibliográficas y haciendo uso de información proporcionada por Electronoroeste S.A se ha realizado los cálculos correspondientes obteniendo como resultado una estructura de diseño con la selección de equipos adecuados, flujos de caja futuros comparativos entre el alumbrado público convencional Vs. El alumbrado público propuesto alimentado con sistemas fotovoltaicos así como también indicadores de rentabilidad del proyecto.

La estructura de diseño está comprendida por: Un sistema 1Ø en corriente continua con una tensión de 12 V, cada punto de iluminación consta de una luminaria (45 W) abastecida de energía por un sistema fotovoltaico que irán adosados a los postes existentes. Demanda una inversión de S/. 9 315 496,11 con un tiempo de retorno de inversión de 10 años + 01 mes para una tasa de descuento del 10%, su costo por mantenimiento y operación oscila por debajo del 71,01% respecto a los costos por mantenimiento del alumbrado público convencional.

De los resultados obtenidos se concluye que la propuesta de diseño es la mejor opción de alumbrado público para la ciudad de Chulucanas.

Palabras claves: Análisis, artefacto, alumbrado público, sistemas fotovoltaicos.

ABSTRACT

The present study proposes an alternative on how to replace conventional street lighting devices with LED devices powered by photovoltaic systems in the city of Chulucanas, Morropón, Piura in order to obtain energy savings, reduce the emission of polluting gases caused by lighting, minimize complaints about deficiencies in public lighting, improve service quality indexes and increase profits.

Based on this, taking advantage of the technological boom in renewable energies, reviewing bibliographic sources and making use of the information provided by Electronoroeste SA, the corresponding calculations were made, obtaining as a result a design structure with the selection of suitable equipment, cash flows the comparative futures between the conventional public lighting Vs The proposed public lighting fed with photovoltaic systems, as well as the indicators of profitability of the project.

The design structure is comprised of: A 1Ø system in direct current with a voltage of 12 V, each lighting point consists of a luminaire (45 W) supplied with energy by a photovoltaic system that will be attached to the existing poles. Demand an investment of S /. 9 315 496.11 with an investment return time of 10 years + 01 month for a discount rate of 10%, its cost for maintenance and operation oscillates below 71.01% with respect to maintenance costs of public lighting conventional.

From the results obtained it is concluded that the design proposal is the best option of public lighting for the city of Chulucanas.

Keywords: Analysis, artifact, public lighting, photovoltaic systems.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	12
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. Realidad Problemática.....	16
1.2. Formulación del Problema.	16
1.2.1. Formulación del problema principal.....	16
1.2.2. Formulación de problemas específicos.	16
1.3. Delimitación de la investigación.	17
1.3.1. Ubicación geográfica.....	17
1.3.2. Características climatológicas.	18
1.3.3. Situación actual.	19
1.3.4. Descripción breve de Electronoroeste S.A.	21
1.3.5. Periodo de tiempo de la investigación.	21
1.4. Justificación e importancia de la investigación.	21
1.5. Limitaciones de la investigación.....	23

1.6. Objetivos de la investigación.....	23
1.6.1. Objetivo general:	23
1.6.2. Objetivo específicos:	24
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.	25
2.1. Antecedentes de estudios.....	25
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado.....	27
2.2.1. Introducción a los Sistemas Fotovoltaicos.	27
2.2.2. El Sistema Fotovoltaico.	38
2.2.3. Aplicaciones de la energía solar en áreas rurales.	53
2.2.4. Niveles de iluminación exigidos en alumbrado público.	54
2.2.5. Procedimiento de cálculos de iluminancia para A.P.	56
2.2.6. Procedimiento de cálculos de luminancia:	66
2.2.7. Alumbrado público en zonas urbano-rurales y rurales.....	75
2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.	76
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.	80
3.1. Tipo y diseño de la investigación.	80
3.1.1. Tipo de investigación.....	80
3.1.2. Nivel de la investigación.	80
3.1.3. Diseño de la investigación.....	81
3.2. Población y muestra.	81
3.2.1. Población.	81
3.2.2. Muestra.	81
3.3. Hipótesis.....	81
3.3.1. Hipótesis general.....	81

3.3.2. Hipótesis específicas.....	82
3.4. Variables – Operacionalización.....	82
3.4.1. Variables.	82
3.4.2. Operacionalización de las variables.	83
3.5. Métodos y técnicas de investigación.....	84
3.6. Descripción de los instrumentos utilizados.....	84
3.7. Análisis estadístico e interpretación de los datos.	85
CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	86
4.1. Infraestructura eléctrica actual instalada en Chulucanas.	86
4.2. Consumo de energía eléctrica en alumbrado público, Chulucanas.....	88
4.3. Evaluación del recurso solar.	89
4.4. Demanda de energía y cargas eléctricas.	90
4.5. Cálculos para la selección de equipos.	91
4.6. Cálculos luminotécnicos.	100
4.7. Características técnicas de los equipos seleccionados.....	138
4.7.1. Paneles solares en estudio.	138
4.7.2. Controladores de carga.	138
4.7.3. Baterías.....	139
4.7.4. Luminarias.....	140
4.7.5. Conductores.....	141
4.8. Descripción de la instalación de la propuesta de investigación.	142
4.8.1. Descripción de los tipos de alumbrado según la clasificación vial.	143
4.8.2. Altura de instalación de las luminarias.....	143

4.8.3. Distribución de los puntos de luz.	144
4.8.4. Distancia entre los puntos de iluminación.	146
4.9. Estudio económico de la propuesta de investigación.	148
4.9.1. Producción energética esperada.	148
4.9.2. Evaluación económica financiera.	151
CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.	167
5.1. Resultados.	167
5.2. Interpretación de los resultados.	170
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	172
6.1. Conclusiones.	172
6.2. Recomendaciones.	174
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	176
ANEXOS.	179
ANEXO N° 1: Organigrama general de la empresa Electronoroeste S.A.	180
ANEXO N° 2: Mapas de Energía Solar, Departamento Piura.	181
ANEXO N° 3: Consumo de energía anual en A.P año 2017, Chulucanas.	184
ANEXO N° 4: Tabla para determinar los cálculos lumínicos.	184
ANEXO N° 5: Muestreo del registro de denuncias por deficiencias en el A.P.	186
ANEXO N° 6: Cotizaciones realizadas por precios de equipos.	190
ANEXO N° 7: Precios considerados para cálculos de mantenimiento de A.P convencional.	192

ANEXO N° 8: Servicios considerados para cálculos de mantenimiento	de
A.P convencional.	192
ANEXO N° 9: Indicadores de rentabilidad de un proyecto de inversión.	193

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Identificación de tipos de calzada.	54
Tabla 2: Niveles de luminancia, Iluminancia e índice de control de deslumbramiento.	55
Tabla 3: Tipos de alumbrado según la clasificación vial.	55
Tabla 4: Uniformidad de luminancia.	56
Tabla 5: Uniformidad media de iluminancia.	56
Tabla 6: Índice de control de deslumbramiento (G).	75
Tabla 7: Variables e indicadores del trabajo.	83
Tabla 8: Consumo de energía A.P Chulucanas – 2017.	88
Tabla 9: Consumo energético diario proyectado.	91
Tabla 10: Parámetros de diseño y cálculo.	93
Tabla 11: Características técnicas de los conductores a utilizar.	99
Tabla 12: Conductores de Cu TTRF-70 (NLT/NMT).	100
Tabla 13: Características técnicas de los paneles seleccionados.	138
Tabla 14: Características técnicas de controladores seleccionados.	139
Tabla 15: Características técnicas de baterías seleccionadas.	140
Tabla 16: Características técnicas de luminarias seleccionadas.	141
Tabla 17: Tabla referencial para determinar la altura de instalación de luminarias.	143
Tabla 18: Tabla referencial para determinar la distribución de luminarias.	144
Tabla 19: Parámetros de diseño e instalación, para tipos de alumbrado III, IV y V, calzada clara.	147
Tabla 20: Parámetros de diseño e instalación, para tipos de alumbrado III, IV y V, calzada Oscura.	147

Tabla 21: Comparación de la proyección de demanda de energía mensual.....	149
Tabla 22: Evaluación del ahorro económico en consumo de energía durante la propuesta implantada.	152
Tabla 23: Alternativas de costos por punto de iluminación.	155
Tabla 24: Principales indicadores para medir la rentabilidad de un proyecto de inversión.	157
Tabla 25: Porcentaje de costos estimado por mantenimiento y/u operación de componentes y equipos, A.P con SFV.....	159
Tabla 26: Flujo de caja proyectado para el A.P propuesto alimentado con sistemas fotovoltaicos.....	160
Tabla 27: Cuadro estadístico de denuncias por deficiencias en el alumbrado público de la ciudad de Chulucanas,.....	163
Tabla 28: Porcentaje de costos estimado por mantenimiento de equipos, A.P con AC.....	164
Tabla 29: Flujo de caja estimado para el A.P convencional alimentado con corriente alterna.....	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de Chulucanas, Morropón, Piura.....	17
Figura 2: Distribución espectral de la radiación solar.....	30
Figura 3: Estructura de una célula solar.	33
Figura 4: Célula solar conectada a una carga externa.....	34
Figura 5: Curva característica de una celda fotovoltaica.	36
Figura 6: Características Eléctricas: Influencia de la temperatura en sistemas fotovoltaicos.....	38
Figura 7: Sistema fotovoltaico.	39
Figura 8: Panel solar.	40
Figura 9: Batería solar de Ni-Cd con placas de bolsillo.	42
Figura 10: Regulador de carga.....	44
Figura 11: Inversor.	45
Figura 12: Luminaria LED.....	45
Figura 13: Conductor cableado.	46
Figura 14: Cable.....	47
Figura 15. Soportes ajustables de un panel solar con anclaje a superficie y poste.	49
Figura 16: Seguidor automático de un eje.	50
Figura 17: Seguidor automático de dos ejes.	51
Figura 18: Parámetros para calcular la Iluminancia en el punto “P”.	57
Figura 19: Cálculo de la iluminancia promedio, método de los 9 puntos.	58
Figura 20: Selección de los 09 puntos según disposición de las luminarias.	60
Figura 21: Determinación y curvas del coeficiente de utilización (K).	62
Figura 22: Determinación de K, luminaria sobre la calzada.	63

Figura 23: Determinación de K, luminaria sobre la calzada.	63
Figura 24: Determinación de K, luminaria sobre la acera.	64
Figura 25: Determinación de K, luminaria ubicada tras la calzada y la acera.	64
Figura 26: Determinación de K, localización bilateral alternada (tres bolillos).....	65
Figura 27: Determinación de K, localización central doble.	66
Figura 28: Parámetros a considerar en el cálculo de luminancia.....	67
Figura 29: Campo de cálculo de la luminancia de la calzada.	70
Figura 30: Posición de los puntos de cálculo de la iluminancia en un carril.	70
Figura 31: Redes de Distribución de Baja Tensión, Chulucanas.	87
Figura 32: Subestaciones de Distribución, Chulucanas.....	87
Figura 33: Tableros de Subestaciones de Distribución, Chulucanas.	88
Figura 34: Comportamiento del recurso solar.....	89
Figura 35: Luminaria LED seleccionada.....	90
Figura 36: Ubicación referencial elegida para realizar los cálculos luminotécnicos.	101
Figura 37: Distribución del alumbrado público en forma unilateral.....	144
Figura 38: Distribución del alumbrado público en forma Bilateral pareada.	145
Figura 39: Balance de energía proyectada.....	150
Figura 40: Pliego tarifario Chulucanas, vigencia 04-02-18.....	152
Figura 41: Comparación de consumos de energía en A.P, real Vs. Teórico.	153
Figura 42: Componentes a instalar por artefacto de alumbrado público.	154
Figura 43: Distribución porcentual de la inversión en la propuesta de investigación desarrollada.	168
Figura 44: Distribución porcentual de la inversión estimada en alumbrado público convencional.....	169

INTRODUCCIÓN

La energía hoy día es esencial para todo, para el funcionamiento de las grandes industrias, negocios hasta las viviendas particulares de las personas que habitan un pueblo, ciudad o un estado. La energía es vital para mantener el estado de bienestar que tenemos actualmente, sin ella sería imposible el abastecimiento de los recursos esenciales, alimenticios y el transporte.

Sin embargo, de la misma manera que la energía es importante, también es básico que llegados a este punto, nos demos cuenta de que hay un exceso de gasto energético, es por ello que la clave es fomentar el ahorro energético para reducir el gasto y al mismo tiempo ayudar a hacer de este planeta un lugar mucho más ecológico, mucho más sano y en el que se utilicen muchos menos recursos naturales para la consecución de todo lo que el ser humano quiera o necesite.

En el presente contexto energético y medioambiental mundial, sustituir los combustibles fósiles y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y sustancias contaminantes se ha convertido en un objetivo de primer orden. La explotación de fuentes de energía alternativas y renovables usadas conjuntamente forma parte de la solución. Entre los diferentes sistemas que utilizan fuentes de energía renovables, los basados en tecnología fotovoltaica son muy prometedores gracias a sus cualidades intrínsecas: tienen unos costes de funcionamiento muy reducidos (el "combustible" es gratis) y unas necesidades de mantenimiento limitadas, son fiables, no producen ruido y son fáciles de instalar.

Realizado un análisis exhaustivo, gran parte del consumo de energía eléctrica está enfocado al alumbrado público, haciendo uso de la tecnología y teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente expuestas han motivado la puesta en

marcha de un estudio para suministrar energía a las instalaciones de alumbrado público de la ciudad de Chulucanas mediante generadores fotovoltaicos, y de un estudio económico para determinar su rentabilidad y amortización.

El presente Examen de Suficiencia Profesional se subdivide en seis capítulos en forma ordenada y a continuación se hace una breve descripción:

En el Capítulo I: Problema de investigación; se describe la realidad problemática, formulación del problema, la fundamentación del problema, se definen los objetivos y la justificación e importancia de la investigación.

En el Capítulo II: Marco Teórico; en esta parte se describe cada uno de los conceptos fundamentales para la realización del presente estudio.

En el Capítulo III: Marco Metodológico; en esta parte se describe el tipo y diseño de investigación, así como la naturaleza, hipótesis, identificación de variables, unidad de análisis y los instrumentos de recolección de datos.

En el Capítulo IV: Propuesta de Investigación; en esta parte se realiza el análisis para el reemplazo de 2130 luminarias convencionales alimentadas con corriente alterna a 2130 luminarias LED alimentadas con sistemas fotovoltaicos. Análisis efectuado en base a un ahorro energético haciendo uso de la energía solar, selección de equipos y flujo económico para obtener el retorno de inversión proyectada.

En el Capítulo V: Análisis e Interpretación de Resultados; se detalla los resultados obtenidos del análisis realizado para el cambio de 2130 luminarias en la ciudad de Chulucanas.

En el Capítulo VI: Las Conclusiones y Recomendaciones obtenidas del desarrollo del presente examen de suficiencia profesional.

Finalmente se presenta; las Referencias Bibliográficas de Entrada y Anexos.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Realidad Problemática.

Hoy en día el alumbrado público es un servicio fundamental y perenne para la sociedad, en nuestro Perú ante un incremento de la industrialización aumentando la demanda de energía eléctrica en horas punta, urge y debemos optar por implementar un sistema que conlleve a un ahorro energético y porque no aplicarlo en el Alumbrado Público haciendo uso de energías renovables y a la vez contribuir con el medio ambiente.

1.2. Formulación del Problema.

El alumbrado público en nuestro país hoy en día en su mayoría es alimentado con Corriente Alterna (AC), energía suministrada de las Centrales Hidroeléctricas, Térmicas, entre otras.

1.2.1. Formulación del problema principal.

¿Será posible y rentable sustituirlo el parqueo de alumbrado público de la ciudad de Chulucanas provincia de Morropón departamento de Piura por un alumbrado de mayor eficiencia cuya fuente de energía provenga totalmente de una Energía Solar?.

1.2.2. Formulación de problemas específicos.

1. ¿Será posible determinar parámetros de diseño y características técnicas de algunos elementos y/o equipos a utilizar en el cambio de los artefactos de alumbrado público?.
2. ¿Cómo identificar, determinar y dimensionar componentes adecuados para un sistema fotovoltaico que suministre energía a cada artefacto de alumbrado público?.

3. ¿Qué análisis se debe hacer para elaborar estructura Técnico – Económica a fin de realizar el cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico?
4. ¿Cómo determinar indicadores económicos para evaluar la rentabilidad de la propuesta de investigación?

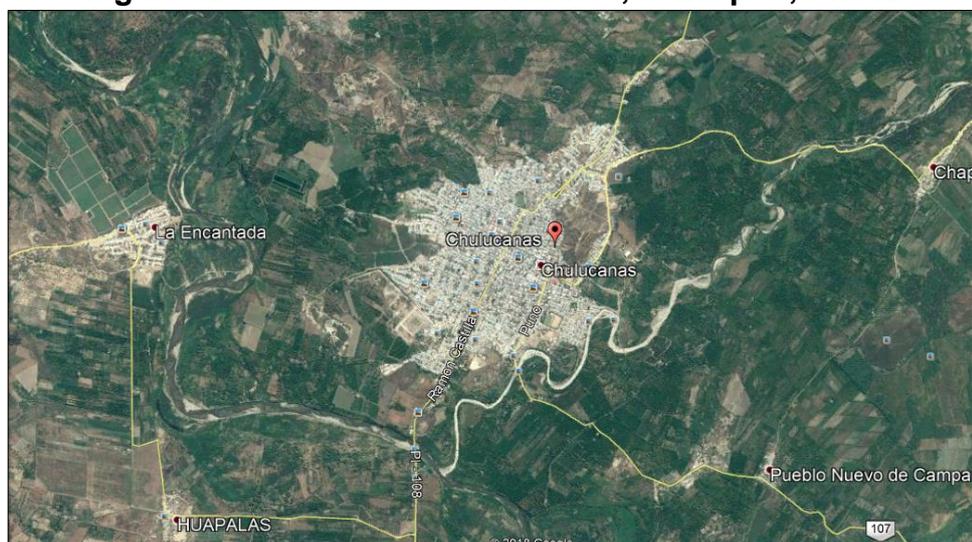
1.3. Delimitación de la investigación.

El presente estudio, tiene su aplicación en zona de influencia de la Concesionaria de Distribución del Servicio Público de Electricidad Electronoroeste S.A en su Unidad de Negocios Sucursales.

1.3.1. Ubicación geográfica.

El trabajo en estudio se encuentra ubicado el distrito de Chulucanas, situado en la costa, cabecera inicial del área andina de la provincia de Morropón, departamento de Piura, se encuentra ubicada a una altitud de 92 m.s.n.m.

Figura 1: Ubicación de Chulucanas, Morropón, Piura.



Fuente: Google Earth, 2018

1.3.2. Características climatológicas.

El distrito de Chulucanas pertenece a la eco región denominada “Bosque Seco Ecuatorial”, con suelo fértil para el desarrollo de la vida natural, vegetal y animal. De ahí que su población en su mayoría se dedica a la agricultura y ganadería. En su suelo crecen especies forestales como el algarrobo, zapote, hualtaco, cerezo, palo verde, overal y pastos naturales de vital importancia para el ganado vacuno, ovino y caprino.

El clima es cálido suave, la temperatura oscila entre los 39,8 °C (máxima) y los 09 °C (mínima). La zona está comprendida en la sub cuenca Yapatera, donde se registran una temperatura media de 26 °C, con fuerte variabilidad, cuya explicación es por ser parte del valle del río Piura. En el mes más caluroso, considerado en febrero, la temperatura registrada es de 39,8 °C, en un año de no niño.

Según datos estadísticos del Senamhi la precipitación máxima registrada comprendida entre los años: 1972 – 2014 es de 202,5 mm registrada el día 1983-01-26.

La velocidad media del viento registrada en las estaciones cercanas a la zona del proyecto es de 6 m/s (2015-07-16); la dirección predominante es hacia el sur.

Con respecto a la irradiación solar, definida como la energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo, se tiene, según los datos del Atlas de Energía Solar del Perú 2003, alcanza valores comprendidos entre los

4,5 kW.h/m²-día y 7 kW.h/m²-día, la cual, el menor valor registrado en la zona de estudio corresponde al mes de Junio.

1.3.3. Situación actual.

a) Descripción cualitativa del terreno.

La presente investigación se encuentra enmarcada en una zona árida y de relieve llano, cuenta con áreas de pastoreo de ganado y de terrenos de cultivo.

Las formaciones vegetales más importantes son el bosque seco, con árboles caducifolios (árboles o arbustos que pierden su follaje durante una parte del año) y muchas plantas epifitas (planta que crece sobre otro vegetal usándolo solamente como soporte, pero que no lo parasita nutricionalmente); la sabana, conformada por árboles dispersos de sapote, faique y algarrobo.

b) Vías de acceso a la zona del proyecto.

Para llegar a la zona del proyecto, la principal vía de acceso desde la ciudad de Piura es la antigua carretera Panamericana Norte; dicha carretera es de doble vía, se encuentra asfaltada y su mantenimiento ha sido concesionado al consorcio IIRSA Norte.

c) Actividades económicas.

Si consideramos la actividad económica principal de la familia (considerando que la gran mayoría de unidades económicas se organiza alrededor de la organización familiar) se observa que el 70% de las familias se dedica a la ganadería, principalmente de ganado ovino y caprino (casi siempre juntos). En algunos caseríos

(Cas. Km 41 margen izquierda) hay también presencia de ganado vacuno, y en el caserío de Vega Onda se ha avanzado a la transformación de productos lácteos.

El 20,2% de las familias tiene como ocupación principal la agricultura, siendo los cultivos principales las menestras, y en menor medida el maíz, zapallo (principalmente en el caserío de Santa Cruz).

Cabe resaltar que el 45% de las unidades productivas combina dos tipos de actividades, principalmente agricultura y ganadería.

d) Condiciones socioeconómicas de los habitantes.

En Chulucanas, la población tiene en promedio 27 años, siendo la mediana 24 años. El 50% de la población tiene entre 11 y 38 años.

e) En cuanto al potencial económico y generación de empleo.

Para analizar el potencial económico de la comunidad se tomó como base a la PEA mayor de 18 años (525 habitantes que viven en las viviendas encuestadas en el caso de Chulucanas). En Chulucanas el 52,4% de la PEA mayor de edad registra una ocupación. El restante 47,6% (mayormente mujeres) ha declarado no trabajar. Hay que tener cuidado con el dato “no trabaja” ya que suele esconder un buen porcentaje de Trabajadores Familiares No Remunerados (TFNR), principalmente mujeres que se dedican a actividades agropecuarias en la unidad productiva familiar.

1.3.4. Descripción breve de Electronoroeste S.A.

Actualmente es una empresa de capitales público – privado siendo en estado el accionista mayoritario a través del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado – FONAFE.

La marca comercial Enosa fue registrada ante INDECOPI a fines del año 2001, posterior a ello se constituye el grupo Distriluz conformado por esta empresa así como también por Hidrandina, Ensa y Electrocentro, con el objeto de realizar una gestión corporativa bajo un mismo Directorio.

En la actualidad la actividad principal de Enosa es la distribución y comercialización de energía eléctrica dentro del área de sus concesiones, comprendidas en las regiones de Piura y Tumbes atendiendo a más de 405 586 mil clientes.

En el Anexo N° 1 se muestra el organigrama general de la empresa Electronoroeste S.A.

1.3.5. Periodo de tiempo de la investigación.

La investigación ha sido realizada durante el mes de Diciembre del año 2017.

1.4. Justificación e importancia de la investigación.

El estilo de vida actual ha propiciado el incremento de iluminación nocturna de forma que, según los datos de la Agencia Internacional de la Energía aproximadamente el 20% de la energía total consumida se utiliza en alumbrado.

Como una alternativa de energía en el alumbrado público, se tiene el uso de la energía fotovoltaica cuyo consumo y máxima demanda son constantes todos los días; la tecnología en los últimos años ha sido extendida en nuestra sociedad, actualmente observando el problema que presenta esta energía renovable relacionado con las inversiones las cuales se rigen por las leyes económicas y el tiempo de recuperación de la inversión se debe a que la inversión en instalaciones de energía renovable es mucho mayor que la energía convencional.

La iluminación es la causa del 6% de las emisiones de CO₂ y el alumbrado público el 9% del total de dichas emisiones. Según datos de la Asociación de Desarrollo de la Industrial Optoelectrónica, la sustitución de una bombilla tradicional de 150 W por una placa de 36 LEDs podría suponer un ahorro en las emisiones de CO₂ a la atmósfera de 7,33 t de CO₂. Efectivamente, si se considera que 1 kW de energía eléctrica produce 1 kg de CO₂ en una Central Térmica de carbón, el ahorro de consumo de energía lleva aparejado el ahorro de emisión de CO₂ por lo que además de un ahorro económico, conllevaría una medida de protección medio ambiental muy importante.

Por otro lado, se pueden destacar ciertas medidas que están contribuyendo a preservar el medio ambiente como es el protocolo de Kioto, el cual quiere reducir las emisiones de gases que causan el calentamiento del planeta. El sol es una energía garantizada para los próximos 6000 millones de años, es la fuente de la vida y origen energético. Durante un año se podría obtener cuatro mil veces más energías de la que se podría consumir, por lo que lo lógico sería aprovechar esta gran fuente de energía.

En conclusión, la energía solar será uno de los principales contribuyentes al equilibrio de la energía a medio y largo plazo, logrando una reducción en los costes de los componentes por los que está compuesta una instalación fotovoltaica, mejor aún plantearlo en la ciudad de Chulucanas provincia de Morropón departamento de Piura, ya que presenta datos favorables para el uso de esta energía cuyo promedio de radiación solar acumulada es de 5 kW.h/m²-día.

1.5. Limitaciones de la investigación.

Al desarrollar la presente investigación se tuvo dificultades para obtener la cantidad total de luminarias existentes en la ciudad de Chulucanas, por su extensión de la ciudad y distribución de las mismas.

Por falta de instrumentos de medición, se tuvo dificultad para realizar mediciones de emisión de luz y obtener datos luminotécnicos de la situación actual del alumbrado público en la ciudad de Chulucanas, por lo que para la elaboración del presente estudio se consideraron parámetros de cálculo, especificaciones técnicas de equipos de fábrica de acorde a la normatividad vigente.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general:

Evaluar técnico - económicamente la propuesta de investigación, cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico, así como también determinar cuál de estos dos sistemas presenta mejores índices de viabilidad para Electronoroeste S.A.

1.6.2. Objetivo específicos:

1. Determinar los parámetros de diseño y características técnicas de los elementos y/o equipos a utilizar en el cambio de los artefactos de alumbrado público.
2. Identificar, determinar y dimensionar los componentes adecuados del sistema fotovoltaico que debe suministrar energía a cada artefacto de alumbrado público tipo LED.
3. Realizar una estructura mediante la evaluación Técnico – Económica a fin de realizar el cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico.
4. Determinar indicadores de rentabilidad del proyecto mediante la evaluación y determinación de flujos futuros durante el análisis técnico económico del cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes de estudios.

Dentro de los antecedentes de estudio más relevantes para proponer el cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico en la ciudad de Chulucanas, se tiene:

1. **Minem. (2018-01-16). *Trujillo cuenta con la primera Plaza de Armas del Perú con iluminación Led. Perú.***

El presente artículo informativo hace mención que la Plaza de Armas de la ciudad de Trujillo fue iluminada completamente utilizando la tecnología LED convirtiéndolo en la primera plaza de armas del Perú que utiliza iluminación de este tipo. Esta obra fue inaugurada por la Ministra de Energía y Minas Ángela Grossheim resaltando el valor, la importancia y su contribución de los recursos utilizados con el medio ambiente.

2. **Enel. (2017). *Enel Distribución Perú Inicia Alumbrado Público Con Luminaria Led. Perú.***

El presente boletín informativo indica el reemplazo de 78 luminarias convencionales del alumbrado público por luces LED obteniendo como resultado no solamente un ahorro energético en este nuevo sistema de iluminación sino también un aporte al cuidado del medio ambiente, mediante la disminución de la huella de carbono. Asimismo, se logró una iluminación de alta calidad de acorde a la normatividad vigente.

3. **Ortigosa, A. (2013). *Alumbrado de un polígono industrial mediante luminarias led alimentadas con generadores fotovoltaicos instalados sobre cubiertas de naves industriales. Cartagena, España.***

El objetivo de la presente investigación ha sido estudiar y describir las instalaciones a utilizar en el diseño de alumbrado público de un polígono industrial en la ciudad de Cartagena – España utilizando tecnología LED alimentados con generadores fotovoltaicos, a fin de asegurar su buen funcionamiento y el cumplimiento de la legislación vigente que le es de aplicación.

4. **Canaleta, S., J. González, I. Contín, T. Catalán. (2010). *Estudio de diagnosis de eficiencia energética del alumbrado público en el Ayuntamiento de Canfranc. España.***

La presente investigación describe la realización de un estudio energético en el sistema de alumbrado público de un municipio con la finalidad de obtener nuevas propuestas para una gestión más eficiente del mismo.

5. **Ángeles, J., De Jesús, J., Rosales, S. (2009). *Propuesta de alumbrado público por medio de celdas fotovoltaicas con luminarios tipo leds para la manga, municipio de la yesca en el estado de Nayarit. México.***

El objetivo de la presente investigación ha sido proponer un sistema de alumbrado público de tecnología fotovoltaica y luminarios tipo LED en la comunidad de la Manga en el estado de Nayarit y cubrir una necesidad para el bienestar de los habitantes.

6. Lara, E., J. Mondragón, D. Bautista. (2009). *Estudio y análisis de ingeniería en alumbrado público con luminarias de led en la periferia del reclusorio norte. México.*

La presente investigación detalla el análisis y cálculos realizados con los parámetros de iluminación del sistema de alumbrado público con tecnología tipo LED a instalarse en la periferia del complejo, obteniendo la mejor distribución física e iluminación con este tipo de luminarias, sustituyendo las existentes, concluyendo los beneficios técnicos de iluminación, ahorro energético y confort visual que proporcionan las luminarios de LED para alumbrado público.

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado.

2.2.1. Introducción a los Sistemas Fotovoltaicos.

a) La energía solar.

El Sol es, desde los albores de la historia, una fuente primordial de recurso energético para el hombre y los seres vivos. Durante este siglo XXI estamos comprobando que la revolución tecnológica se está incrementado, sobre todo para lograr el aprovechamiento de la energía de recursos renovables.

Esta fuente energética se caracteriza por ser natural, no contaminante e inagotable. Puede, en un futuro próximo, liberarnos de la dependencia del petróleo y de otras alternativas menos seguras (centrales nucleares) y más contaminantes (centrales térmico nucleares).

Un punto débil del proyecto es que la radiación solar en invierno es menor (cuando se requiere más energía). Por otro lado, es

imprescindible desarrollar la tecnología de captación, acumulación y distribución de energía solar, para que esta pueda ser competitiva frente al resto de opciones energéticas que se ofrecen en el mercado.

El Perú, gracias a su favorable ubicación geográfica, cercana al Ecuador terrestre y la altitud de gran parte de su territorio (cordillera de los Andes), cuenta con elevados niveles de radiación solar (700 W/m^2 a 1000 W/m^2), ofreciendo un gran potencial energético que puede ser utilizado en aplicaciones tecnológicas.

El conocimiento y análisis de la radiación solar disponible en un lugar determinado es indispensable para el diseño, construcción y evaluación de sistemas eléctricos que funcionen con energía solar. Sin embargo, la información sobre radiación solar es muy escasa, limitada y no sistematizada. Otra es la situación al referirnos al tema de cálculo de la radiación solar, el cual es muy sofisticado, complejo y amplio.

Sobre esta existe variada información bibliográfica, por lo que es necesario establecer algunos criterios básicos para el estudio de la misma.

“Poseemos la tecnología para hacer uso de la energía del sol a niveles de eficiencia de entre el 42% - 56% hemos hecho grandes avances. Si se pueden concentrar los rayos del sol mediante el uso de lentes o espejos gigantes entonces los resultados son más alentadores. Creemos que, en un futuro cercano, de entre 15 y 25

años, podremos reducir el costo entre 7 y 10 centavos de dólar por kilovatio-hora. Contamos con una gran ventaja ya que no se necesitan cables, tubos o hilos. Se puede enviar como si fuera una llamada al teléfono móvil – donde se quiera y cuando se quiera, en tiempo real” (Declaración en el 2001 del Dr. Neville Marzwell de la NASA).

Interacción con la atmósfera, radiación global, directa y difusa.

La distribución espectral de la radiación solar incidente fuera de la atmósfera determina como es la interacción con la atmósfera y cuanta radiación llega al suelo.

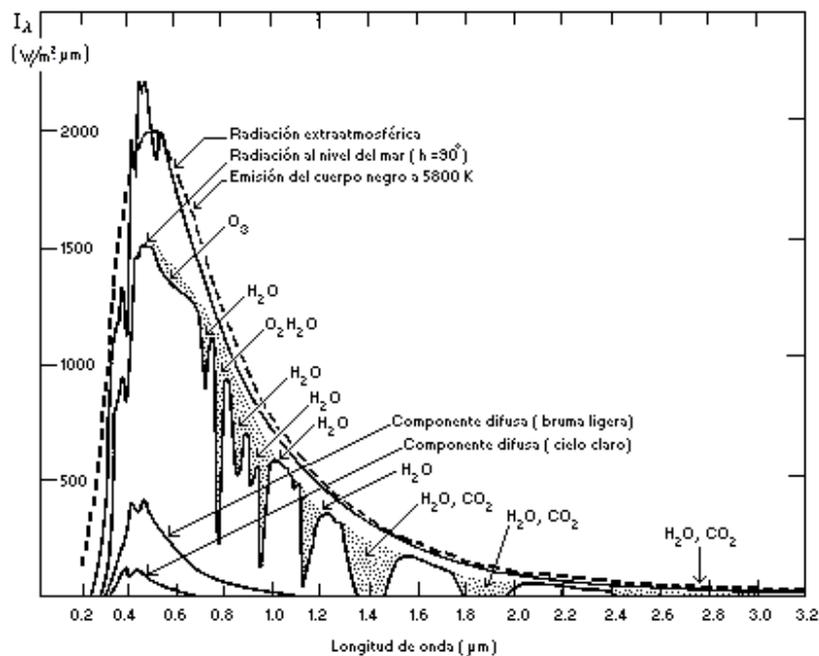
La radiación solar, en su trayecto hacia la superficie terrestre, es parcialmente absorbida, reflejada y dispersada por los distintos constituyentes de la atmósfera. Para los efectos prácticos que nos interesan, estos fenómenos de absorción, reflexión y difusión, dan origen a dos componentes: La radiación directa y la difusa, la primera es la que proviene directamente del disco solar, aquella capaz de proyectar sombras, y la segunda es la que llega dispersada en todas direcciones de la bóveda celeste. La suma de estas dos se llama radiación global o hemisférica. La radiación global se mide normalmente con un aparato llamado **piranómetro**.

La radiación dispersada también se puede medir usando los piranómetros, con la precaución de bloquear la radiación directa.

Los instrumentos para medir la radiación directa se llaman pirheliómetros.

Definiendo de manera práctica la radiación directa, diremos que, es aquella que se mide por un pirheliómetro o la capaz de proyectar una sombra.

Figura 2: Distribución espectral de la radiación solar.



Fuente: Petros Axaopoulos TEI de Atenas Grecia.

Uno de los instrumentos más comunes en las estaciones meteorológicas es el heliógrafo. Aunque no mide directamente la radiación solar, estos instrumentos se usan para determinar el número de horas de sol directo que hay en un cierto período.

En cuanto a la nomenclatura de estas magnitudes, se emplean las letras "I" para denominar la potencia solar incidente en una

superficie por unidad de área, en W/m^2 , a esta magnitud se le denomina irradiancia.

De igual modo la letra " H " representa la energía solar incidente en una superficie por unidad de área, en J/m^2 (joules por metro cuadrado), esta magnitud recibe el nombre de Irradiación. Se emplean los sub índices h, b y d , para identificar a la radiación global, directa y difusa, respectivamente, por ejemplo:

$$I_h = I_d + I_b$$

$$H_h = H_d + H_b$$

Dónde:

I_h, I_d, I_b , Son valores instantáneos de radiación solar en W/m^2 .

En el plano horizontal, los subíndices " h " para la global, " d " para la difusa y " b " para la directa. De igual modo, H_h, H_d, H_b , son los valores integrados diarios de radiación solar en J/m^2 arriba indicada.

b) La energía fotovoltaica.

La conversión de la energía solar (ondas electromagnéticas) en energía eléctrica, es un fenómeno físico conocido como el efecto fotovoltaico. Esta transformación es producida por un dispositivo llamado célula solar.

La Célula Solar.

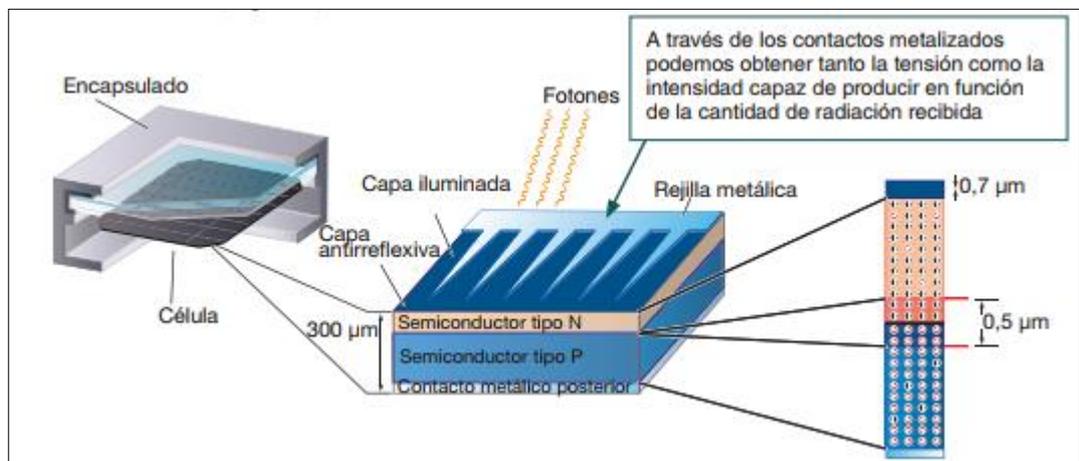
El efecto fotovoltaico en células electroquímicas fue descubierto por Becquerel en 1839, pero hasta 1954 no se tuvo una célula solar capaz de convertir con eficiencia la energía solar en energía eléctrica. Este dispositivo fue desarrollado por Chapín, Fuller y Pearson, y desde entonces se observa un desarrollo impresionante de este campo y su uso, cada vez mayor, para la satisfacción de necesidades eléctricas en áreas rurales.

Cuando la luz solar incide sobre ciertos materiales llamados semiconductores, los fotones son capaces de transmitir su energía a los electrones de valencia del semiconductor para que rompan el enlace que los mantiene ligados a los átomos respectivos. Por cada enlace roto queda un electrón libre para circular dentro del sólido.

La falta de electrones en el enlace roto, llamado también hueco puede desplazarse libremente por el interior del sólido, transfiriéndose de un átomo a otro. Los huecos se modelan como partículas con carga positiva igual a la del electrón. El movimiento de electrones y huecos en direcciones opuestas generan una corriente eléctrica en el semiconductor capaz de circular pares electrón/hueco. Para separar los electrones de los huecos, e impedir que restablezcan el enlace, se utiliza un campo eléctrico (diferencia de potencial), dando lugar a una corriente en el sentido del campo.

En las células solares convencionales este campo eléctrico se consigue en la unión de dos regiones de un cristal semiconductor, como el silicio, una de las regiones llamada tipo “n”, se impurifica con fósforo. La otra de tipo “p”, se impurifica con boro. Las grandes diferencias de concentración entre electrones y huecos de ambas regiones, se crean para mantener un campo eléctrico dirigido de la región “n” a la región “p”, que es el responsable de separar los electrones y huecos extras que se producen cuando la célula está iluminada.

Figura 3: Estructura de una célula solar.

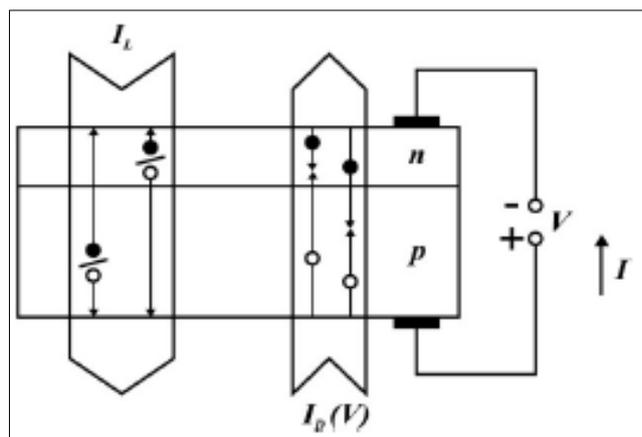


Fuente: Balenzategui, J. (2007).

i. Principio de funcionamiento.

Si se ilumina una célula solar que se encuentra conectada a una carga externa, como indica la figura, se producirá una diferencia de potencial en dicha carga y una circulación de corriente que sale del circuito exterior por el terminal positivo y vuelve a la célula por el negativo.

Figura 4: Célula solar conectada a una carga externa.



Fuente: Teoría sobre sistemas fotovoltaicos, 2009.

En estas condiciones de funcionamiento la célula se comporta como un generador de energía y presenta el máximo interés. Los fenómenos que tienen lugar en el interior del dispositivo pueden describirse de la siguiente manera:

1. Los fotones que inciden sobre la célula, con energía igual o mayor que el ancho de la banda prohibida, se absorben en el volumen del semiconductor y generan pares electrón/hueco que pueden actuar como portadores de corriente.
2. El campo eléctrico generado por la unión p-n produce la separación de los portadores antes de que puedan recombinarse de nuevo, ocasionando la circulación de la corriente que suministra energía a la carga.
3. La presencia del voltaje en los terminales del dispositivo produce, como en cualquier dispositivo de unión p-n, fenómenos de inyección y recombinación de pares

electrón/hueco, que en la célula solar actúan como pérdidas de recombinación que dependen del mencionado voltaje.

En resumen, la corriente entregada a una carga por un diodo semiconductor iluminado es el resultado neto de dos componentes internos de corriente que se oponen:

- La corriente foto generadora o fotocorriente I_L , que genera los portadores, producen la iluminación.
- La corriente de diodo o corriente de oscuridad I_D , que recombina los portadores, producen el voltaje externo necesario para poder entregar energía a la carga.

Admitiendo que la célula responde linealmente a estas excitaciones de iluminación y voltaje, la corriente neta que circula por el exterior vendrá dada por la suma algebraica de los dos componentes de corrientes anteriores:

$$I = I_L - I_D(V)$$

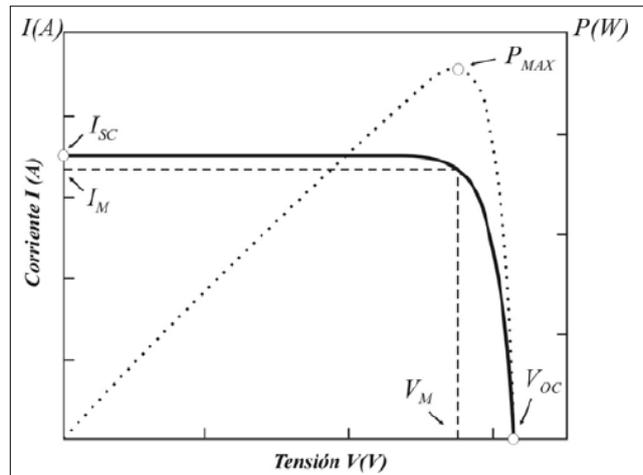
Ecuación característica de la célula solar.

ii. Características eléctricas de una celda fotovoltaica.

La característica eléctrica básica de una celda fotovoltaica está dada por su curva característica $I - V$ que da corriente I (A), la misma que fluye a través de la celda en función de la tensión V (V), existente entre los bordes de la celda. Todas ellas dependen de la Irradiancia (W/m^2), de la composición

espectral, de la radiación solar incidente y de la temperatura de la celda.

Figura 5: Curva característica de una celda fotovoltaica.



Fuente: Fuente: Balenzategui, J. (2007).

La máxima potencia eléctrica que se puede extraer de la celda, se produce al maximizar el producto I por V . En buenas celdas se tiene que los valores de I y V se encuentran en el punto de potencia máxima, entonces tomarían los valores I_M y V_M por consiguiente la potencia máxima entregada a la carga viene dada por la siguiente expresión:

$$P_{MAX} = I_M * V_M$$

En la gráfica anterior viene representada por el área del rectángulo formado por las líneas punteadas de la figura. La curva de potencia muestra que el valor máximo está por encima del "codo" de la curva $I - V$.

Además:

I_{SC} = Corriente en corto circuito,

V_{OC} = Voltaje en circuito abierto

V_{OC} Aumenta poco con la radiación, siendo de 0,55 V a 0,60 V para niveles de radiación típicos.

El cociente ($I_M * V_M / I_{SC} * V_{OC}$) se llama factor de relleno y es de 0,70 y 0,80 en celdas comerciales.

Para poder extraer la máxima potencia, se debe conectar a la celda fotovoltaica una carga “adaptada” igual a:

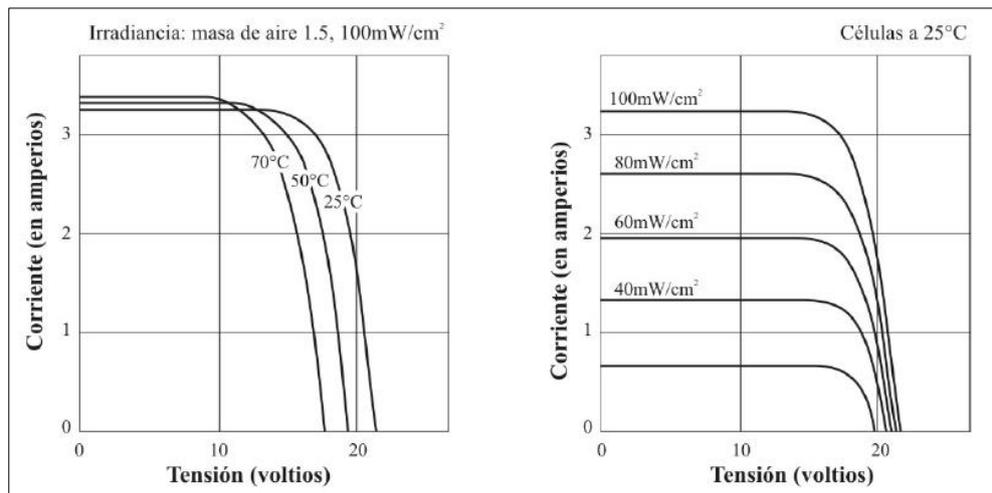
$$R_L = \frac{V_M}{I_M} (\Omega)$$

La potencia pico, expresada en W_p (Watts pico), se define normalmente como la potencia máxima que da una celda (o panel fotovoltaico) si incide una radiación solar de $1000 W/m^2$ y la celda está a $25^\circ C$ de temperatura.

Tómese como ejemplo lo siguiente: Una celda de $10 \times 10 \text{ cm}^2$ tiene una potencia de $1,0 W_p - 1,5 W_p$ (con $V_M = 0,5 V$ y $I_M = 2 A - 3 A$), corresponde a una eficiencia de 10% – 15%; es decir de 10% a 15% de la energía solar incidente puede ser extraída como energía eléctrica.

Por lo tanto, con un panel fotovoltaico de $50 W_p$, de cada $1000 W$ de radiación solar, se pueden extraer $50 W$ eléctricos. Al factor $1000 W \cdot h$ ó 1000 Vatios hora, se le suele denominar como “horas sol pico”.

Figura 6: Características Eléctricas: Influencia de la temperatura en sistemas fotovoltaicos.



Fuente: Solarex corp.

La figura muestra en el gráfico izquierdo las características de la corriente en función de la tensión para un módulo solar a diversas temperaturas; en el gráfico derecho las características de la corriente en función de la tensión para un módulo solar a diversos niveles de irradiancia.

La temperatura tiene una influencia importante, pues al aumentar la temperatura se incrementa ligeramente la corriente, disminuyendo la tensión, teniendo como resultado final la disminución de la potencia de 0,3% a 0,5% por cada °C. Al aumentar la irradiancia aumenta la corriente mientras el voltaje lo hace ligeramente.

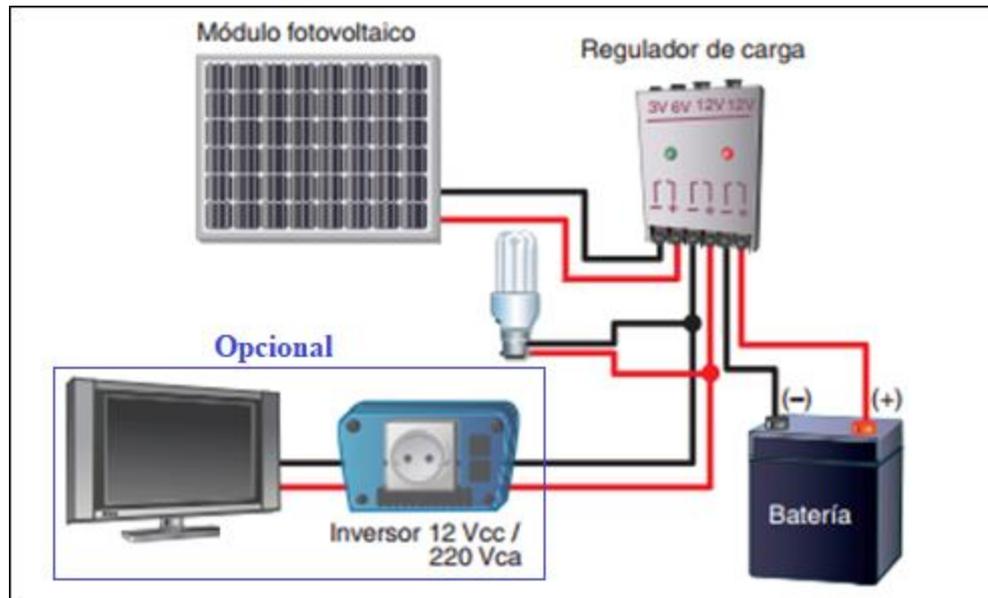
2.2.2. El Sistema Fotovoltaico.

Es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica. Los sistemas

fotovoltaicos se basan en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar energía solar en energía eléctrica.

Un sistema fotovoltaico para generación de electricidad tiene los siguientes componentes:

Figura 7: Sistema fotovoltaico.



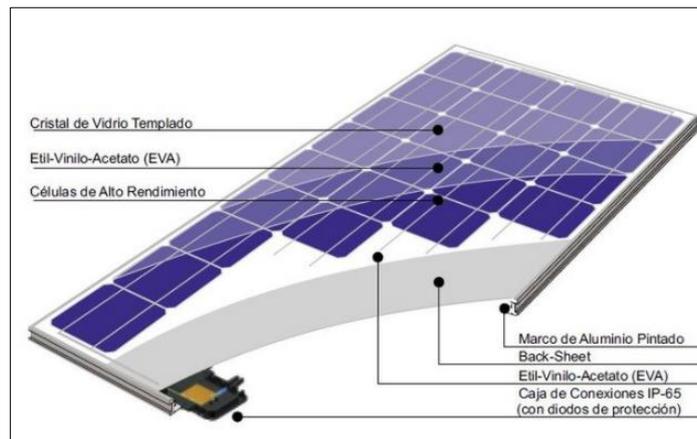
Fuente: Teoría sobre sistemas fotovoltaicos, 2016.

a) Módulo fotovoltaico.

Es el elemento básico para la construcción de los generadores fotovoltaicos. Está formado por la unión eléctrica de varias celdas de silicio o galio que generan un voltaje y corriente (continua) requeridos por la carga.

Este módulo proporciona los niveles de voltaje adecuados a cada aplicación, protege a las células frente a las agresiones de los agentes del clima, las aísla eléctricamente del exterior y por último da rigidez mecánica al conjunto.

Figura 8: Panel solar.



Fuente: Teoría sobre sistemas fotovoltaicos, 2016.

En general, un panel podría estar compuesto de uno o más grupos de celdas conectadas en serie o paralelo. Típicamente se conectan 36 a 40 celdas en serie para obtener un voltaje apropiado y una corriente para cargar baterías de 12 V.

Usualmente se caracterizan por la potencia eléctrica que suministran con una carga optimizada, esta potencia depende de la irradiancia, la temperatura, etc.

La eficiencia media de un panel suele variar entre los valores de 10% a 12%, referidos al área neta de las células. Todo panel tiene su curva característica $I - V$. Los paneles pueden conectarse en serie o paralelo según las necesidades.

La cantidad máxima (ideal) de energía que se puede esperar de un panel fotovoltaico, puede estimarse a partir de la potencia pico en Watts del mismo y del total diario de horas de incidencia de la energía solar. Multiplicando estas dos cantidades entre sí se obtiene el total de energía diaria en W.h.

El tiempo de vida útil de los paneles en condiciones normales de operación, aseguran los expertos, es alrededor de los 20 años.

En condiciones estándares:

El comportamiento eléctrico de un módulo fotovoltaico (Característica $I - V$), bajo determinadas condiciones de iluminación y temperatura, pueden obtenerse a partir de la información que proporciona el fabricante, y está constituida de varios parámetros de uso universal y definidos como sigue:

- Irradiancia: 100 mW/cm^2 ó 1000 W/m^2
- Distribución espectral (a nivel mar, absorción atmosférica AM-1,5)
- Incidencia normal
- Temperatura de la célula: $25 \text{ }^\circ\text{C}$

También es importante la orientación del panel, lo normal es ubicarlo fijo e inclinado hacia el norte en un ángulo igual al ángulo de latitud del lugar.

b) La batería.

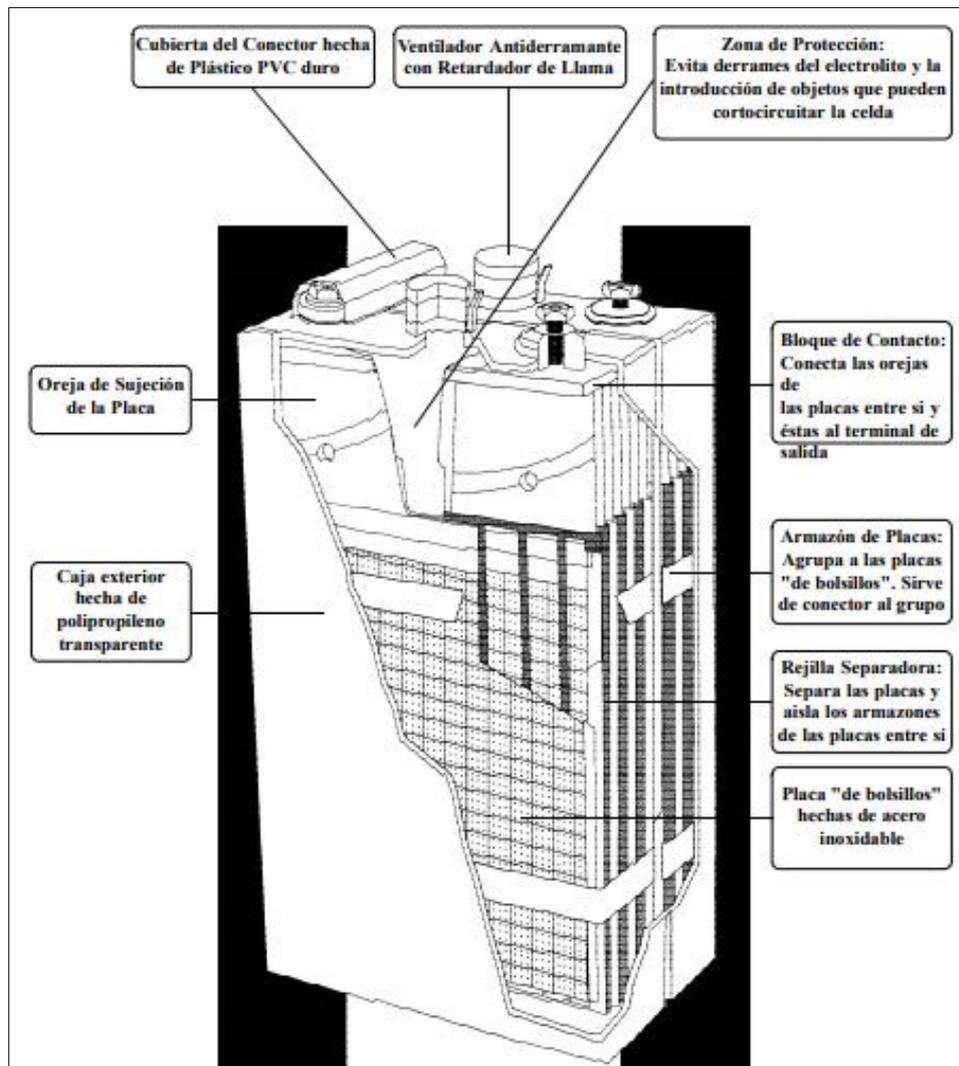
La generación fotovoltaica se realiza durante las horas de sol, y se almacena en un acumulador o batería que suministre energía a los equipos o cargas de uso cuando lo demanden, especialmente en horas de la noche.

Existen varios tipos de baterías que pueden servir para estos fines. Comúnmente se emplean baterías plomo-ácido. El voltaje de la batería determina el voltaje del sistema.

Las baterías se clasifican en primarias y secundarias. Las primarias están diseñadas para usarse sólo una vez, puesto que se consumen los reactantes químicos que la constituyen durante su descarga.

Las secundarias son diseñadas para poder ser recargadas y usadas muchas veces. Se aplica energía eléctrica a sus terminales y se invierte la reacción electroquímica, almacenando energía como potencial químico.

Figura 9: Batería solar de Ni-Cd con placas de bolsillo.



Fuente: Saft-Nife, Inc. Modelo Sunica.

La capacidad de una batería se expresa en Ampere-horas (A.h). Esta es la corriente de descarga que se puede obtener durante un intervalo de tiempo hasta que el voltaje baje a un valor mínimo. La vida útil de una batería oscila entre 5 a 10 años con un buen sistema de regulación de carga y descarga.

En cambio, el funcionamiento de una pila se basa en el potencial de contacto entre dos sustancias mediadas por un electrolito.

c) Reguladores de carga.

Son dispositivos electrónicos que preservan la vida de las baterías, evitan las sobrecargas (gasificación) y sobre descargas (cruce de celdas).

Para un correcto funcionamiento de la instalación, hay que instalar un sistema de regulación de carga en la unión entre los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de **regulador** y tiene como misión evitar situaciones de carga y sobrecarga de la batería, con el fin de alargar su vida útil.

El regulador por tanto trabaja en las dos zonas. En la parte relacionada con la carga, su misión es la de garantizar una carga suficiente al acumulador y evitar las situaciones de sobrecarga, y en la parte de la descarga se ocupará de asegurar el suministro eléctrico diario suficiente y evitar la descarga excesiva de la batería.

El diseño mecánico del control de carga debe facilitar el montaje de la unidad a un soporte y el conexionado de la unidad

al resto del sistema. Independientemente del tamaño de la unidad, ésta deberá tener aletas perforadas que hagan posible el uso de tornillos para su retención al sostén. Verifique que la posición de montaje no altera el comportamiento de la unidad. La caja que contiene a la unidad debe proveer protección ambiental adecuada.

En el mercado se pueden encontrar una diversidad de modelos, clasificados por la corriente que controlan (8 A, 10 A, 20 A, 30 A).

Un regulador controla los siguientes puntos:

Desconexión de módulo (V)	: 13,90 a 14,60
Reconexión de módulo (V)	: 12,60 a 13,50
Desconexión de carga (V)	: 11,45 a 11,90
Reconexión de carga (V)	: 13,20 a 13,60

Figura 10: Regulador de carga.



Fuente: Imagen referencial registrada por el autor.

d) Inversores DC-AC.

Un sistema fotovoltaico genera corriente continua (12 V, 24 V, 48 V), pero muchos equipos requieren corriente alterna (220 V, 60 Hz), es por ello que se emplean inversores que son unos

dispositivos electrónicos que convierten la tensión continua de entrada (12 V, 24 V) en tensión alterna. También se emplean conversores DC/DC, para acoplar diferentes voltajes DC.

Figura 11: Inversor.



Fuente: Leaf energy.

e) Carga – Luminaria LED.

Para el presente estudio se utilizarán luminarias LED, que consumen energía eléctrica (DC). Estos equipos son de alta eficiencia y bajo consumo de energía con un alto flujo lumínico.

Las luminarias solares LED para alumbrado público con núcleo lumínico de LED, con un sistema de alto rendimiento, durabilidad, la garantía de encendido los 365 días del año.

Figura 12: Luminaria LED.



Fuente: Cree/lighting.

f) **Conductores eléctricos: Cables de conexión.**

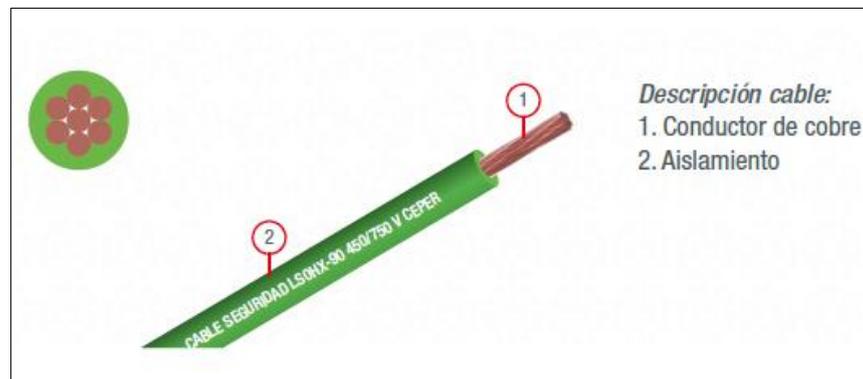
Veamos las siguientes definiciones:

Alambre eléctrico: Es un conductor solido de forma cilíndrica (generalmente de metal estirado).

Conductor: Es un alambre, cable o cualquier otro metal o aleación apropiado para conducir la energía eléctrica.

Conductor cableado: Es el conductor compuesto de un grupo de alambres de cobre o aluminio duro o semiduro, generalmente es torcido.

Figura 13: Conductor cableado.



Fuente: Catálogo general Ceper Cables, 2018.

Hilo: Es uno de los alambres que forman un conductor cableado.

Cable: Es un conductor de varios hilos (cable de un conductor) o una combinación de conductores aislados el uno del otro (cable multi-conductor).

Figura 14: Cable.



Fuente: Catálogo general Ceper Cables, 2018.

El cable de conexión representa el componente indispensable para el transporte de la energía eléctrica entre los diferentes bloques que integran un sistema fotovoltaico. Resulta inevitable que parte de esta energía se pierda en forma de calor, ya que la resistencia eléctrica de un conductor nunca es nula. Existen diferentes factores que determinan la elección de un material conductor como son:

- El Costo
- La Resistencia específica
- La posibilidad de fundirse
- La posibilidad de soportar los elementos de la naturaleza
- La Flexibilidad
- El punto de fusión
- El Peso
- La Elasticidad
- La resistencia a la tracción.

Hoy en día el cobre ofrece la mejor solución para nuestro diseño.

g) Componentes auxiliares de los sistemas fotovoltaicos en estudio.

El fácil acceso, control, y conversión de la energía generada por el sistema fotovoltaico crea la necesidad de incorporar al sistema la luminaria, éste componente forma parte de una lista de componentes auxiliares como los que a continuación describiremos las características técnicas de los que utilizaremos en el presente examen de suficiencia profesional.

g.1) Soporte fijo:

El soporte fijo es el de menor costo, pero no permite variar el ángulo de inclinación de los paneles con respecto a la horizontal. Esta restricción no siempre constituye un problema, ya que el régimen de carga puede, en muchas circunstancias, ser satisfecho con la selección de un ángulo de inclinación fijo.

El diseño de estos soportes hace posible el ajuste manual del ángulo de inclinación.

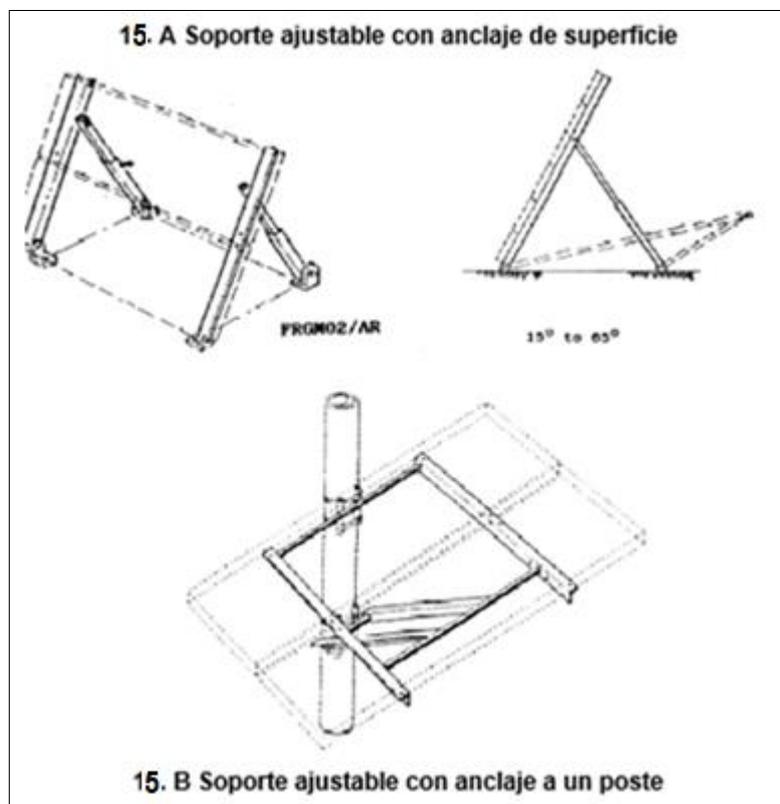
g.2) Soportes ajustables:

Algunos modelos han sido diseñados para ser anclados directamente al suelo o al techo de una casa (Figura 15-A), mientras que otros tienen sostenes que permiten su montaje a un poste de sostén (Figura 15-B). Existen numerosas variantes mecánicas para cualquiera de estos modelos, las que permiten montar varios paneles en un mismo sostén. Los

soportes con anclaje a una superficie pueden acomodar hasta 14 paneles, satisfaciendo las necesidades de consumo para una amplia gama de sistemas.

Cuando el montaje se hace usando un poste de sostén, el máximo se reduce a unos cuatro paneles, ya que este tipo de sostén tiene un mayor uso en aplicaciones de menor consumo (teléfono o luz de emergencia).

Figura 15. Soportes ajustables de un panel solar con anclaje a superficie y poste.



Fuente: Zomeworks corporation.

g.3) Seguidores automáticos:

Los seguidores automáticos tienen un mástil metálico central, el que sirve de sostén a un soporte móvil, cuya

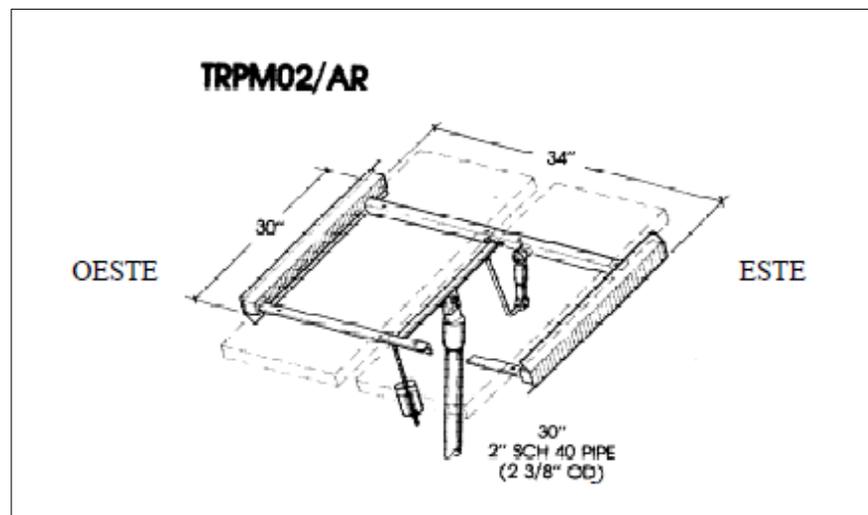
posición varía durante el día. Sobre este soporte se sujetan los paneles fotovoltaicos. Dependiendo del grado de libertad del movimiento, se conocen dos tipos: el seguidor de un eje y el de dos ejes.

Seguidor de un eje:

El seguidor de un eje solamente se mueve de este a oeste (movimiento azimutal). El de dos ejes combina el movimiento azimutal con el de norte a sur (elevación). Ambos tipos pueden acomodar numerosos paneles.

El mecanismo que provoca el movimiento azimutal del soporte de un eje es sumamente simple. El desplazamiento del sostén está basado en el cambio de peso experimentado por una substancia con baja temperatura de evaporación (freón), cuando ésta cambia del estado gaseoso al sólido. La siguiente figura ilustra este tipo de seguidor.

Figura 16: Seguidor automático de un eje.



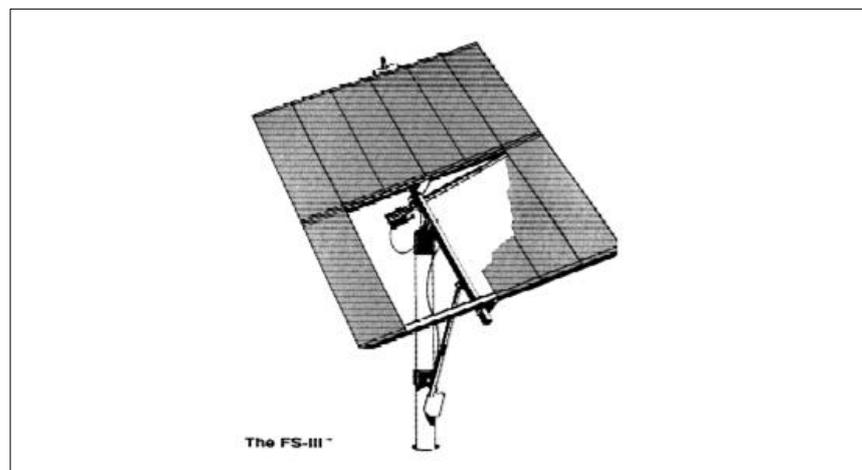
Fuente: Zomeworks corporation.

Como se observa en la ilustración, el sostén tiene dos tanques interconectados, los que están ubicados a lo largo de los lados este y oeste, respectivamente. Dos pantallas metálicas (una por lado) permiten bloquear o no la luz solar que incide sobre ellos, dependiendo de la inclinación del sostén. Asumiremos que, al amanecer, el soporte está inclinado hacia el este. Debido a la posición, la luz solar llega al tanque del lado este, evaporando el freón. Los gases se desplazan hacia el tanque del lado opuesto, el que permanece sombreado (menor temperatura). El gas se licúa, aumentando el peso del lado oeste. El desequilibrio fuerza el movimiento gradual hacia el oeste durante la duración del día. Su simplicidad lo hace extremadamente atractivo.

Seguidor de dos ejes:

El mecanismo del seguidor de dos ejes es del tipo activo. La figura siguiente muestra una unidad de este tipo.

Figura 17: Seguidor automático de dos ejes.



Fuente: Wattsun Corporation.

Dos sensores ópticos, uno por eje, responden a la intensidad solar, actuando sobre los mecanismos que controlan la posición de azimut y elevación del soporte. El consumo del sistema de control es de menos de 1 W. Un pequeño panel fotovoltaico, montado en el centro del soporte transversal inferior, es suficiente para activar el sistema y cargar una batería de Ni-Cd, la que extiende el período activo del control durante la noche.

Cuando el sol se pone, la ausencia simultánea de luz en los dos sensores provee una señal de reorientación para el sistema, forzando el desplazamiento del soporte hacia el este, lo que elimina por completo el tiempo de reorientación del seguidor. La rotación azimutal es de 120° y la de elevación 65° . El error en la perpendicularidad es de unos 3° . Este modelo no tiene restricciones en su uso cuando la temperatura ambiente es baja y soporta intensos vientos.

El uso de un seguidor automático de un eje aumenta considerablemente la duración del día solar promedio respecto a uno de inclinación fija. La magnitud de este aumento depende del ángulo de inclinación y la ubicación geográfica del sistema, pero no es difícil que éste oscile entre el 10% y el 50%. El uso de un sistema automático de dos ejes representa un incremento adicional en la duración del día solar de un 3% a un 5%, respecto al sistema de un eje.

Este aumento depende del grado de variación de la elevación solar para ese lugar.

Cuando se requieren seis o más paneles en un sistema fotovoltaico diseñado para soporte fijo, debe estudiarse la posibilidad de uno automático. Su incorporación reduce el número de paneles al alargar el día solar, generando ahorros que pueden ser aplicados a la compra del seguidor automático.

g.4) Fusibles:

El uso de fusibles proporciona seguridad y flexibilidad de trabajo al sistema fotovoltaico. Para evitar daños irreparables en el banco de baterías, así como en el cableado, se necesita la protección de un fusible entre el banco de baterías y la carga.

2.2.3. Aplicaciones de la energía solar en áreas rurales.

Los sistemas fotovoltaicos pueden emplearse para generar electricidad e iluminar calles y plazas públicas de una comunidad o asentamiento humano. Existen equipos destinados a este fin que constan básicamente de uno o más paneles solares, baterías, reguladores de carga con funciones ampliadas para el encendido y apagado, el poste que normalmente lleva el soporte para el panel en la parte superior y una lámpara de alta eficiencia.

En el diseño de estos sistemas un elemento importante a considerar son las características de las lámparas, para que en función de este

elemento se dimensione el panel que proporcionará la energía para su funcionamiento.

2.2.4. Niveles de iluminación exigidos en alumbrado público.

Según la norma técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución” (Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad 2002), en el título tercero “Estándares de calidad de alumbrado” indica que, toda instalación de alumbrado público debe cumplir, como mínimo, con el alumbrado para tráfico motorizado, tráfico peatonal y áreas públicas de recreación. Todo esto implica el control de la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos, la fiscalización de parte de las autoridades y la atención de reclamos que pudieran realizar los usuarios.

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 norma referida, de acuerdo al tipo de alumbrado que corresponde a la vía.

La identificación de los tipos de calzada se realizará de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1: Identificación de tipos de calzada.

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

Fuente: Minem-DGE.

Tabla 2: 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: Minem-DGE.

Tabla 3: 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: Minem-DGE.

Para **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 Tablas N° 4 y 5.

Tabla 4: Uniformidad de luminancia.

Tipo de alumbrado	Uniformidad Longitudinal	Uniformidad media
I	$\geq 0,70$	$\geq 0,40$
II	$\geq 0,65$	$\geq 0,40$

Fuente: Minem-DGE.

Tabla 5: Uniformidad media de iluminancia.

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

Fuente: Minem-DGE.

La iluminación de las veredas no deberá ser inferior al 20% de la iluminación media de la calzada.

Para la determinación de cálculos e interpretación de los valores mostrados en tablas señaladas es necesario definir lo siguiente:

2.2.5. Procedimiento de cálculos de iluminancia para A.P.

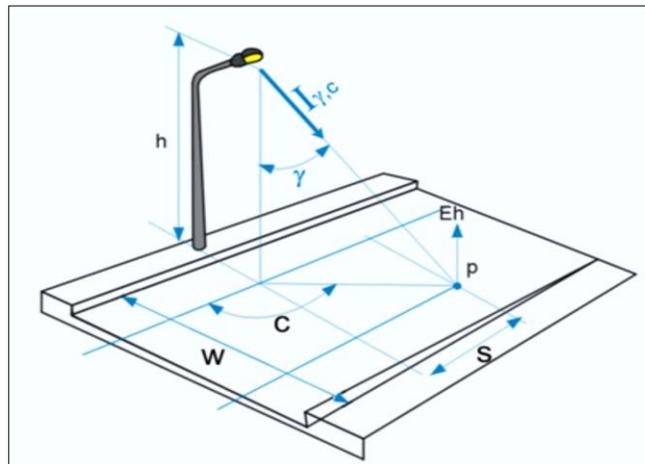
Para iniciar un cálculo lumínico destinado a alumbrado público, se deberán tener en cuenta tanto la función del espacio público como los detalles y características del sitio de instalación y de los puntos de luz. La exigencia del alumbrado público está en relación directa con la

intensidad del tráfico y la velocidad media de los vehículos que la transitan. Los cálculos de diseño de alumbrado público se deben hacer con base en luminancia o iluminancia según requerimientos particulares.

a) Iluminancia en un punto.

La iluminancia indica la cantidad de luz que llega a una superficie y se define como el flujo luminoso recibido por unidad de superficie.

Figura 18: Parámetros para calcular la Iluminancia en el punto “P”.



Fuente: Retilap, 2010.

En la figura, si aplicamos la ley de cosenos nos permite determinar y a la vez obtener un valor para la Iluminancia horizontal en el punto “P”, asimismo si expresamos en función de la intensidad luminosa nos queda como:

$$E_P = \sum_{i=1}^n \frac{I(\gamma_i, C_i)}{h^2} \cos^3 \gamma \dots \dots \dots (2.2.5.a.1)$$

Donde:

$I_{(\gamma_i, C_i)}$: Intensidad luminosa en dirección del punto P,
determinada por los ángulos γ y C.

γ : Ángulo vertical sobre el plano C considerado.

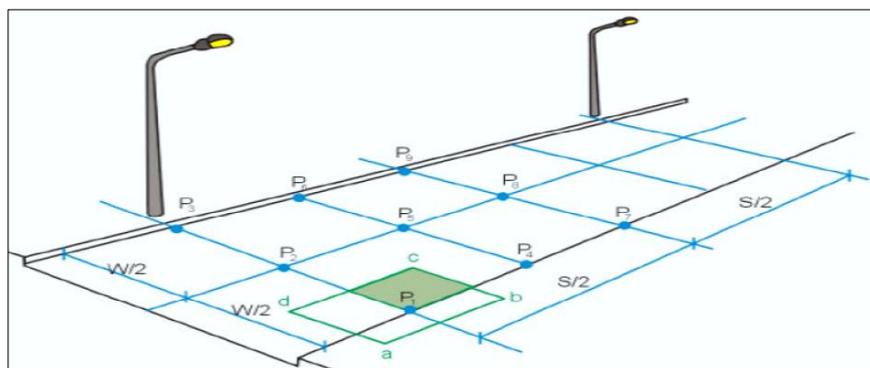
h : Altura de montaje de la luminaria.

n : Número de luminarias.

b) Cálculo de Iluminancia promedio de una vía mediante el método de los 9 puntos.

Indica que es necesario ubicar cada uno de estos puntos de cálculo sobre la porción típica de la vía considerada, definiendo un rectángulo de área largo (S/2) por ancho (W). De este modo, tal rectángulo se divide en cuatro partes, dos longitudinales y dos transversales, de modo que los puntos a considerar son cada uno de los vértices de los nuevos rectángulos generados. Así se obtienen los 9 puntos.

Figura 19: Cálculo de la iluminancia promedio, método de los 9 puntos.



Fuente: Retilap, 2010.

Se considera iluminancia en cada punto de medida como la que corresponde a un rectángulo de dimensiones $(W/2)*(S/2)$.

La iluminancia promedio sobre la vía se calcula teniendo en cuenta la contribución de iluminancia de cada punto a la porción típica de vía. Así:

- Los puntos extremos tienen una contribución de 0,25.
- Los puntos intermedios de 0,5 y
- El punto central de 1. Así:

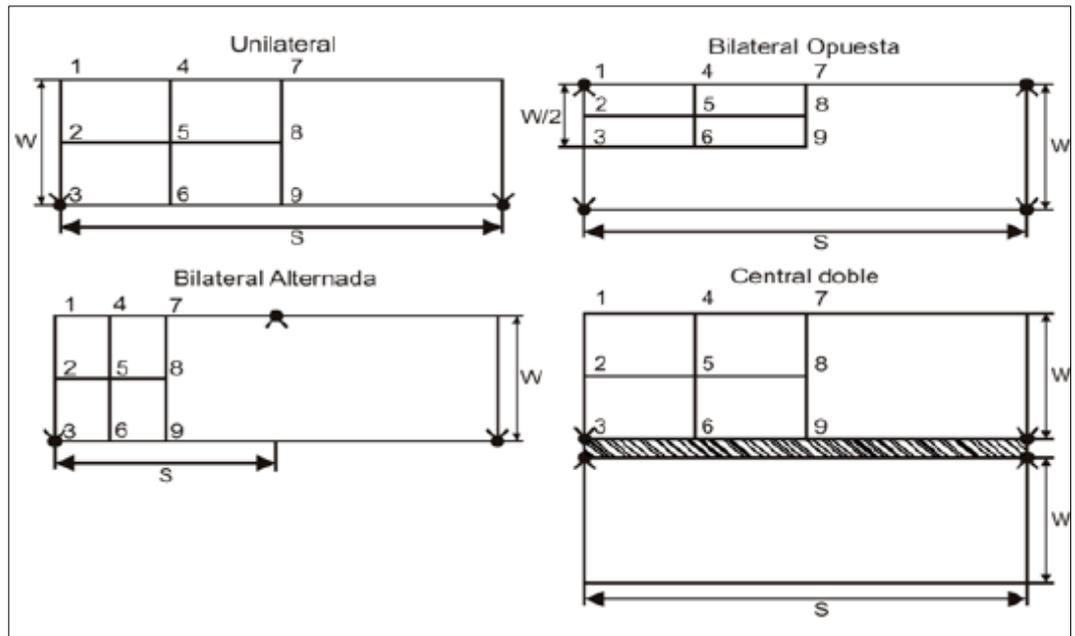
La iluminancia E_1 leída en el punto P_1 corresponde al área del rectángulo a, b, c, d , pero tan sólo la cuarta parte de esa área corresponde a un área sobre la vía considerada (área sombreada). Igual sucede con la iluminación de los puntos P_3, P_7 y P_9 . Por tanto la contribución de esos puntos debe ser ponderada al 25%. Por idéntico razonamiento, los puntos P_2, P_4, P_6 y P_8 representan la iluminación de áreas que tan solo tienen el 50% sobre la vía, el punto P_5 , a diferencia de los demás, representa un área totalmente contenida en la vía por lo que su contribución al promedio es completa. Por tanto, la iluminación promedio sobre la vía queda determinada de la siguiente manera:

$$E_{Prom} = \frac{1}{16} [(E_1 + E_3 + E_7 + E_9) + 2(E_2 + E_4 + E_6 + E_8) + 4E_5]$$

..... (2.2.5. b.1)

Siendo $E_1, E_2, E_3, \dots, E_9$ las iluminancias en los puntos $P_1, P_2, P_3, \dots, P_9$ respectivamente.

Figura 20: Selección de los 09 puntos según disposición de las luminarias.



Fuente: Retilap, 2010.

c) Cálculo de Iluminancia promedio de una vía mediante el método del coeficiente de utilización.

En el diseño de alumbrado público, uno de los documentos fotométricos que identifica una luminaria, es la curva del coeficiente de utilización K , el cual sirve para calcular, a partir del conocimiento de la geometría de la vía considerada y la disposición de las luminarias, la iluminancia media sobre la calzada.

En el proceso de diseño y a partir de una iluminancia media dada, puede usarse para calcular la interdistancia. Otra forma de aplicar esta curva, es calcular el flujo luminoso necesario para obtener una iluminancia dada, a partir de una interdistancia fija.

La fórmula general del cálculo es:

$$E_{Prom} = \frac{\emptyset * K_t * F_M}{S * W} \dots \dots \dots (2.2.5.c.1)$$

Donde:

E_{Prom} : Iluminancia promedio sobre la calzada (Lux).

\emptyset : Flujo luminoso mantenido de la lámpara (lm).

K_t : Coeficiente de utilización del sistema total calculado (%).

F_m : Factor de mantenimiento.

S : Interdistancia de luminarias (m).

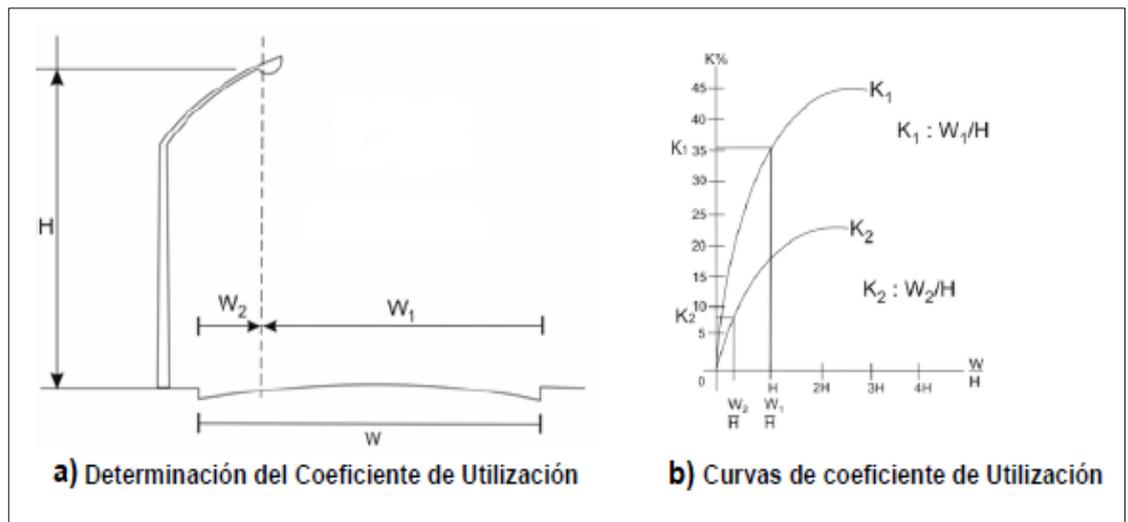
W : Ancho de la vía (m).

Las curvas de coeficiente de utilización K expresan el porcentaje del flujo luminoso emitido por la luminaria y que cae sobre la superficie de la calzada, en función del ancho de la misma. Como punto de referencia, se toma la vertical de la luminaria. Véase la Figura N° 21-a.

Una luminaria de alumbrado público tiene dos curvas K. La primera, denominada K1, representa el flujo luminoso hacia el frente, hacia adelante, hacia la calzada. La segunda, denominada K2, representa el flujo luminoso hacia atrás, hacia las casas, hacia el andén.

Véase la Figura N° 21-b.

Figura 21: Determinación y curvas del coeficiente de utilización (K).



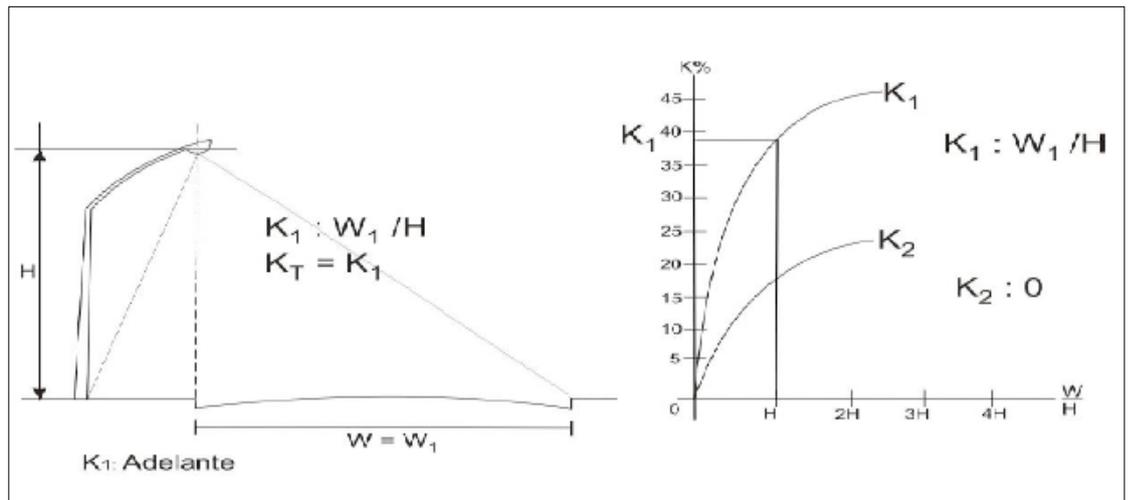
Fuente: Retilap, 2010.

Para calcular K_1 se calcula la relación W_1/H se ubica el valor en la abscisa de la figura N° 21-b y se sigue verticalmente hasta cortar la curva K_1 . En este punto, horizontalmente se lee el valor K_1 . Igual procedimiento se sigue para el cálculo de K_2 pero utilizando el valor W_2 y la curva K_2 .

Dependiendo de la disposición de las luminarias, se obtiene el coeficiente de utilización total de la luminaria K_T de acuerdo con las figuras que se muestran a continuación:

En Localización Unilateral la vertical de la luminaria coincide con el borde de la calzada.

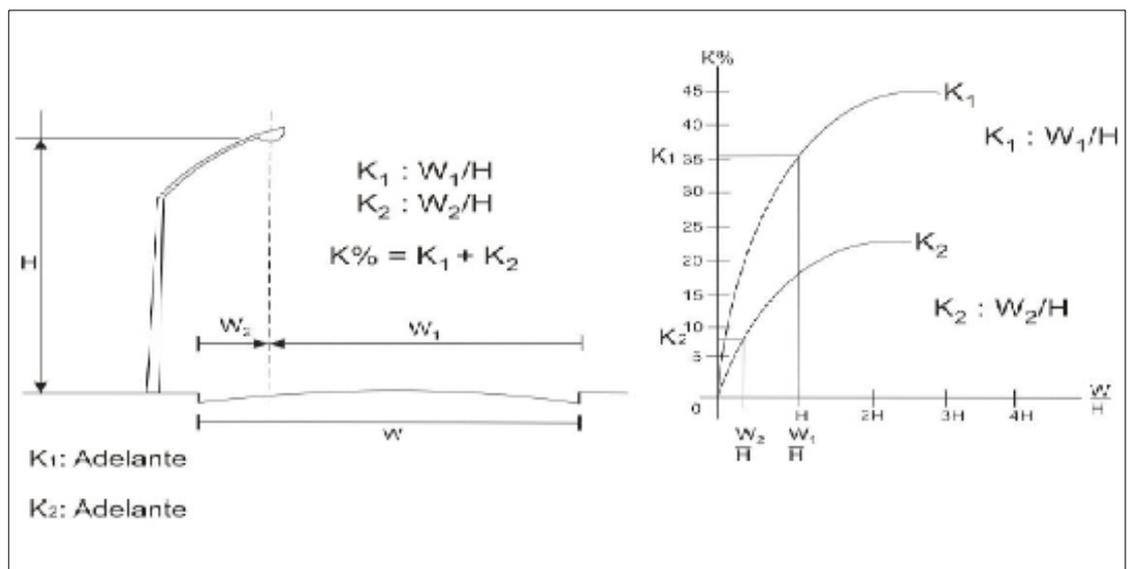
Figura 22: Determinación de K, luminaria sobre la calzada.



Fuente: Retilap, 2010.

Cuando la luminaria está sobre la acera y avanza W_2 sobre la calzada:

Figura 23: Determinación de K, luminaria sobre la calzada.

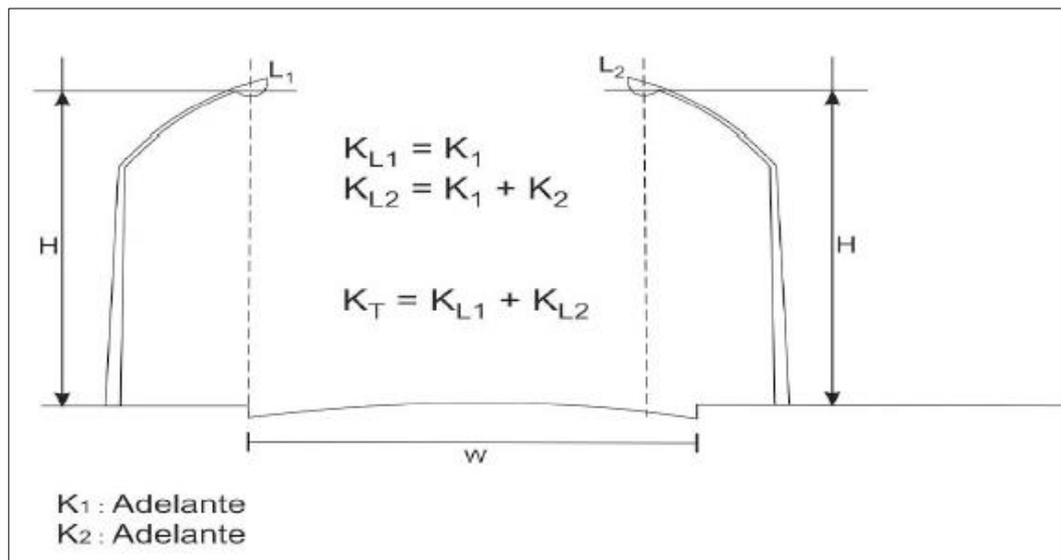


Fuente: Retilap, 2010.

Cuando la luminaria está sobre la acera, a W_2 de la calzada.

Suponiendo todas las luminarias localizadas del mismo lado, si los avances o retrocesos de las luminarias son diferentes de un lado con relación al otro, se deben efectuar dos cálculos y el coeficiente K, será la suma de los valores encontrados.

Figura 26: Determinación de K, localización bilateral alternada (tres bolillos).



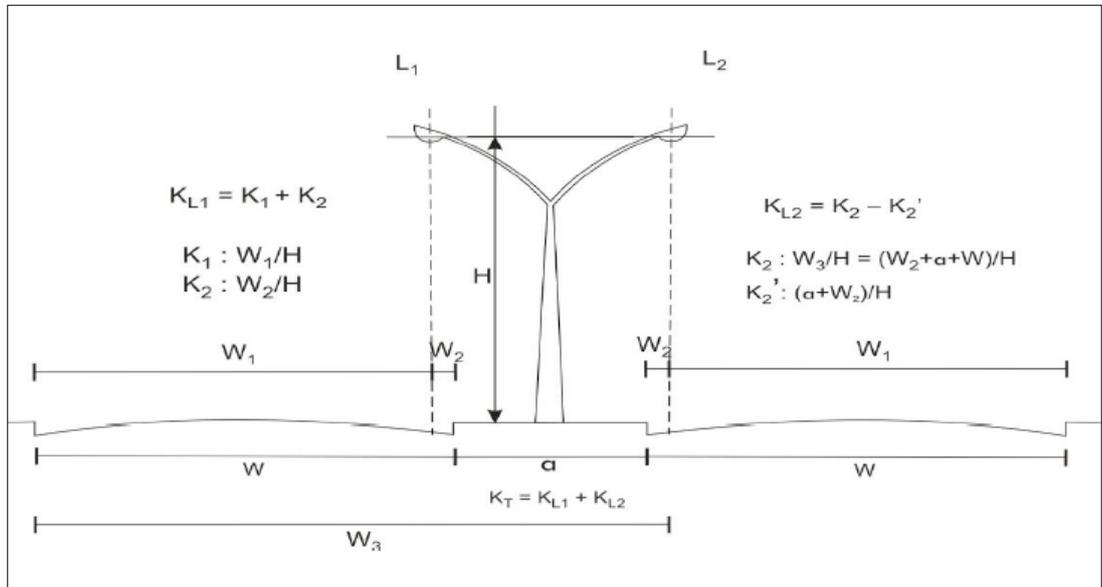
Fuente: Retilap, 2010.

Localización bilateral opuesta: El cálculo es idéntico al cálculo del coeficiente K en localización unilateral, para cada uno de los lados, con la misma observación hecha para el caso de la localización bilateral alternada, con relación a los avances y retrocesos de las luminarias. Es evidente que el número de luminarias que se toma en consideración, es el doble con relación a la localización unilateral.

Localización central doble: En la figura N° 27 se calcula separadamente el coeficiente de utilización de cada luminaria

siguiendo el procedimiento analizado en los casos mencionados anteriormente.

Figura 27: Determinación de K, localización central doble.



Fuente: Retilap, 2010.

2.2.6. Procedimiento de cálculos de luminancia:

La luminancia, es una medida de la luz que llega a los ojos, procedente de los objetos y es la responsable de excitar la retina provocando la visión. Esta luz proviene de la reflexión que sufre la iluminancia cuando incide sobre los cuerpos.

Se puede definir, pues, como la porción de intensidad luminosa por unidad de superficie que es reflejada por la calzada en dirección al ojo. Su unidad es: Cd/m².

a) Coeficiente de luminancia:

Para poder calcular la luminancia de una superficie es necesario conocer sus propiedades de reflexión.

Para tales efectos, se puede definir un coeficiente de reflexión q , como la relación entre la luminancia y la iluminancia de un punto de la superficie de tal modo que:

$$q = \frac{L}{E_H} \dots \dots \dots (2.2.6.a.1)$$

Donde:

q : Coeficiente de luminancia en el punto P.

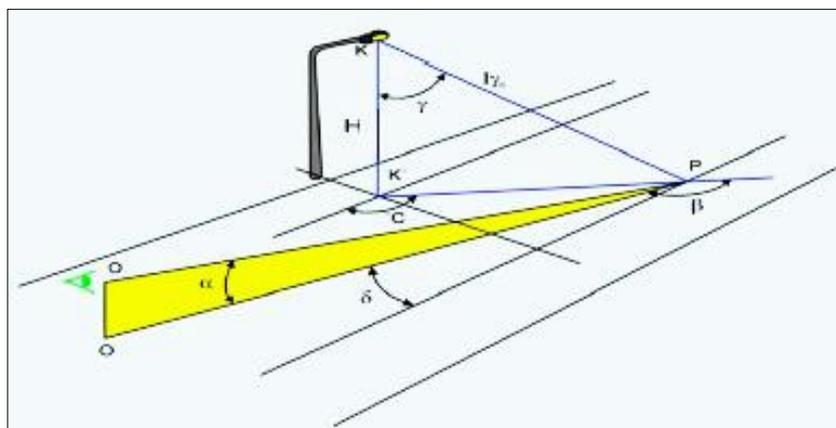
L : Luminancia en el punto P.

E_H : Iluminancia horizontal en el punto P.

El coeficiente de luminancia para una calzada está en función de la dirección de incidencia de la intensidad luminosa, de la dirección de observación y, de manera general de los cuatro ángulos ($\alpha, \beta, \gamma, \delta$).

$$q = f(\text{Calzada}, \alpha, \beta, \gamma, \delta).$$

Figura 28: Parámetros a considerar en el cálculo de luminancia.



Fuente: Retilap, 2010.

Para el área de la calzada considerada por un conductor comprendida entre 60 m y 160 m delante de él, α sólo varía entre

0,5° y 1,5°. Dado que la dependencia de q con respecto a α permanece prácticamente constante, es usual que los coeficientes de luminancia sean determinados con α mantenida constante a 1°. En relación con el ángulo δ , que varía entre 0° y 20°, no incide en el cálculo y en la práctica se desprecia. Este es el estándar de la CIE.

En consecuencia, el coeficiente de luminancia, para una calzada específica:

$$q = f(\beta, \gamma)$$

Por tanto:

$$L = q * E \dots (2.2.6.a.2)$$

$$E = \frac{I}{H^2} * \text{Cos}^3 \gamma$$

$$L = \frac{I}{H^2} (q * \text{Cos}^3 \gamma)$$

$$L = \frac{1}{H^2} * I * r \dots (2.2.6.a.3)$$

Donde $(q * \text{Cos}^3 \gamma)$, se le conoce como coeficiente reducido de luminancia r .

Coeficiente reducido de luminancia r : Las tablas que caracterizan las propiedades reflectivas de una superficie no se dan en términos del coeficiente de luminancia q sino del coeficiente de reducción de luminancia r . Estas tabulaciones características se denominan Tablas R (son el resultado de

análisis de observaciones y mediciones en distintos lugares y se deben aplicar de acuerdo con el tipo de superficie).

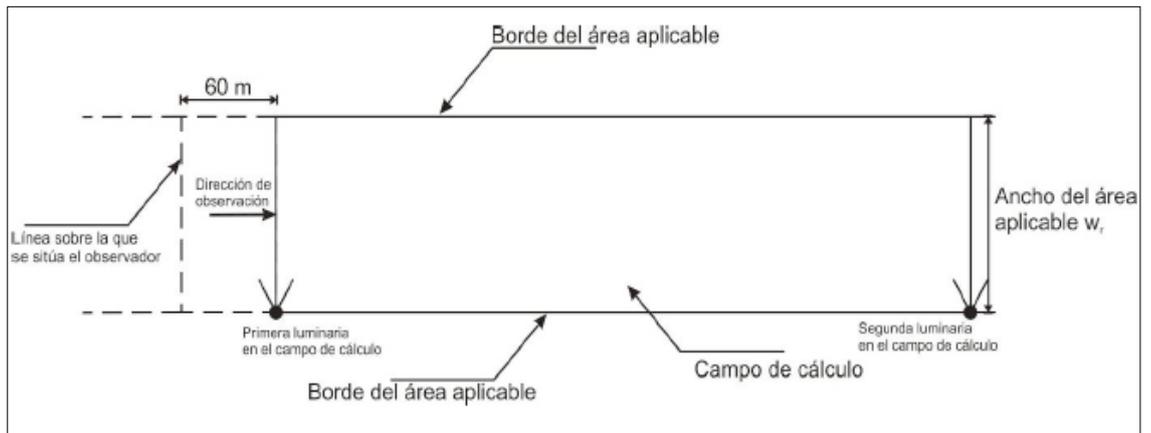
b) Cálculo de luminancia promedio sobre la vía:

En la dirección longitudinal de una vía recta, el campo de cálculo debe quedar entre dos luminarias de la misma fila. La primera luminaria debe estar situada a 60 m delante del observador.

En la dirección transversal, se debe considerar el ancho de la calzada en vías sin separador central y el ancho de una calzada en vías con separador central. Sin embargo, todo está limitado por la aplicabilidad de la Tabla R. Esta tabla está definida para un observador que ve la vía con un ángulo de observación de 1° , para una altura de ojo del observador de 1,5 m; esto da como resultado que el punto observado debe situarse a 86 m delante del observador.

Se ha demostrado que la Tabla R se aplica por encima de un rango de ángulos de visión situados entre $0,5^\circ$ y $1,5^\circ$, lo cual resulta en que dicha tabla es aplicable a puntos que quedan entre 57 m y 172 m, aproximadamente (convencionalmente, se toma entre 60 m y 160 m), delante del observador.

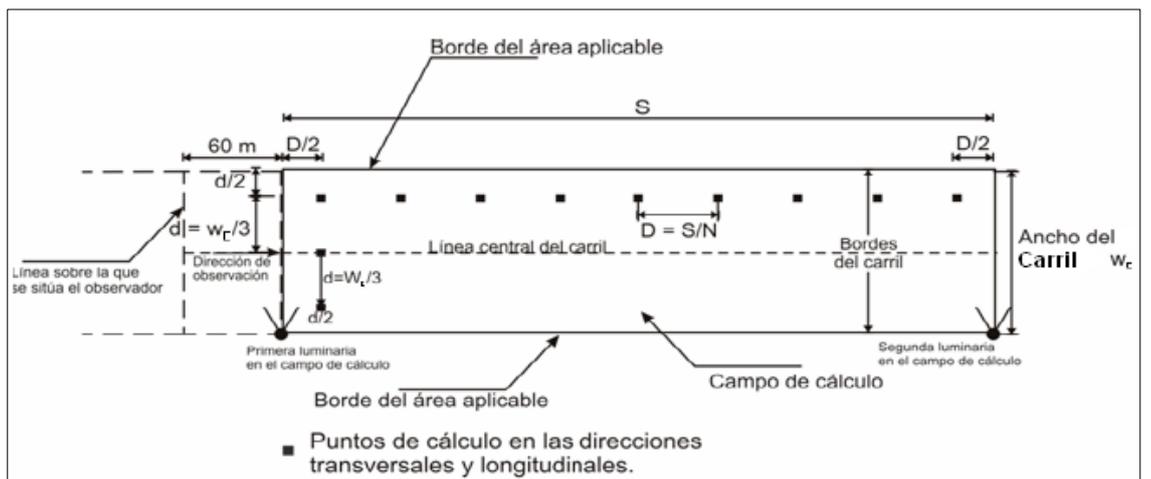
Figura 29: Campo de cálculo de la luminancia de la calzada.



Fuente: Retilap, 2010.

Posición de los puntos de cálculo.

Figura 30: Posición de los puntos de cálculo de la iluminancia en un carril.



Fuente: Retilap, 2010.

En la dirección longitudinal: El espaciado (D) en la dirección longitudinal se determina a partir de la ecuación $D = S/N$, en donde:

D : Espaciado entre puntos en la dirección longitudinal (m).

S : Es el espaciado entre luminarias en la misma fila (m).

N : Es el número de punto de cálculo en la dirección longitudinal, escogidos de manera que:

Para $S \leq 30$ m, $N = 10$; para $S > 30$ m, N es el entero más pequeño para que se obtenga D menor o igual a 3 m.

La primera fila transversal de puntos de cálculo se esparcía a una distancia $d/2$ a partir de la primera luminaria (alejada del observador).

En la dirección transversal: El espaciado (d) en la dirección transversal se determina a partir de la ecuación: $d = Wc/3$, en donde **d** es el espaciado entre puntos en la dirección transversal (m) y Wc es el ancho de cada carril de circulación. Los puntos de cálculo más alejados se espacian $d/2$ desde los bordes del carril.

Posición del observador: El ángulo de observación desde la horizontal se fija en 1° . En la dirección transversal el observador se sitúa en el centro de cada carril de circulación y longitudinalmente a 60 m a partir del primer punto.

La Luminancia promedio (L_{prom}) y la uniformidad global de la luminancia (U_o), se calculan para la totalidad de la calzada, para cada posición del observador.

c) Factor de uniformidad general de luminancia:

Relación de la luminancia mínima de la superficie de la calzada a su luminancia máxima:

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \dots \dots (2.2.6.d.1)$$

d) Factor de uniformidad media de luminancia o iluminancia:

La uniformidad media de luminancia o de iluminancia se calcula de la siguiente manera: $\frac{L_{\min}}{L_{prom}}$; $\frac{E_{\min}}{E_{prom}}$.

e) Factor de uniformidad longitudinal de luminancia:

Se calcula como el cociente entre la luminancia más baja y la más alta en la dirección longitudinal a lo largo de la línea central de cada carril de circulación, incluyendo el borde de carretera en el caso de autopistas. El número de puntos en la dirección longitudinal y el espaciado entre ellos deben ser los mismos que los utilizados para el cálculo de la luminancia promedio.

$$U_L = \frac{L_{\min}}{L_{\max}} \dots \dots \dots (2.2.6.e.1)$$

El observador debe estar a 60 m del primer punto y debe estar alineado con la fila de puntos.

f) Incremento de Umbral TI (%):

Es una medida de la pérdida de visibilidad causada por un deslumbramiento enceguedor originado por la luminaria. Por tanto, es una medida del deslumbramiento fisiológico. La fórmula para calcular este valor se basa en calcular porcentualmente la diferencia de luminancia necesaria para volver a ver el objeto en presencia de un nivel de deslumbramiento dado, respecto a la diferencia de luminancia necesaria para ver el objeto pero en

ausencia del deslumbramiento.

El incremento de umbral TI se calcula para el estado inicial de la instalación, es decir, con la luminaria nueva y con el flujo inicial de la bombilla, mediante la siguiente fórmula:

$$TI = K * \frac{E_g}{L_{prom}^{0,8} * \theta^2} (\%) \dots \dots (2.2.6.f.1)$$

Donde:

K es una constante que varía con la edad del observador.

Generalmente se considera un observador de 23 años de edad, en cuyo caso K = 650 porque:

$$L_v = 10 * \frac{E_g}{\theta^2} \text{ y } TI = 65 * \frac{L_v}{L_{prom}^{0,8}}; TI = 650 * \frac{E_g}{L_{prom}^{0,8} * \theta^2}.$$

Para edades del observador diferente a 23 años, el valor de la constante K se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$K = 642 * \left[1 + \left(\frac{A}{66,4} \right)^4 \right] \dots \dots (2.2.6.f.2)$$

En donde:

A, es la edad del observador en años.

E_g, es la iluminancia total inicial producidas por las luminarias, en su estado nuevo, sobre un plano normal a la línea de visión y a la altura del ojo del observador.

El observador está ubicado a una altura de 1,5 m sobre el nivel de la calzada y con relación a ésta colocado de la siguiente manera:

Transversalmente a 1/4 de ancho total de la calzada y longitudinalmente a una distancia $2,75 (H-1,5)$, medida desde el frente de la luminaria. Donde H es la altura libre de montaje de la luminaria, en metros. (Se asume que el ángulo de apantallamiento del techo del vehículo es de 20°).

L_{prom} , es la luminancia media inicial de la superficie de la calzada.

θ , es el ángulo en grados entre línea de visión y el centro de cada luminaria.

Esta ecuación es válida para:

$$0,05 < L_{prom} < 5 \text{ cd/m}^2 \text{ y } 1,5^\circ < \theta < 60^\circ$$

E_g se añade para la primera luminaria en la dirección de observación y luminarias más alejadas, hasta una distancia de 500 m.

g) Índice de control del deslumbramiento (G).

El deslumbramiento producido por luminarias o los reflejos en la calzada, es un problema considerable por sus posibles repercusiones. En sí mismo, no es más que una sensación molesta que dificulta la visión pudiendo, en casos extremos, llegar a provocar ceguera transitoria. Se hace necesario, por tanto, cuantificar este fenómeno y establecer unos criterios de calidad que eviten estas situaciones peligrosas para los usuarios.

Se denomina **Deslumbramiento** a la condición de la visión en la cual se experimenta una molestia, o una reducción en la aptitud de distinguir los objetos, o ambas cosas simultáneamente, como resultado de una distribución desfavorable de la luminancia o de su escalonamiento entre valores extremos muy diferentes, o como resultado de contrastes exagerados en el espacio y en el tiempo. Este fenómeno se evalúa de acuerdo a una escala numérica, obtenida la Norma Técnica DGE “Alumbrado de Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución”, que va del deslumbramiento insoportable al imperceptible.

Tabla 6: Índice de control de deslumbramiento (G).

VALOR (G)	DESLUMBRAMIENTO
1	Insoportable
3	Molesto
5	Apenas aceptable
7	Satisfactoriamente tolerable
9	Imperceptible

Fuente: Minem – DGE.

2.2.7. Alumbrado público en zonas urbano-rurales y rurales.

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:

1. Plazas principales o centro comunal de la localidad.
2. Vías públicas en el perímetro de las plazas principales.

3. Vías públicas importantes.
4. 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.

2.3. Definición conceptual de la terminología empleada.

1. Análisis:

Es un estudio profundo de un sujeto, objeto o situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de su surgimiento, creación o causas originarias.

2. Alumbrado público:

Es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objetivo de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades.

3. Artefacto de alumbrado:

Artefacto de alumbrado público constituido por la luminaria, la lámpara de alumbrado y los accesorios para el encendido.

4. Muestra:

En estadística, una muestra es un subconjunto de casos o individuos de una población. En diversas aplicaciones interesa que una muestra sea representativa y para ello debe escogerse una técnica de muestreo adecuada que produzca una muestra aleatoria adecuada (se obtiene una

muestra sesgada cuyo interés y utilidad es más limitado dependiendo del grado de sesgo que presente).

5. LED:

Light Emitting Diode (diodo emisor de luz) es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz policromática, es decir, con diferentes longitudes de onda, cuando se polariza en corriente directa y es atravesado por la corriente eléctrica. El color depende del material semiconductor empleado en la construcción del diodo, variando desde el ultravioleta, pasando por el espectro de luz visible, hasta el infrarrojo.

6. Luminaria:

Aparato que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que, además de los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito eléctrico de alimentación contiene, en su caso, los equipos auxiliares necesarios para su funcionamiento.

7. Flujo luminoso:

Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa (puede ser una lámpara) en la unidad de tiempo (segundo). Unidad: lm.

8. Luminancia media:

Es el promedio aritmético de todos los valores de luminancia medidos en un tramo o vano.

9. Iluminancia media:

Es el promedio aritmético de todos los valores medidos de iluminancia en un tramo o vano.

10. Intensidad luminosa (Cd):

Cociente del flujo luminoso emitido por la fuente propagada en un elemento de ángulo sólido que contiene la dirección dada, por el elemento de ángulo sólido. Su unidad es la candela: Cd.

11. Lux:

Unidad de iluminancia.

12. Irradiación:

Es la energía solar proyectada por unidad de superficie a lo largo de un tiempo determinado.

Las cifras suelen referirse a un día y se miden en $W \cdot h/m^2$ o en $kW \cdot h/m^2$.

13. Irradiancia:

Es la potencia solar proyectada por unidad de superficie. Unidad: W/m^2 .

14. Radiación:

La radiación es transferencia de energía por ondas electromagnéticas, se produce directamente desde la fuente hacia afuera en todas las direcciones. La radiación es un proceso de transmisión de ondas o partículas a través del espacio o de algún medio.

15. Profundidad de descarga:

Es una medida de la cantidad de energía eléctrica que se extrae de una batería, con respecto a su capacidad total. La capacidad de la batería se reduce ligeramente debido a los ciclos de carga y descarga, y cuanto más profunda es la descarga de la batería, mayor es su pérdida de

capacidad, porque mayor es el grado de sulfatación que sufren los electrodos.

16. Potencia pico:

Es la potencia máxima que puede proporcionar un módulo fotovoltaico en condiciones estándar. Referida a una instalación fotovoltaica, es la suma de las potencias de todos los módulos fotovoltaicos que la forman.

17. Costo:

Es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción de un bien, servicio o actividad. Todo proceso de producción de un bien supone el consumo o desgaste de una serie de factores productivos, el concepto de coste está íntimamente ligado al sacrificio incurrido para producir ese bien. Todo coste conlleva un componente de subjetividad que toda valoración supone. El costo es recuperable por cuanto la salida es con la intención de obtener una ganancia y esto lo hace una inversión que es recuperable: es una salida de dinero y además se obtiene una utilidad.

18. Recurso:

Es una fuente o suministro del cual se produce un beneficio.

19. Inversión:

Es un término económico que hace referencia a la colocación de capital en una operación, proyecto o iniciativa empresarial con el fin de recuperarlo con intereses en caso de que el mismo genere ganancias.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.

3.1. Tipo y diseño de la investigación.

3.1.1. Tipo de investigación.

Por el tipo de la investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de:

Una **investigación descriptiva**, en razón, que se efectúa una secuencia de pasos realizando cálculos requeridos seleccionando los componentes y/o equipos adecuados integrando el análisis para plantear una propuesta de diseño y mejora en el alumbrado público de la ciudad de Chulucanas.

Una **investigación aplicada**, en razón que se utilizaron conocimientos ya estudiados correspondientes a cálculos para la selección de equipos, a fin de aplicarlos en la propuesta para el cambio de artefactos de alumbrado público convencionales por artefactos tipo LED alimentados con sistemas fotovoltaicos en la ciudad de Chulucanas – Morropón – Piura.

3.1.2. Nivel de la investigación.

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo, ya que para implantar la propuesta en cuestión mediante recopilación de información se pretende desarrollar los cálculos para la selección de equipos, posteriormente efectuar una valorización económica aproximada así como también una comparación con respecto con respecto al alumbrado público convencional.

3.1.3. Diseño de la investigación.

Según el propósito del estudio realizado corresponde a las investigaciones básicas que se caracterizan por que los resultados de la investigación son acerca de la realidad física y recogen datos como se presenta en la realidad del objeto de estudio; del presente trabajo en estudio se obtuvo las características técnicas de luminarias tipo LED con el diseño de su respectivo sistema fotovoltaico que debe implantarse en el nuevo sistema de alumbrado público.

3.2. Población y muestra.

3.2.1. Población.

El análisis realizado para el presente estudio está establecido para el conjunto de luminarias convencionales existentes en la infraestructura eléctrica actual de las Redes Eléctricas de Distribución de la ciudad de Chulucanas.

3.2.2. Muestra.

La unidad de análisis del que hay que obtener información o datos de estudio es una unidad de artefacto de alumbrado público.

3.3. Hipótesis.

3.3.1. Hipótesis general.

Se elabora una propuesta de diseño del cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico realizando una evaluación técnico económica obteniendo índices de rentabilidad comparativos entre estos dos sistemas.

3.3.2. Hipótesis específicas.

1. Se determinan los parámetros de diseño y características técnicas de los elementos y/o equipos a utilizar en el cambio de artefactos de alumbrado público.
2. Se identifican, determinan y dimensionan los componentes adecuados del sistema fotovoltaico que debe alimentar a cada artefacto de alumbrado público.
3. Se elabora una estructura técnico – económica a fin de realizar el cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico.
4. Se determinan indicadores de rentabilidad del proyecto mediante el análisis de los flujos de caja obtenidos durante el análisis técnico económico del cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico.

3.4. Variables – Operacionalización.

3.4.1. Variables.

Por su posición en una hipótesis o relación de dependencia se tiene:

a) Variable independiente.

Es aquella que explica, condiciona, o determina el cambio en los valores de la variable dependiente: **Análisis técnico económico del cambio de artefactos de alumbrado público convencionales por artefactos tipo LED alimentados con sistemas fotovoltaicos.**

b) Variable dependiente.

Es el fenómeno o situación explicada, se utiliza para describir o medir el problema estudiado: **Artefacto de alumbrado público convencional.**

c) Variable interviniente.

Es aquella que se interpone entre la variable independiente y la variable dependiente, no es objeto de estudio pero que al presentarse y no ser controlada puede distorsionar los resultados de la investigación: **Energía solar fotovoltaica.**

3.4.2. Operacionalización de las variables.

Proceso metodológico que consiste en descomponer deductivamente las variables que componen el problema de investigación, partiendo desde lo más general a lo más específico.

Tabla 7: Variables e indicadores del trabajo.

VARIABLES	INDICADORES
Variable independiente: Análisis para el cambio de artefactos de alumbrado público convencionales por artefactos tipo LED alimentados con sistemas fotovoltaicos.	<ul style="list-style-type: none">• Cantidad de elementos y/o equipos en estudio necesarios (Núm.).• Costo en inversión por artefacto de AP cambiado (S/.).• Comparación de artefactos de AP convencionales Vs. Artefactos LED alimentados con Sistemas Fotovoltaicos (S/.).• Cantidad de energía consumida en AP (kW.h.).• Ahorro energético, energía no consumida de la red convencional (S/.).
Variable dependiente: Artefacto de alumbrado público convencional.	<ul style="list-style-type: none">• Costo, inversión por artefacto de alumbrado público convencional (S/.).

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Métodos y técnicas de investigación.

Para hacer realidad el presente examen de suficiencia profesional:

- Se ha utilizado el análisis de investigaciones enfocadas a la mejora de eficiencia energética en el diseño de alumbrado público utilizando luminarias LED, energía solar y sistemas fotovoltaicos.
- Artículos informativos, revistas y catálogos que contienen información enfocada al alumbrado público expresando el cambio de luminarias convencionales por luminarias LED generando un ahorro energético, económico y emisión de gases contaminantes mitigando el calentamiento global.
- Una vez formulado el problema de investigación, se ha utilizado como técnicas de investigación: la observación, abstracción, el análisis, reflexión, búsquedas de alternativas de solución y la elección de la alternativa más viable asimismo la energía a utilizar en el diseño proviene del sol.

3.6. Descripción de los instrumentos utilizados.

Para conocer la situación actual del alumbrado público de la ciudad de Chulucanas:

- Se ha reconocido la infraestructura eléctrica de las Redes de Distribución en campo.
- Se ha revisado el historial de consumos de energía eléctrica correspondiente al alumbrado público en el año - 2017.
- Se ha realizado entrevistas con el Ing. Supervisor de Redes de Baja Tensión de la UU.NN Sucursales de Electronoroeste S.A sobre la problemática actual relacionada al alumbrado público.

- Se ha obtenido y revisado el historial de denuncias por deficiencias en el alumbrado público desde el año 2010 a Febrero del 2018 de la ciudad de Chulucanas.

3.7. Análisis estadístico e interpretación de los datos.

Para hacer posible el presente examen de suficiencia profesional se efectuó un análisis absoluto de los resultados registrados en las diferentes etapas de estudio así como los obtenidos durante la elaboración de la propuesta de diseño para el cambio de artefactos de alumbrado público por lo que permitió seleccionar los componentes y/o equipos adecuados así como también una evaluación de costos y consideraciones económicas aproximadas para la inversión prevista a futuro, una comparación de caja flujos futuros entre el alumbrado público alimentado con sistemas fotovoltaicos y el alumbrado público convencional, se plantea conclusiones fundamentadas que servirían en un plan de ahorro energético y mejora de indicadores técnicos, económicos, ambientales y de calidad del servicio eléctrico para la empresa Electronoroeste S.A.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.

Previo a la elaboración del desarrollo de la propuesta de investigación, es necesario describir la situación actual de la infraestructura eléctrica de las Redes de Distribución de la ciudad de Chulucanas donde se desarrollará el estudio en el ámbito de influencia de la concesionaria Electronoroeste S.A con la necesidad de implementar mejoras, posteriormente a ello, se tendrá en cuenta los siguientes criterios de diseño: Evaluación del recurso solar en base a las características del lugar, consumo energético y características de las unidades de alumbrado público.

4.1. Infraestructura eléctrica actual instalada en Chulucanas.

La infraestructura eléctrica de la localidad de Chulucanas presenta Redes de Distribución Aéreas conformadas por:

- Subestación de Distribución.
- Conductores eléctricos de baja tensión (tres líneas vivas, una neutra y una de alumbrado público) de cobre y/o aluminio.
- Postes de concreto armado centrifugado de 8 m y 9 m de longitud los cuales soportan los conductores eléctricos, y
- Luminarias con lámparas de vapor de sodio de 70 W.

En lo que respecta al alumbrado público, este consta de:

- Control directo en el tablero de distribución en las subestaciones de Distribución a través de una fotocélula o interruptor horario con su respectivo contactor.
- Una fase de alumbrado público y artefactos de alumbrado en cada poste existente.

Figura 31: Redes de Distribución de Baja Tensión, Chulucanas.



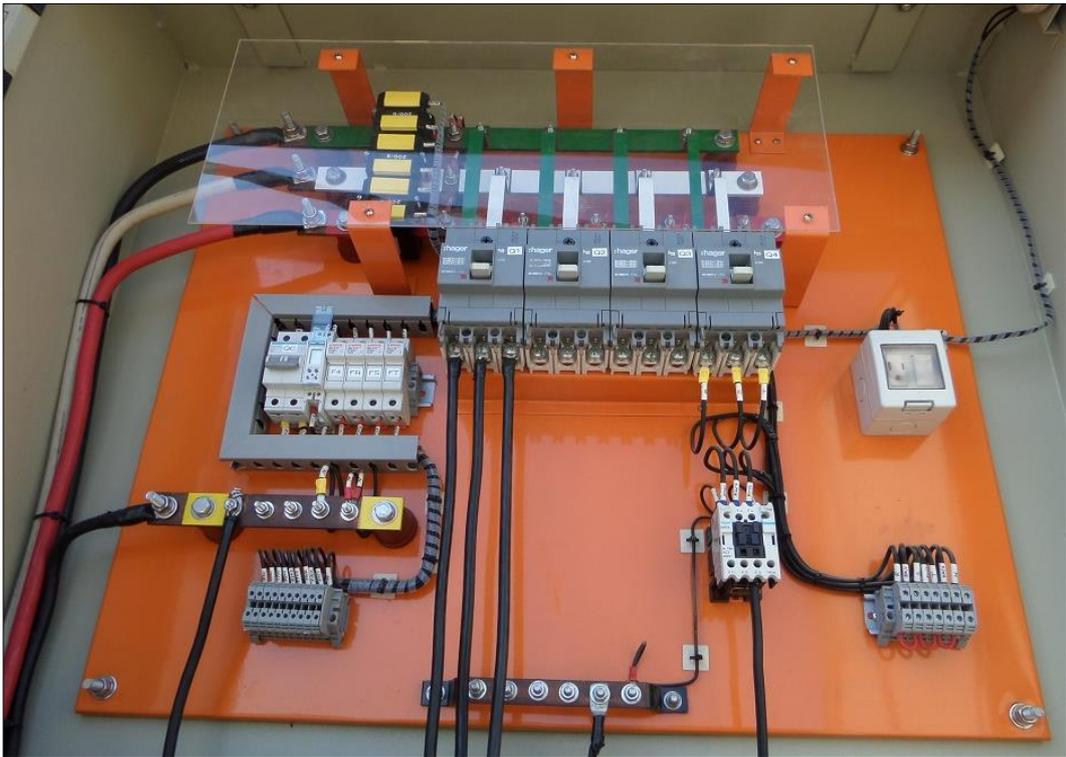
Fuente: Elaboración propia – Redes de Distribución – ENOSA.

Figura 32: Subestaciones de Distribución, Chulucanas.



Fuente: Elaboración propia – Redes de Distribución – ENOSA.

Figura 33: Tableros de Subestaciones de Distribución, Chulucanas.



Fuente: Elaboración propia – Redes de Distribución – ENOSA.

4.2. Consumo de energía eléctrica en alumbrado público, Chulucanas.

La ciudad de Chulucanas en el año 2017 presentó un consumo anual de 1 005 220 kW.h correspondiente a 28 Subestaciones de Distribución con un valor promedio mensual de 83 768 kW.h. Veamos el consumo detallado mes a mes en el siguiente cuadro:

Tabla 8: Consumo de energía A.P Chulucanas – 2017.

ENE-17	FEB-17	MAR-17	ABR-17	MAY-17	JUN-17	TOTAL ENERGÍA (kW.h)
74 885	70 665	72 220	72 325	85 336	89 284	
JUL-17	AGO-17	SET-17	OCT-17	NOV-17	DIC-17	1 005 220
84 023	86 451	86 597	90 443	93 458	99 533	

Fuente: Área Comercial - UU.NN Sucursales – ENOSA.

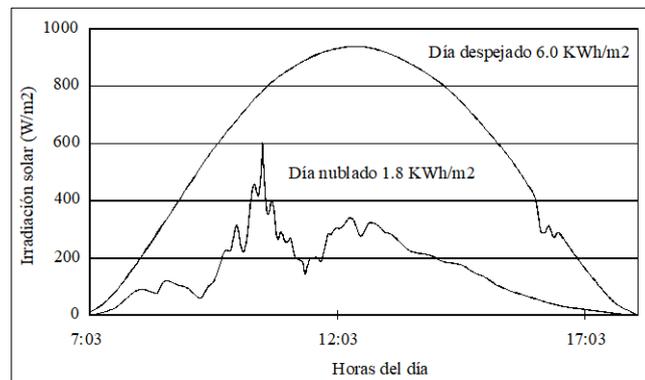
Estos datos corresponden al consumo de 2130 luminarias de alumbrado público declaradas en su sistema Máximus II de ENOSA, las cuales poseen lámparas de vapor de sodio de 70 W.

4.3. Evaluación del recurso solar.

Como en la actualidad no existen medidas exactas en para evaluar el recurso solar en la localidad en estudio, se ha optado por evaluar en forma aproximada el recurso solar. La zona presenta ventajas de recurso solar, dada su extensión abierta y árida, manteniéndose casi constante a lo largo del año. Los datos de la referencia son tomados del Atlas de Energía Solar del Perú - 2003 realizado por SENAMHI con apoyo del Minem.

En la siguiente figura, se pueden apreciar el comportamiento del recurso solar, expresado como irradiancia a lo largo del día, y los valores correspondientes de irradiación solar para dos días extremos (uno en Noviembre, mes de mayor radiación y el otro, en junio, mes de menor recurso solar).

Figura 34: Comportamiento del recurso solar.



Fuente: Senamhi – Minem, 2003.

Los datos de diseño para el presente proyecto, serán, por lo tanto:

- Radiación solar instantánea prom. : 600 W/m^2 .
- Irradiación solar diaria : Para el mes de más bajo recurso solar: $4,5 \text{ kW.h/m}^2 - \text{día}$.
- Número de horas de sol promedio : 12 h (referencial).
- Número de horas efectivas de sol : 5 h.
- De 10 días : 8 son soleados, 1 parcialmente nublado y 1 nublado.
- Temperatura ambiente promedio : 28 °C

4.4. Demanda de energía y cargas eléctricas.

El consumo de energía eléctrica del alumbrado público será constante, por lo que máxima demanda de energía no varía.

El Anexo N° 4 indica que: En zonas urbano-rurales/rurales el flujo luminoso de la lámpara no debe ser menor a 3400 lm por UAP por lo que partimos considerando una luminaria LED con las siguientes características.

Figura 35: Luminaria LED seleccionada.



Fuente: Schröder experts in lightability.

Por tanto el consumo energético proyectado, será:

Tabla 9: Consumo energético diario proyectado.

EQUIPO	POTENCIA (W)	HORAS USO (h/día)	ENERGÍA (W.h/día)
Luminaria LED	27	12	324

Fuente: Elaboración propia.

Podemos concluir, que la necesidad de energía eléctrica requerida por luminaria es de 324 *W.h/día*, siendo esta la potencia de instalación eléctrica para el caso límite que el equipo esté encendido.

La instalación será de 12 V en corriente continua que es la que suministrada por la batería.

4.5. Cálculos para la selección de equipos.

El procedimiento de cálculo para dimensionar él o los sistemas fotovoltaicos por artefacto de alumbrado público tomará como punto de partida la energía requerida por la instalación en función de las cargas a alimentar y del rendimiento global del sistema fotovoltaico.

En una instalación fotovoltaica autónoma con acumulación, existen una serie de factores que provocan pérdidas en el rendimiento global “*R*” de la misma. Esto conlleva a que la energía que debe entrar en los bornes del grupo de baterías “*E*” debe ser superior a la consumida en la instalación “*E_L*” de manera que:

$$E = \frac{E_L}{R} \dots \dots \dots (4.3.3.1)$$

$$R = 1 - \left[\left((1 - K_b - K_c - K_v) K_a * \frac{N}{P_D} \right) \right] - K_b - K_c - K_v \dots \dots \dots (4.3.3.2)$$

Las pérdidas en el rendimiento global se asocian con una serie de coeficientes que se pueden considerar parámetros de diseño que se describen a continuación:

- **K_b : Coeficiente de pérdidas por rendimiento de las baterías:**

Es aquel que indica la fracción de energía que la batería no devuelve con respecto a la absorbida procedente de los paneles. Se debe principalmente a la energía calorífica que inevitablemente se produce los procesos químicos de carga y descarga.

De manera práctica, este coeficiente adopta los siguientes valores:

$K_b = 0,05$ Para sistemas con descargas no intensas.

$K_b = 0,1$ En sistemas que si sufren estas descargas.

- **K_a : Coeficiente de pérdidas por auto descarga diaria de las baterías:**

$K_a = 0,02$ Para baterías de Ni-Cd (Niquel – Cadmio).

$K_a = 0,005$ Para baterías estacionarias de Pb-Ac (Plomo – ácido).

$K_a = 0,012$ Para baterías de alta autodescarga (Vehículos).

- **K_c : Coeficiente de pérdidas por rendimiento del inversor:**

Para nuestra propuesta de diseño no utilizaremos inversor en el sistema fotovoltaico por lo tanto: $K_c = 0$

- **K_v : Coeficiente de pérdidas varias:**

Este coeficiente tiene en cuenta el rendimiento global de toda la red de consumo, pérdidas por efecto Joule, etc. $K_v = [0,05; 0,15]$.

- **P_D : Profundidad de descarga de las baterías:**

Con valores entre el 50% en baterías de vasos y el 80% en el resto.

Tabla 10: Parámetros de diseño y cálculo.

NOMEN- CLATURA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
E	Energía requerida diaria	$W.h$?
R	Rendimiento global de la instalación	%	?
E_L	Consumo energético promedio/luminaria	$W.h/día$	324
R_d	Irradiación diaria promedio	$kW.h/m^2 - día$	4,5
η_b	Rendimiento de la batería (90%)	%	0,9
E_b	Energía acumulada en la batería	$W.h/día$?
C_u	Capacidad útil de la batería	$A.h$?
V_{cc}	Voltaje de trabajo en corriente continua	V	12
C_N	Capacidad nominal y comercial de la batería	$A.h$?
E_p	Energía suministrada por el panel solar	$W.h/día$?
η_p	Rendimiento promedio de conversión del módulo fotovoltaico (90%)	%	0,9
P_L	Potencia nominal de la luminaria	W	27
I_L	Corriente de descarga del regulador	A	?
P_{Ming}	Potencia mínima del generador	W	?
P_P	Potencia pico del panel solar	W_P	?
Para calcular el rendimiento global de la instalación			
K_b	Pérdidas de rendimiento en el acumulador	%	0,05
K_a	Pérdidas por autodescarga diaria de la batería	%	0,005
K_v	Coeficiente de pérdidas varias	%	0,08
K_c	Coeficiente de pérdidas por rendimiento del inversor	%	0
P_D	Profundidad de descarga de la batería (50%)	%	0,5
N	Número de días de autonomía (días sin radiación solar)	UND	2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla mostrada se presentan los parámetros de diseño ya conocidos y los que posteriormente calcularemos.

Teniendo en cuenta que el alumbrado público funcionara todos los días, calcularemos la capacidad de acumulación y el número de paneles necesarios para garantizar que se satisface el consumo 324 $W.h$, para ello calculamos el factor global de rendimiento de la instalación:

⇒ Reemplazando en la ecuación: 4.3.3.2 tenemos:

$$R = 1 - \left[(1 - 0,05 - 0 - 0,08) \left(0,005 \frac{2}{0,5} \right) - 0,05 - 0 - 0,08 \right]$$

$$R = 0,85$$

⇒ Reemplazando en la ecuación: 4.3.3.1 obtenemos que la energía requerida diaria será:

$$E = \frac{324}{0,85}$$

$$E = 381,18 \text{ } W.h$$

a) Cálculo para determinar la capacidad de la batería.

Recomendación: Para sistemas cuya energía requerida no sea mayor de 1500 $W.h/día$, optar por un voltaje del sistema de 12 V.

⇒ Calculamos la capacidad útil de la batería " C_u ":

$$C_u = E * N \dots \dots \dots (4.3.3.3)$$

$$C_u = 381,18 * 2$$

$$C_u = 762,35 \text{ } W.h$$

⇒ Calculamos la capacidad nominal y comercial:

$$C_N = \frac{C_u}{P_D} \dots \dots \dots (4.3.3.4)$$

$$C_N = \frac{762,35}{0,5}$$

$$C_N = 1524,71 \text{ W.h}$$

⇒ Debido a que comercialmente los valores de capacidad de una batería se expresan en *A.h* y no en *W.h* entonces el resultado anterior habrá que dividirlo entre la tensión nominal del sistema 12 V:

$$C_N = \frac{1524,71}{12}$$

$$C_N = 127,1 \text{ A.h}$$

⇒ Para determinar la capacidad nominal de la batería también podemos utilizar la siguiente fórmula y comprobando valores tenemos:

$$C_N = \frac{2 * E_L}{(R * P_D) V_{cc}} \dots \dots \dots (4.3.3.5)$$

$$C_N = \frac{2 * 324}{0,85 * 0,5 * 12}$$

$$C_N = 127,1 \text{ A.h}$$

Con este valor asumimos una capacidad comercial de la batería de 130 A.h.

b) Cálculo para determinar la potencia mínima del generador fotovoltaico.

⇒ Calculamos la potencia mínima del generador (P_{Ming}) considerando que el valor HSP (Horas solar pico) para la zona en estudio es de 4,5 *kW.h/m² – día*:

$$P_{Ming} = \frac{E_L}{(HSP * R)} \dots \dots \dots (4.3.3.6)$$

$$P_{Ming} = \frac{324}{4,5 * 0,85}$$

$$P_{Ming} = 84,71 \text{ W}$$

Con este valor asumimos una potencia de 95 Wp, 12 V para nuestro panel solar, ahora:

⇒ Debe cumplirse la siguiente condición:

$$P_P < 1,2 * P_{Ming}$$

$$95 < 1,2 * 84,71$$

$$95 < 101,65 \quad \Rightarrow \quad \text{Se cumple}$$

Por tanto elegimos un panel de 95 Wp con una tensión de 12 V.

⇒ Calculamos la producción de energía diaria generada por la instalación fotovoltaica:

$$E_g = P_g * HSP * R \dots \dots \dots (4.3.3.7)$$

$$E_g = 95 * 4,5 * 0,85$$

$$E_g = 363,38 \text{ kW.h/día}$$

c) Cálculo para determinar la cantidad y tipo de paneles solares.

⇒ Calculamos la cantidad de energía diaria suministrada por el panel solar "E_p" o "E_g":

$$N_P = \frac{P_{Ming}}{P_P} \dots \dots \dots (4.3.3.8)$$

$$N_P = \frac{84,71}{95}$$

$$N_P = 0,89$$

Por lo tanto el número de paneles solares por artefacto de alumbrado público es uno cuya potencia es 95 Wp – 12 V.

d) Cálculo para determinar la corriente del regulador de carga.

⇒ Calculamos la corriente de cortocircuito:

$$I_{SC} \text{ generador} = N_P * I_{SC} \text{ panel} \dots (4.3.3.9)$$

$$I_{SC} \text{ generador} = 1 * 5,78 A$$

$$I_{SC} \text{ generador} = 5,78 A$$

⇒ Aplicando el factor de seguridad del 25%, la corriente de corto circuito del generador de campo será:

$$I_{SC} \text{ generador} = 7,23 A$$

⇒ La corriente que consume la carga a conectar (luminaria) es:

$$I_L = N_L * \frac{P_L}{V_S} \dots \dots \dots (4.3.3.10)$$

$$I_L = 1 * \frac{27}{12}$$

$$I_L = 2,25 A$$

⇒ Aplicando el factor de seguridad del 25% la intensidad de corriente es:

$$I_L = 2,81 A$$

Por tanto elegimos un regulador de carga de 10 A, 12 V.

e) Cálculos para la selección de conductores.

Para la instalación del sistema fotovoltaico – Artefacto de alumbrado público dimensionaremos los accesorios eléctricos y elementos de seguridad de la instalación interna y externa. Se tiene los siguientes accesorios:

- Cable módulo solar - regulador de carga
- Cable regulador - batería
- Cable regulador - cargas

Los cables serán seleccionados en base a la máxima caída de tensión permisible utilizando la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 * L * I}{\delta * \Delta V} \dots \dots \dots (4.3.3.11)$$

Donde:

- S : Sección del conductor (mm^2)
- L : Longitud total del conductor (m)
- I : Intensidad de corriente (A)
- ΔV : Caída de tensión (V)
- δ : Conductividad del cobre = 56 (Para una temperatura 20 °C)

Para conexiones de este tipo, se recomienda utilizar cables vulcanizados por su trabajo a la intemperie y fácil instalación, por tanto, para nuestro diseño cumpliendo las especificaciones técnicas indicadas en la normatividad vigente consideraremos las siguientes caídas de tensión:

- Panel – Regulador : 2,0%
- Regulador – Batería : 1,0%
- Regulador – Cargas : 2,0%

Por lo tanto:

La caída de tensión de 2,0% en el tramo Panel – Regulador para una tensión de 12 V será igual a:

$$\Delta V = \frac{2 * 12}{100} V$$

$$\Delta V = 0,24 V$$

La caída de tensión de 1,0% en el tramo Regulador – Batería para una tensión de 12 V será igual a:

$$\Delta V = \frac{1 * 12}{100} V$$

$$\Delta V = 0,12 V$$

La caída de tensión de 2,0% en el tramo Regulador – Carga para una tensión de 12 V será igual a:

$$\Delta V = \frac{2 * 12}{100} V$$

$$\Delta V = 0,24 V$$

Reemplazando valores en la ecuación 4.3.3.11 obtenemos los resultados mostrados en la siguiente tabla con los parámetros característicos adecuados para la selección de conductores:

Tabla 11: Características técnicas de los conductores a utilizar.

CABLE LOCALIZACIÓN	ΔV	L (m)	I_{Diseño} (A)	S (mm²)	AWG recomendado
Panel - Regulador	0,24	2	7,23	2.15	12
Regulador - Batería	0,12	2	7,23	4.30	10
Regulador - Cargas	0,24	3	2,81	1.25	14

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Conductores de Cu TTRF-70 (NLT/NMT).

TABLA DE DATOS TECNICOS NLT								
CALIBRE	SECCION NOMINAL	N° HILOS	DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
N°xAWG	mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 18	2x0.82	24	0.204	0.6	0.8	6.8	61	10
2 x 16	2x1.31	24	0.255	0.7	0.8	7.8	83	15
2 x 14	2x2.08	39	0.255	0.8	0.9	9.2	120	20
3 x 18	3x0.82	24	0.204	0.6	0.8	7.2	73	7
3 x 16	3x1.31	24	0.255	0.7	0.9	8.5	104	10
3 x 14	3x2.08	39	0.255	0.8	1.1	10.2	155	15
4 x 16	4x1.31	24	0.255	0.7	1	9.4	128	10
4 x 14	4x2.08	39	0.255	0.8	1.1	11.1	186	15
2 x 12	2x3.31	61	0.255	0.8	1.1	10.5	164	25
2 x 10	2x5.26	98	0.255	0.8	1.2	12	226	30

(*) Temperatura ambiente: 30 °C

Fuente: Catálogo Indeco Perú.

f) Puestas a tierra.

Debido a que en nuestro diseño consta de un sistema en corriente continua 12 V y visto la sección 060: **Puesta a Tierra y Enlace Equipotencial** del C.N.E Utilización 2006, en la regla 060-102 (1) indica: Los sistemas de corriente continua de dos conductores que alimentan alambros interiores y operan a tensiones entre conductores no menores de 50 V, ni mayores de 300 V, deben ponerse a tierra mediante uno de los conductores; por tanto, podemos asumir que para la propuesta elegida con el nuevo diseño de alumbrado público no es obligatorio instalar puestas a tierra en los puntos de iluminación.

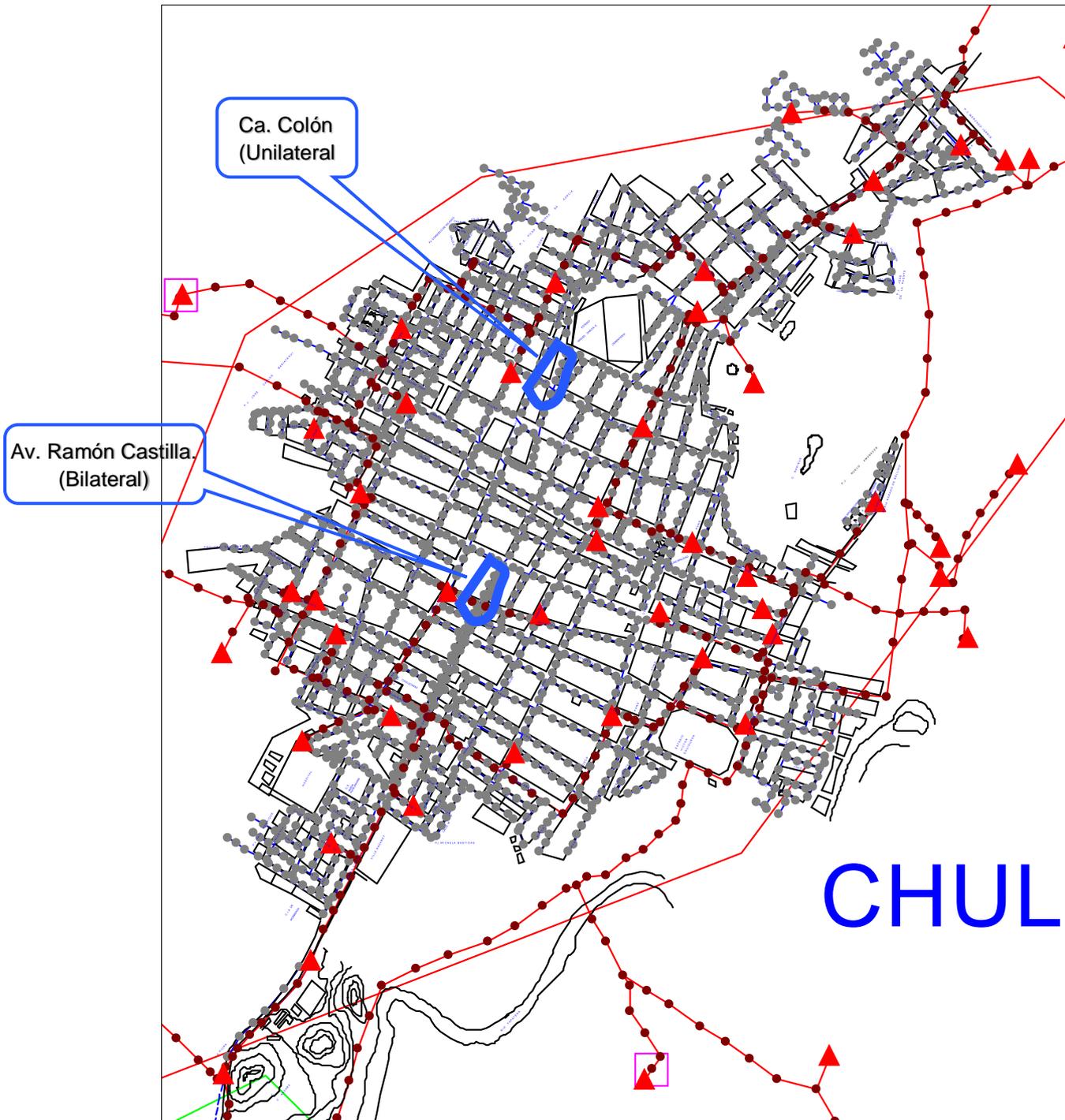
4.6. Cálculos luminotécnicos.

Para realizar los cálculos luminotécnicos y cumplir con los niveles de iluminación exigidos, se ha utilizado el Software de Cálculo **DIALux** teniendo como base los datos registrados de campo así como también lo dispuesto en las Tablas N° 01, 02, 03, 04 y 05 del marco normativo.

Para la realización de los cálculos, se ha tomado como referencia:

1. Mediciones en la Av. Principal Ramón Castilla (02 carriles) – Chulucanas.
2. Mediciones en la Ca. Colón (01 carril) – Chulucanas.

Figura 36: Ubicación referencial elegida para realizar los cálculos luminotécnicos.



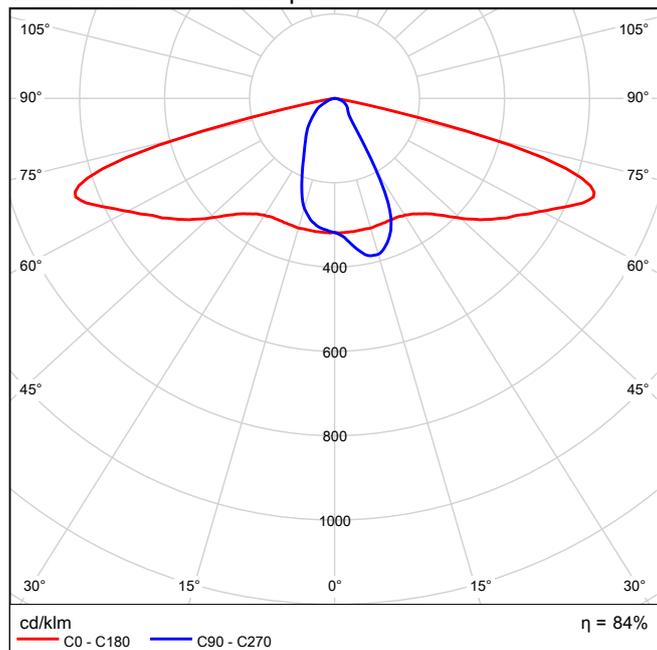
Fuente: Elaboración propia, Base: Electronoroeste, S.A.

Schröder TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS 350mA NW / 372612 1x24 LEDS 350mA NW



Grado de eficacia de funcionamiento: 83.58%
 Flujo luminoso de lámparas: 3984 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 3330 lm
 Potencia: 27.0 W
 Rendimiento lumínico: 123.3 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar



Luminaria LED hermética disponible en dos tamaños, TECEO, compuesta por un protector de vidrio extra-claro y un cuerpo de aluminio donde se ubica el bloque óptico (IP66) compuesto por 16-24-32-40 o 48LED en la versión pequeña, y 56-64-72-80-88-96-104-112-120-128-136 o 144 LEDS de alto flujo luminoso blanco neutro y el compartimento de auxiliares (IP66), ambos independientes y accesibles in situ, lo cual permite el sistema Futureproof de actualización a lo largo del tiempo. Diseño compacto gracias a la tecnología LED con alturas de montaje de 4 a 10m (según versión y corriente de funcionamiento), tanto en posición vertical como horizontal (ajustable in situ). Diferentes ópticas disponibles para ofrecer la solución óptima a cada aplicación (funcional o urbana). Dispone de un sistema de protección contra sobretensiones de hasta 10kV.

Aplicacion: Urban roads and streets, Squares and pedestrian areas, Roundabouts, Parks, Large areas, Car parks, Bridges, Bike paths

Altura de instalación recomendada: entre 4m y 12m

Pintura: Poliéster electrodepositado en polvo

Color: AKZO o RAL

TECEO 1 - Tu configuración:

Reflector: 5136

Protector: [Glass Extra Clear, Flat, Smooth]

Fuente de luz: 24 LEDS 350mA NW

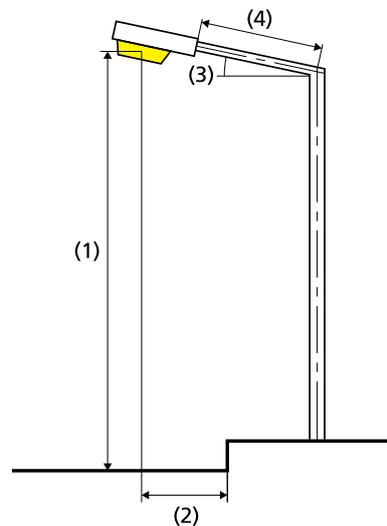
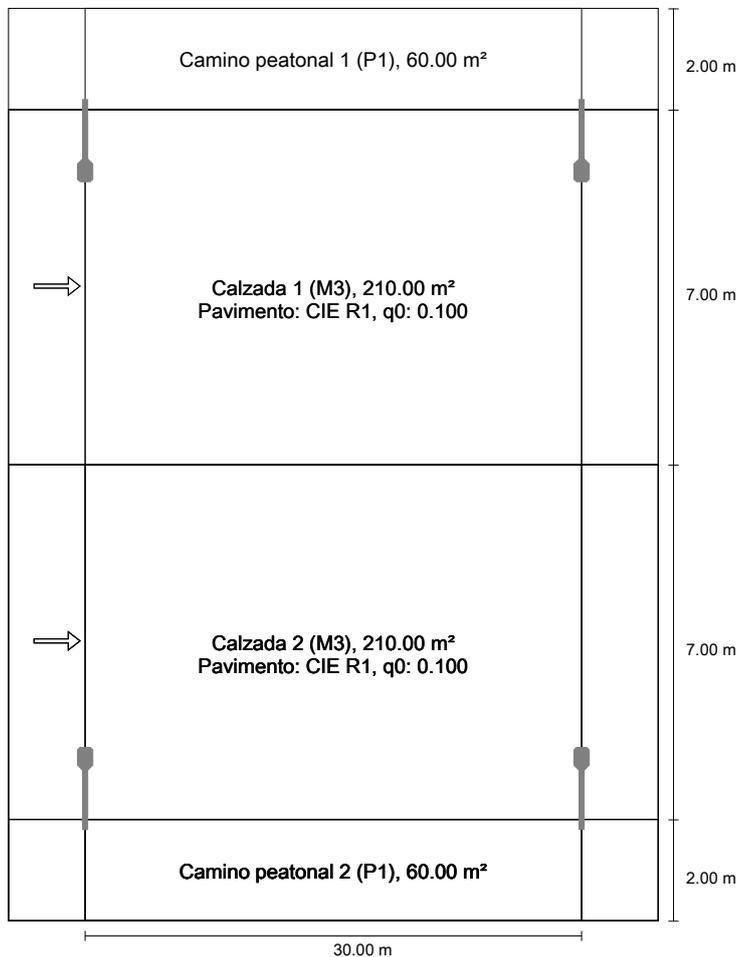
Reglaje: - - 372612

Dimensiones: Ancho: 318 Alto: 113 Longitud: 607 Peso: 9.6

Características mecánicas y eléctricas: IP: IP 66 IK: IK 08 Clase eléctrica: Class II EU, Class I EU

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Schröder TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS 350mA NW / 372612



Lámpara:	1x24 LEDS 350mA NW
Flujo luminoso (luminaria):	3329.65 lm
Flujo luminoso (lámpara):	3984.00 lm
Horas de trabajo	
4380 h:	100.0 %, 27.0 W
W/km:	1782.0
Organización:	bilateral enfrente
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Inclinación del brazo (3):	10.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	7.400 m
Saliente del punto de luz (2):	1.172 m

Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 1 (P1)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✓ 5.00	✓ 1.50

Calzada 1 (M3)

Lm [cd/m²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

Calzada 2 (M3)

Lm [cd/m²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	788 cd/klm
a 80°:	211 cd/klm
a 90°:	7.65 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	/

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4

Camino peatonal 2 (P1)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✓ 5.00	✓ 1.50

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp) 0.010 W/lxm²

Densidad de consumo de energía

Organización: TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS 350mA NW / 372612 (236.5 kWh/año) 0.4 kWh/m² año

Camino peatonal 1 (P1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✓ 5.00	✓ 1.50

Camino peatonal 1 (P1)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

17.667	7.42	5.01	3.11	1.99	1.50	1.50	1.99	3.11	5.01	7.42
17.000	9.77	6.36	3.86	2.39	1.81	1.81	2.39	3.86	6.36	9.77
16.333	13.1	8.29	4.89	3.09	2.33	2.33	3.09	4.89	8.29	13.1
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
5.00	1.50	13.1	0.300	0.114

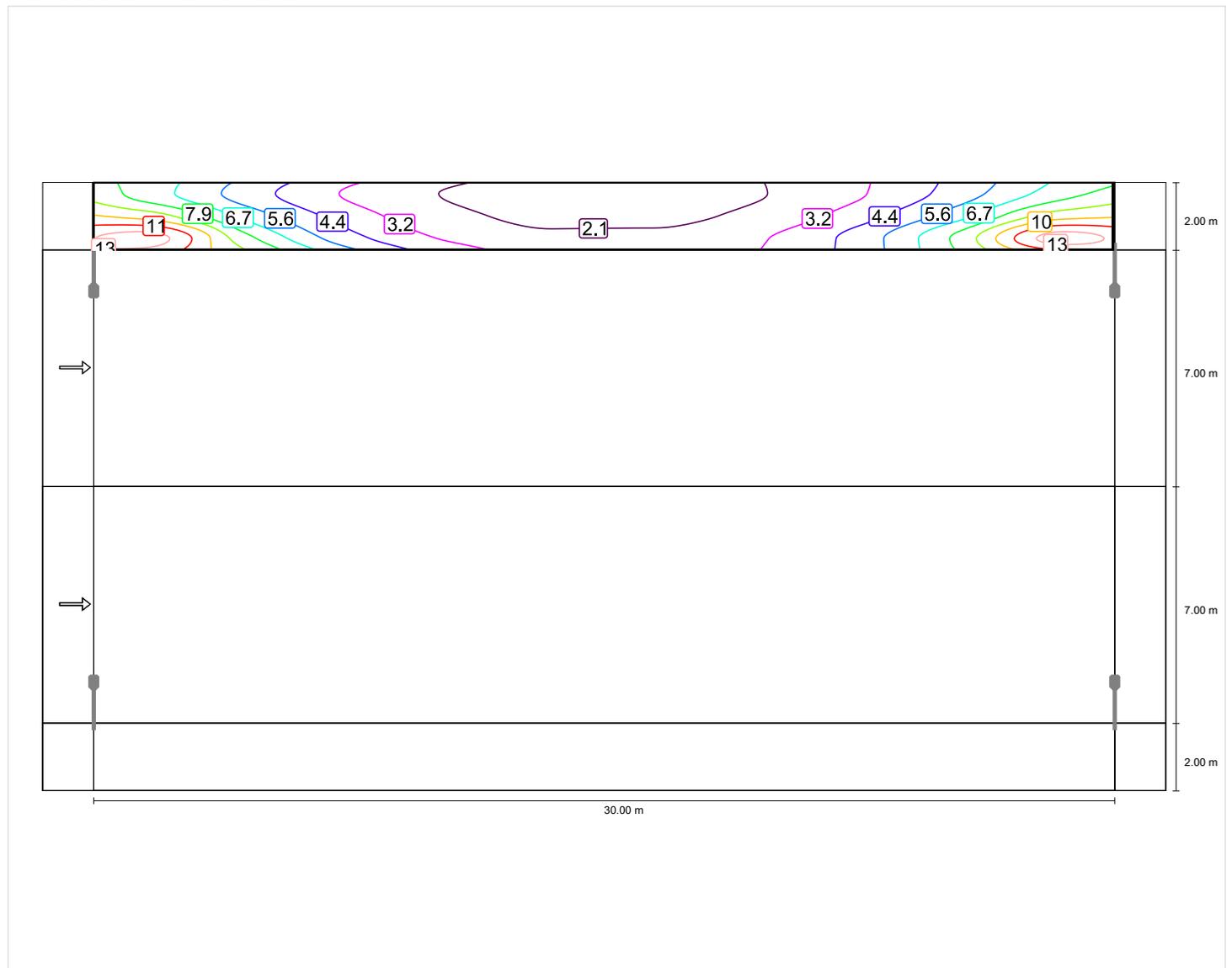
Camino peatonal 1 (P1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 5.00	≥ 1.00
≤ 7.50	
✓ 5.00	✓ 1.50

Intensidad lumínica horizontal



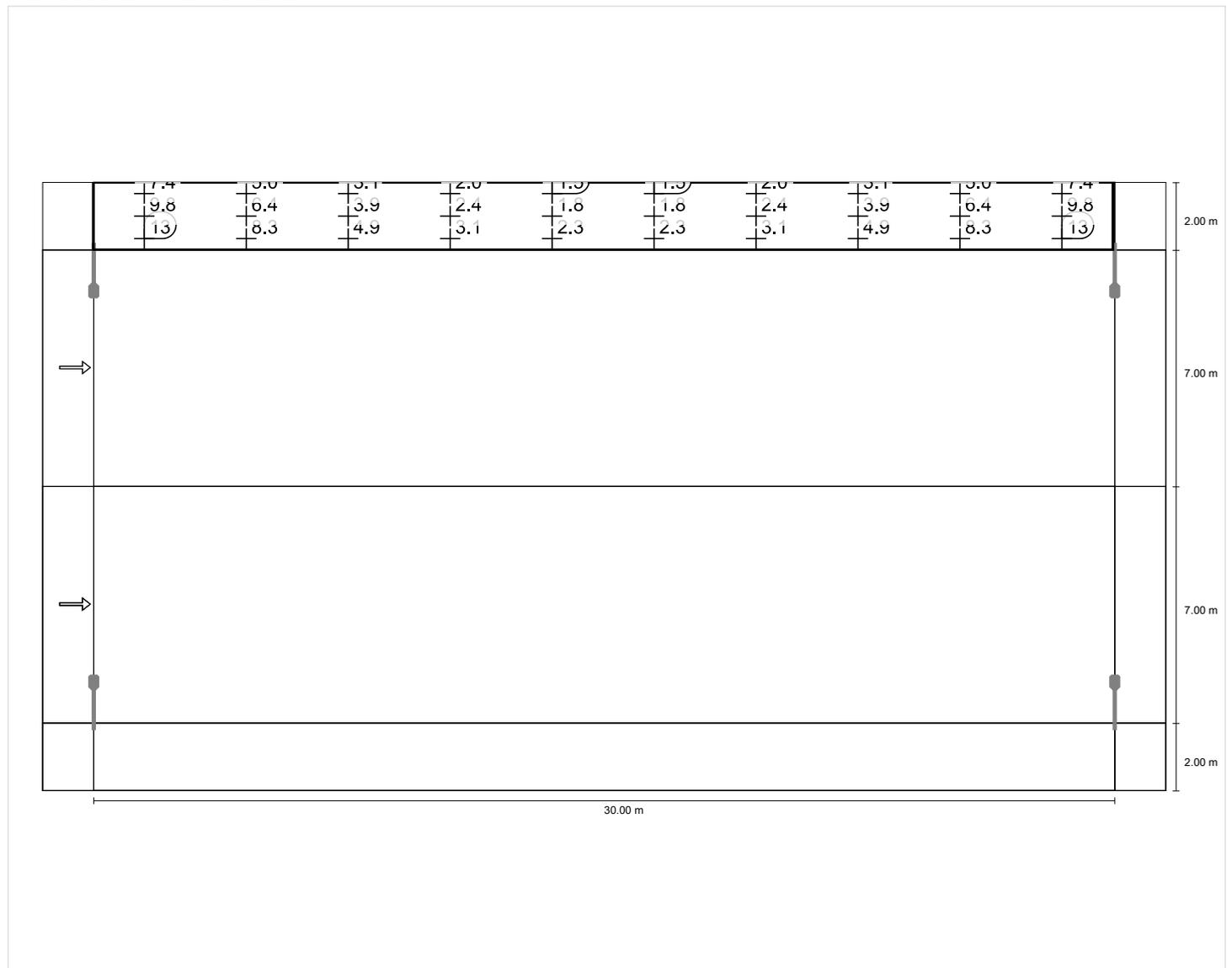
Escala: 1 : 200

Camino peatonal 1 (P1)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 5.00	≥ 1.00
≤ 7.50	
✓ 5.00	✓ 1.50

Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

Calzada 1 (M3)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 12.500, 1.500)	1.14	0.70	0.60	9

Calzada 1 (M3)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

14.833	19.4	12.7	8.23	6.04	5.34	5.34	6.04	8.23	12.7	19.4
12.500	21.5	16.3	12.0	8.83	7.18	7.18	8.83	12.0	16.3	21.5
10.167	17.8	13.6	10.1	8.15	7.09	7.09	8.15	10.1	13.6	17.8
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
11.6	5.34	21.5	0.459	0.248

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

14.833	1.42	1.13	0.86	0.81	0.81	0.81	0.80	0.88	1.11	1.42
12.500	1.68	1.47	1.24	1.10	1.01	1.01	1.12	1.26	1.48	1.66
10.167	1.50	1.23	1.01	0.92	0.88	0.88	0.95	1.02	1.26	1.50
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.14	0.80	1.68	0.699	0.475

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

14.833	1.55	1.23	0.94	0.88	0.88	0.88	0.87	0.96	1.21	1.54
12.500	1.82	1.60	1.34	1.19	1.10	1.10	1.21	1.37	1.61	1.80
10.167	1.63	1.34	1.10	1.00	0.95	0.96	1.03	1.11	1.37	1.63
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.24	0.87	1.82	0.699	0.475

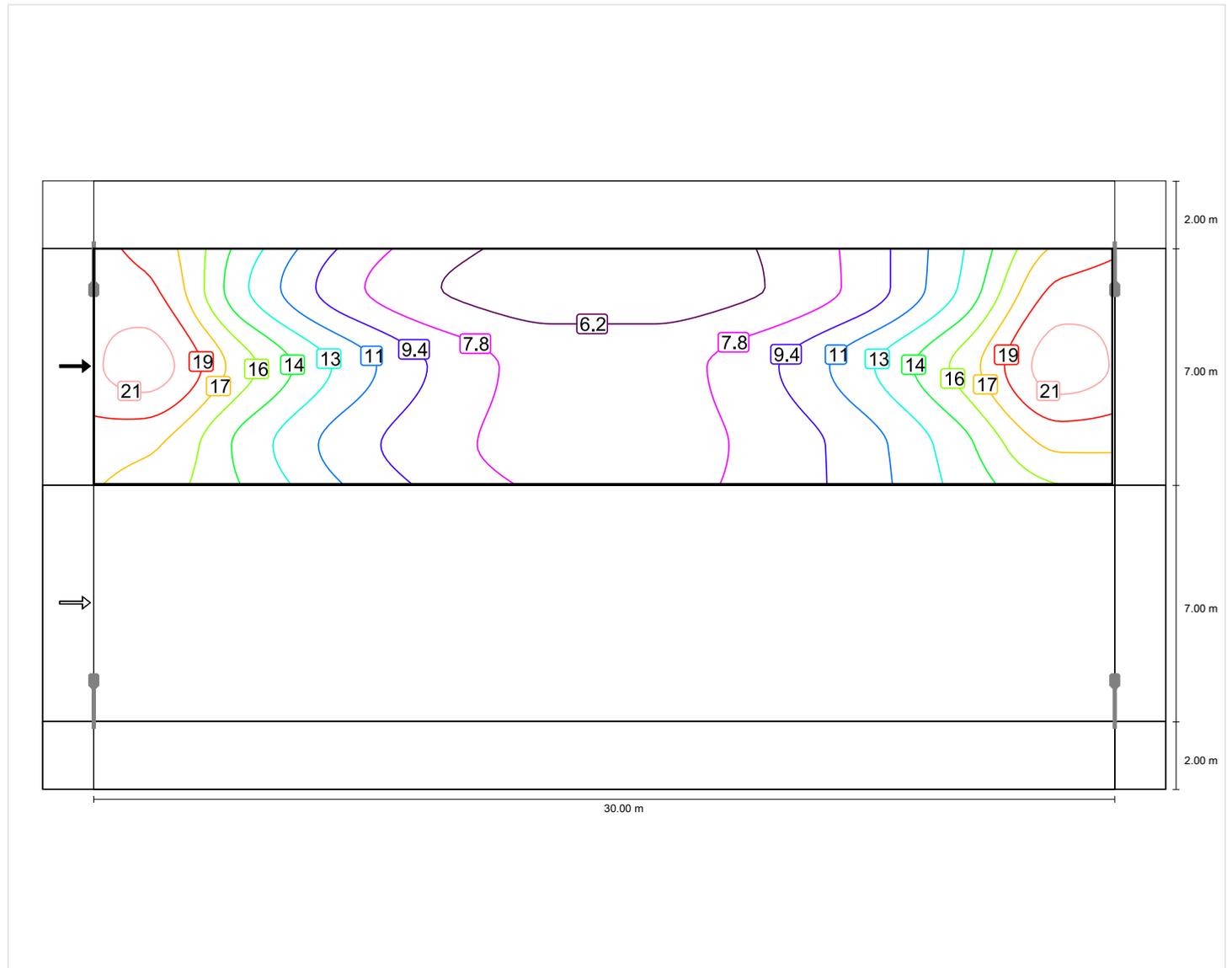
Calzada 1 (M3)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

* Informativo, no es parte de la evaluación

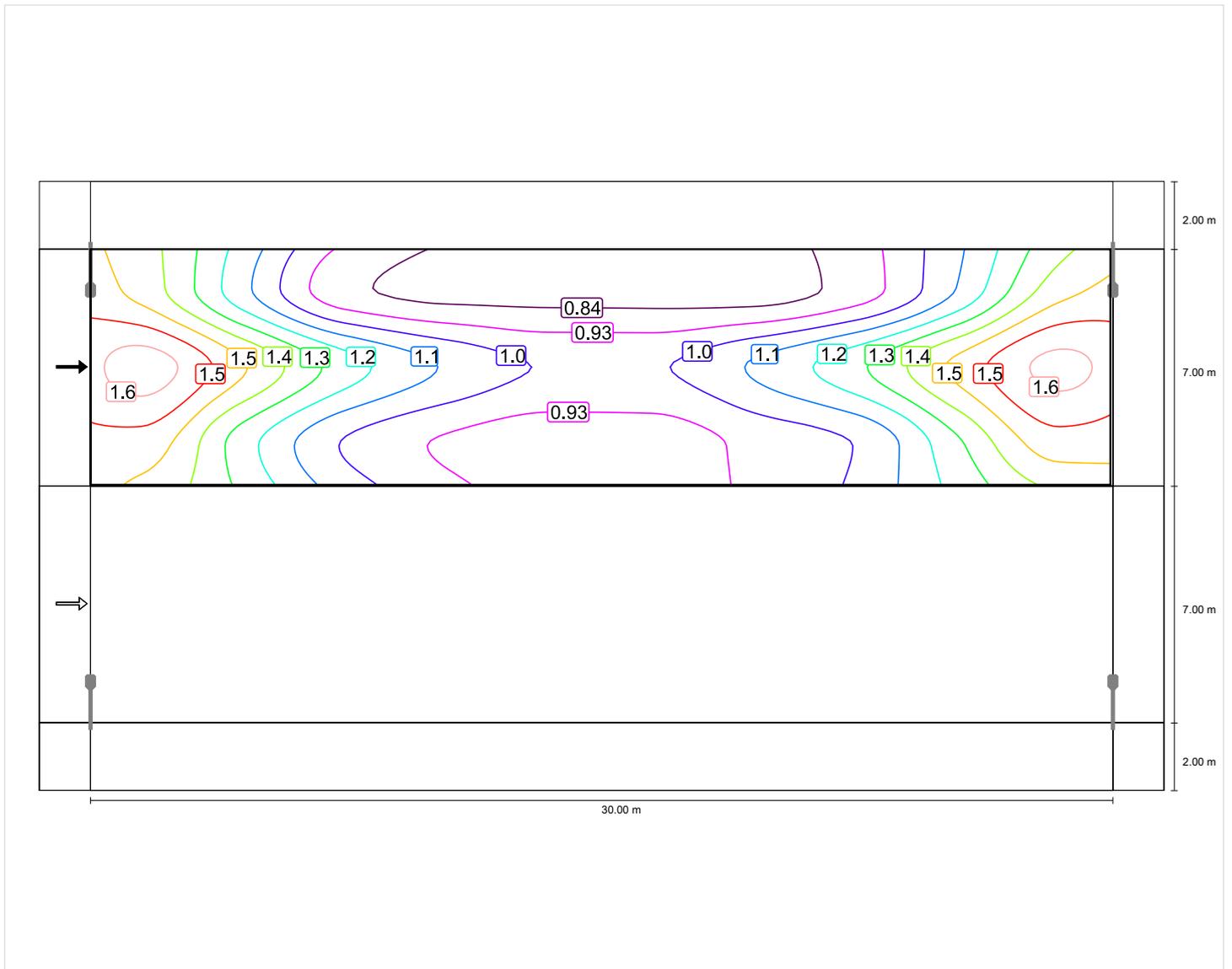
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

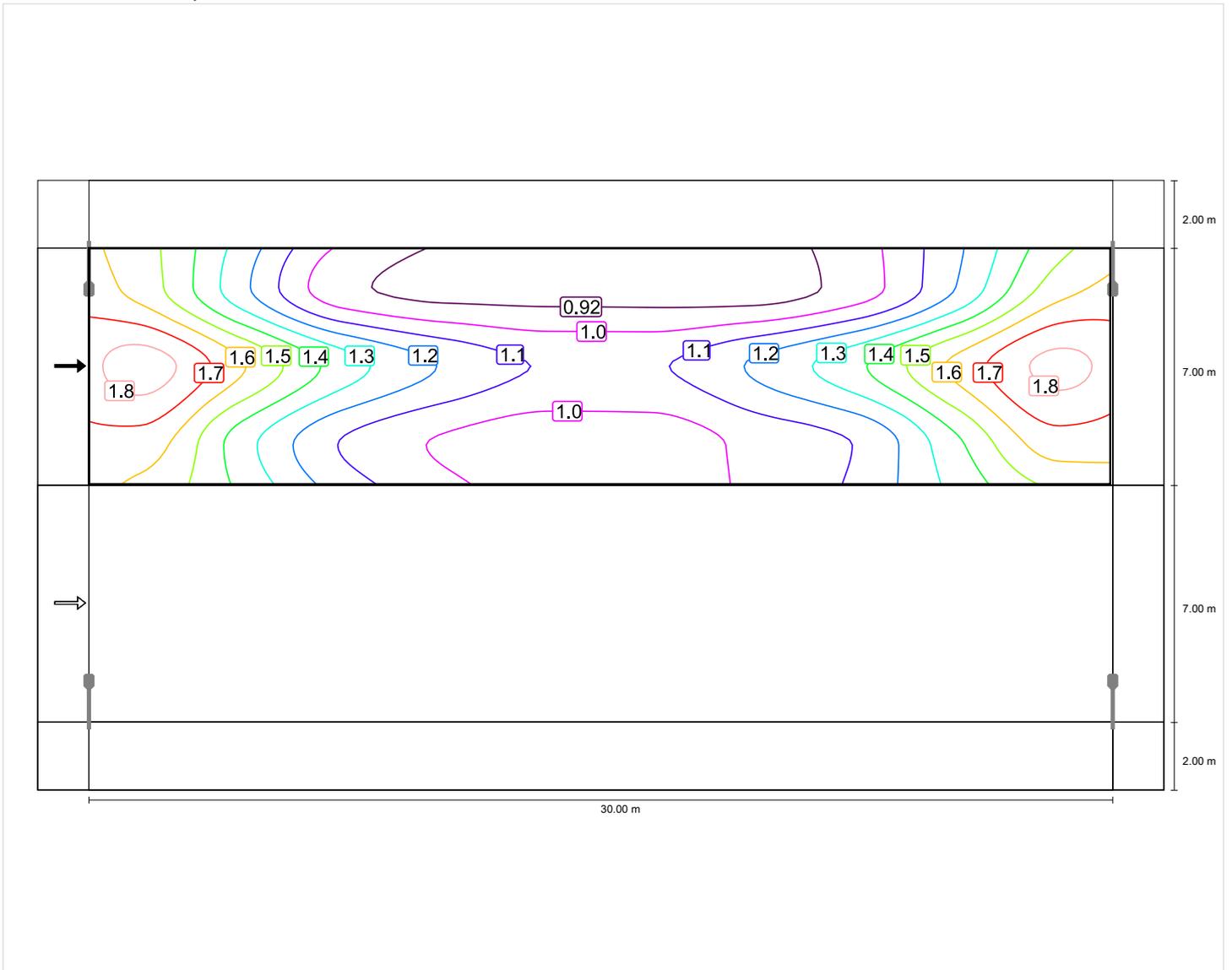
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

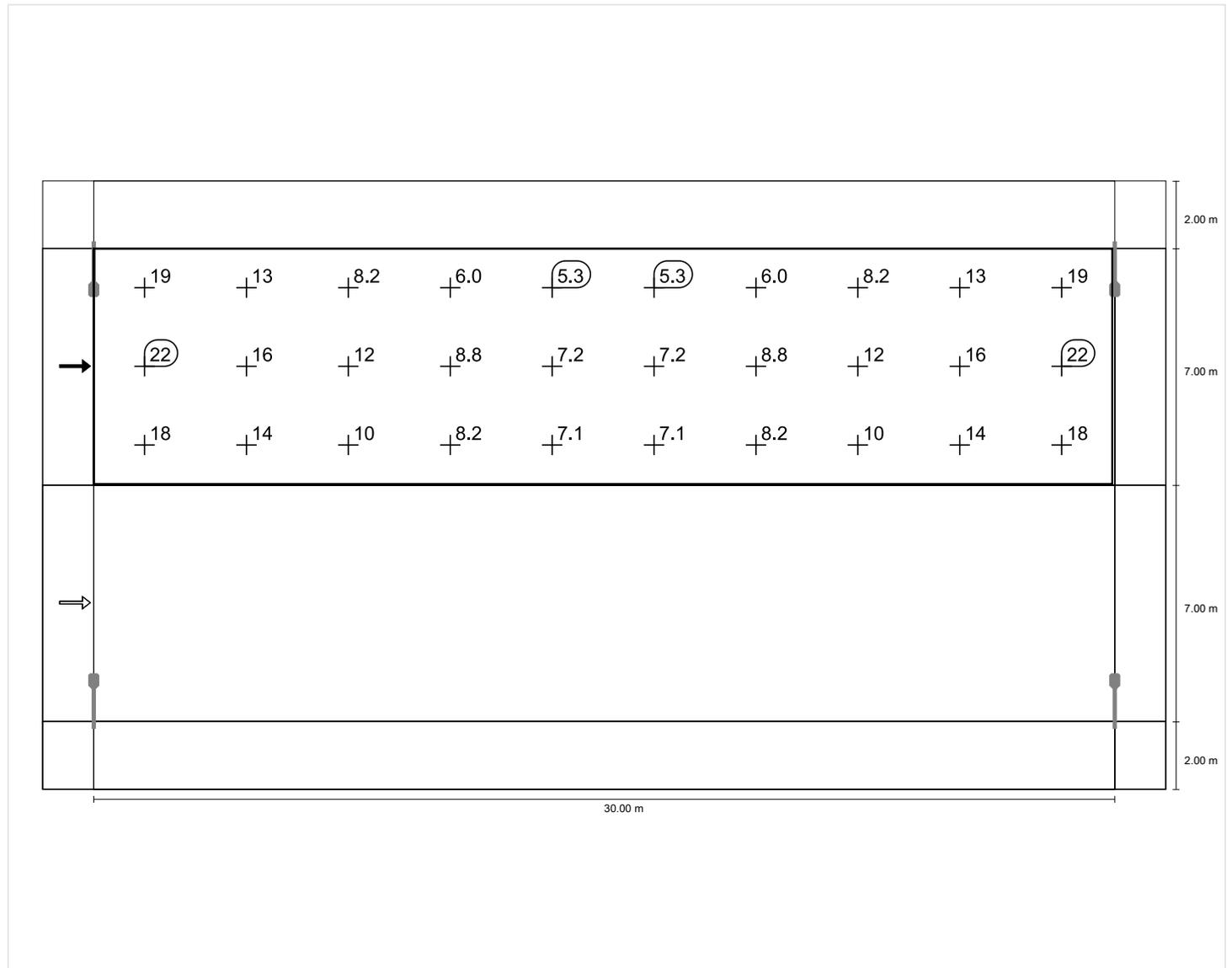
Calzada 1 (M3)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

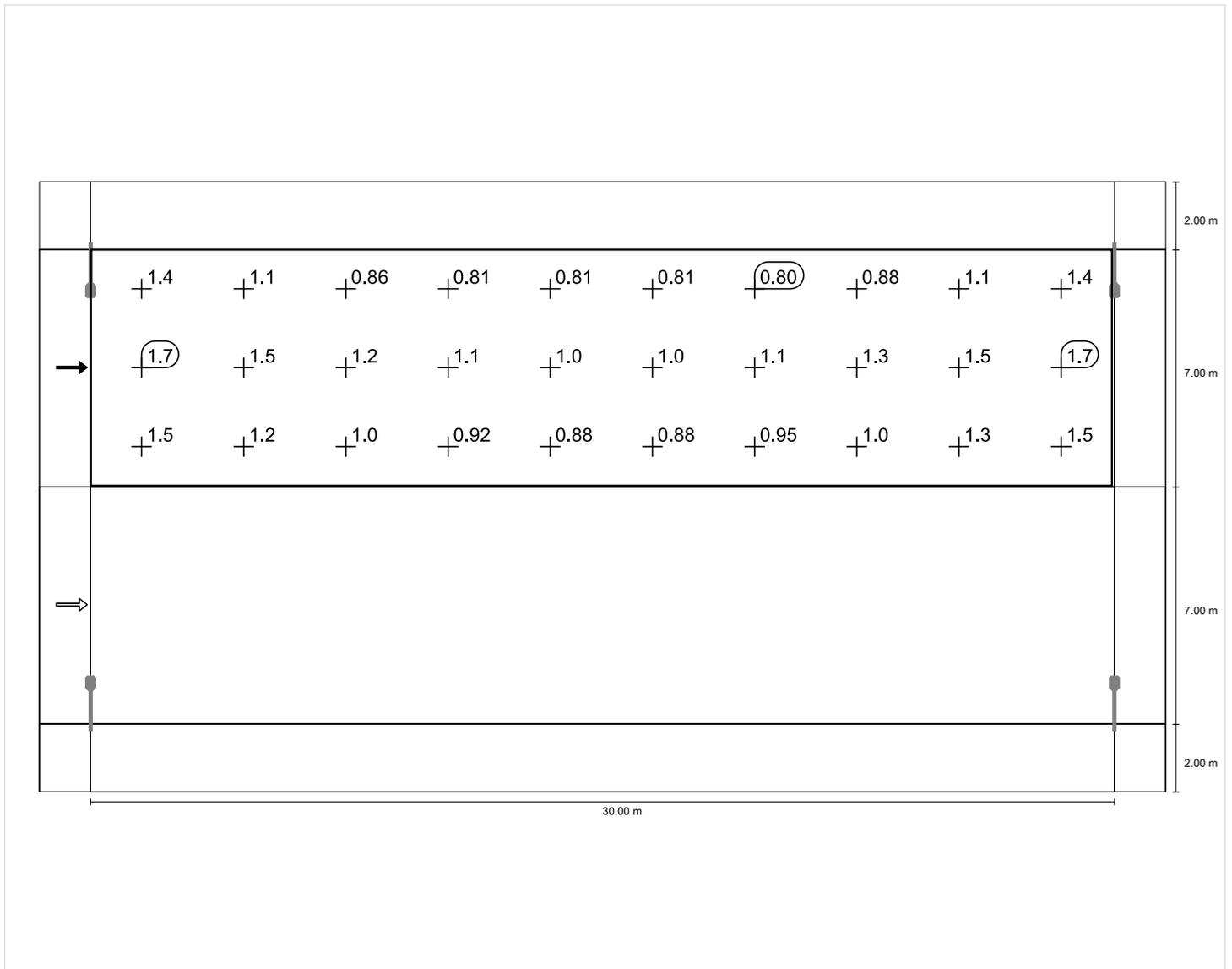
* Informativo, no es parte de la evaluación

Intensidad lumínica horizontal



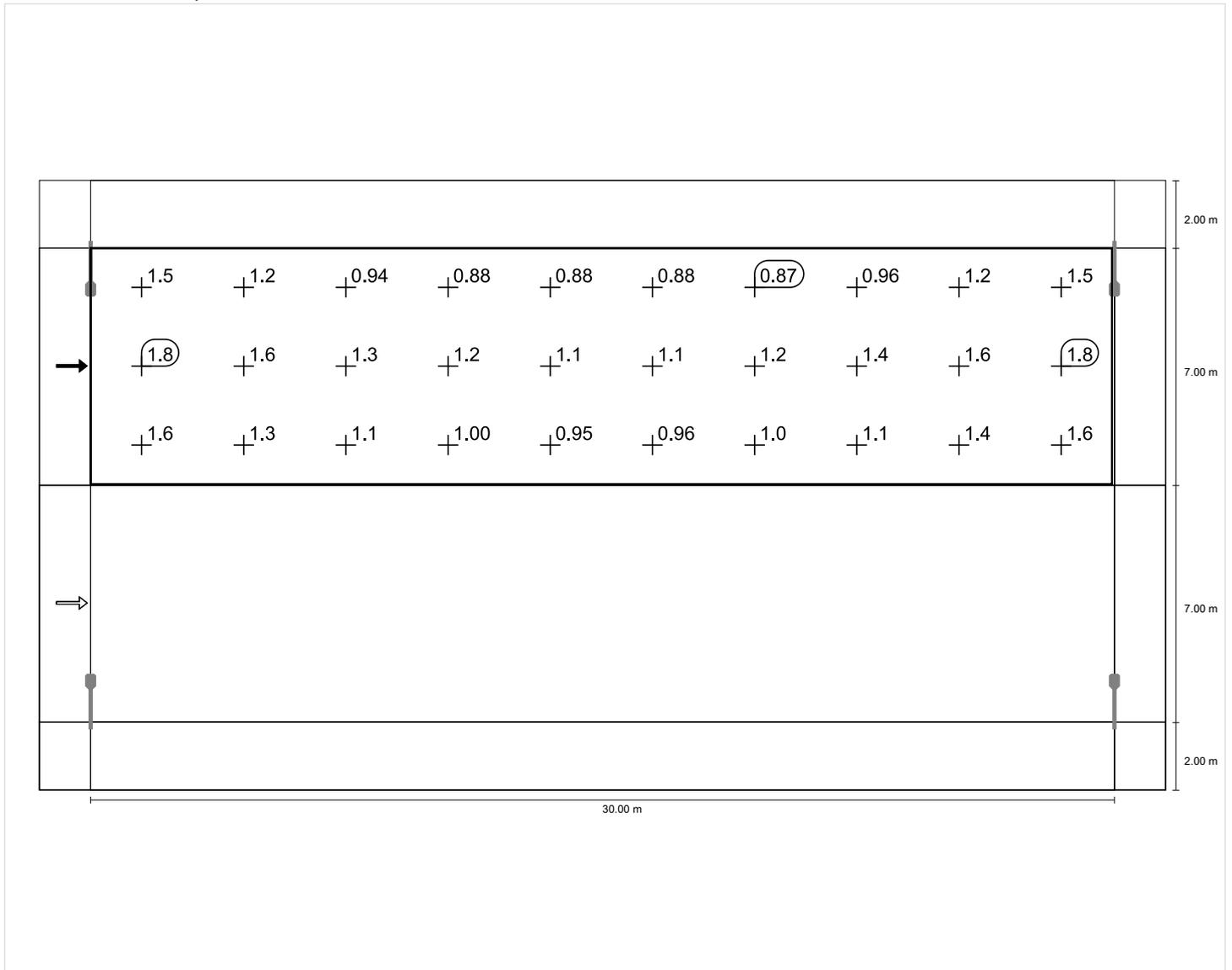
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

Calzada 2 (M3)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 5.500, 1.500)	1.14	0.70	0.60	9

Calzada 2 (M3)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

7.833	17.8	13.6	10.1	8.15	7.09	7.09	8.15	10.1	13.6	17.8
5.500	21.5	16.3	12.0	8.83	7.18	7.18	8.83	12.0	16.3	21.5
3.167	19.4	12.7	8.23	6.04	5.34	5.34	6.04	8.23	12.7	19.4
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
11.6	5.34	21.5	0.459	0.248

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

7.833	1.50	1.23	1.01	0.92	0.88	0.88	0.95	1.02	1.26	1.50
5.500	1.68	1.47	1.24	1.10	1.01	1.01	1.12	1.26	1.48	1.66
3.167	1.42	1.13	0.86	0.81	0.81	0.81	0.80	0.88	1.11	1.42
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.14	0.80	1.68	0.699	0.475

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

7.833	1.63	1.34	1.10	1.00	0.95	0.96	1.03	1.11	1.37	1.63
5.500	1.82	1.60	1.34	1.19	1.10	1.10	1.21	1.37	1.61	1.80
3.167	1.55	1.23	0.94	0.88	0.88	0.88	0.87	0.96	1.21	1.54
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.24	0.87	1.82	0.699	0.475

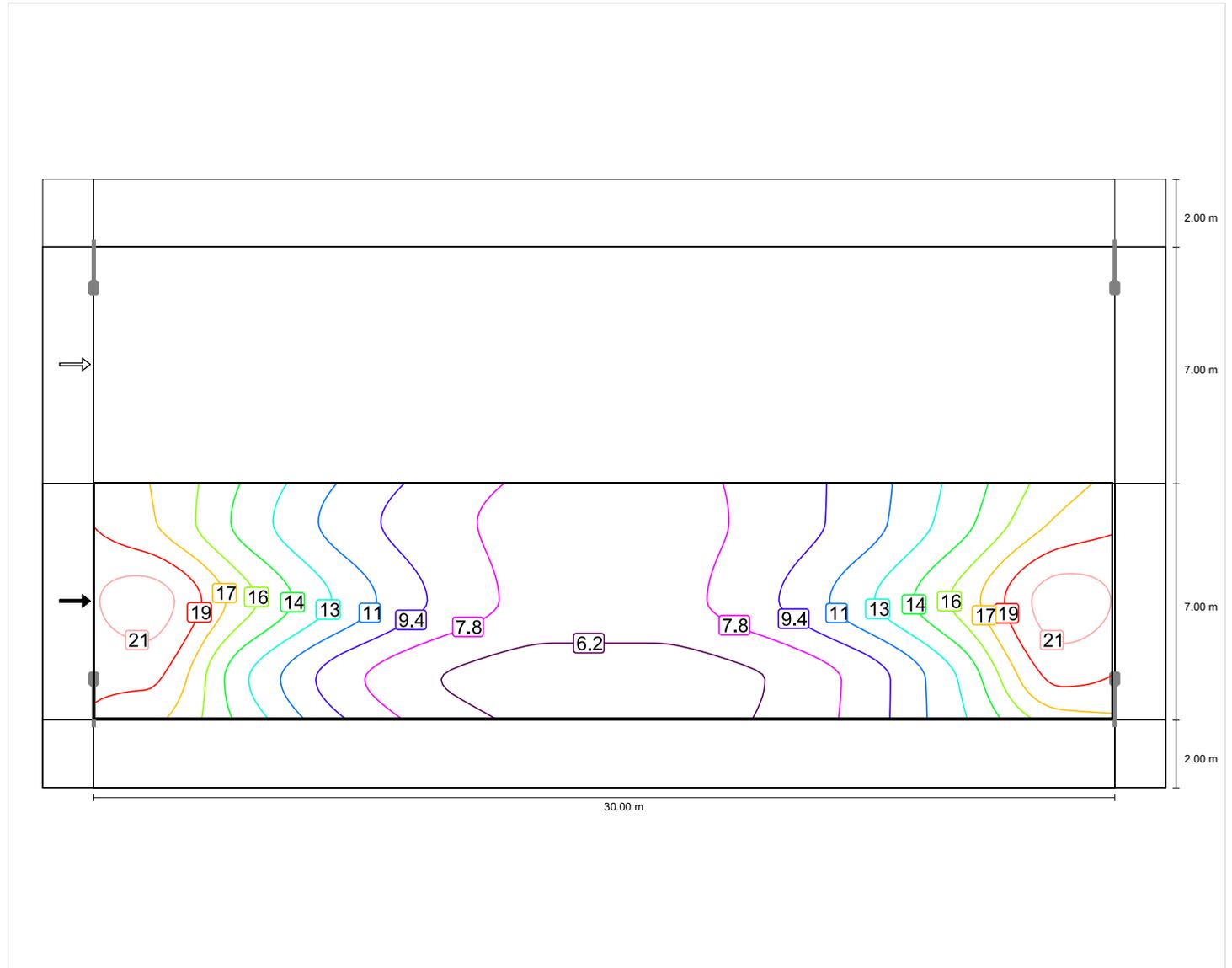
Calzada 2 (M3)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

* Informativo, no es parte de la evaluación

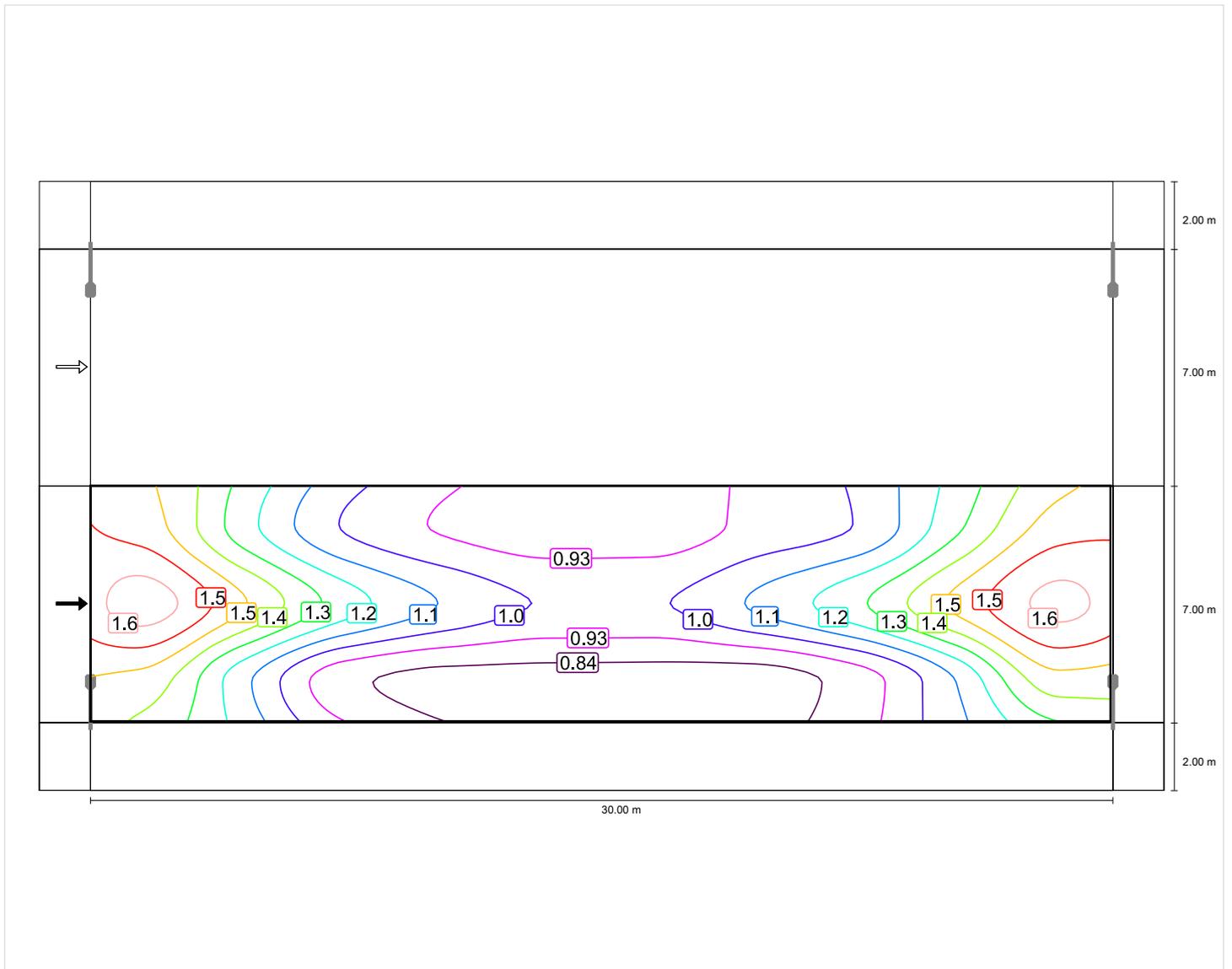
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

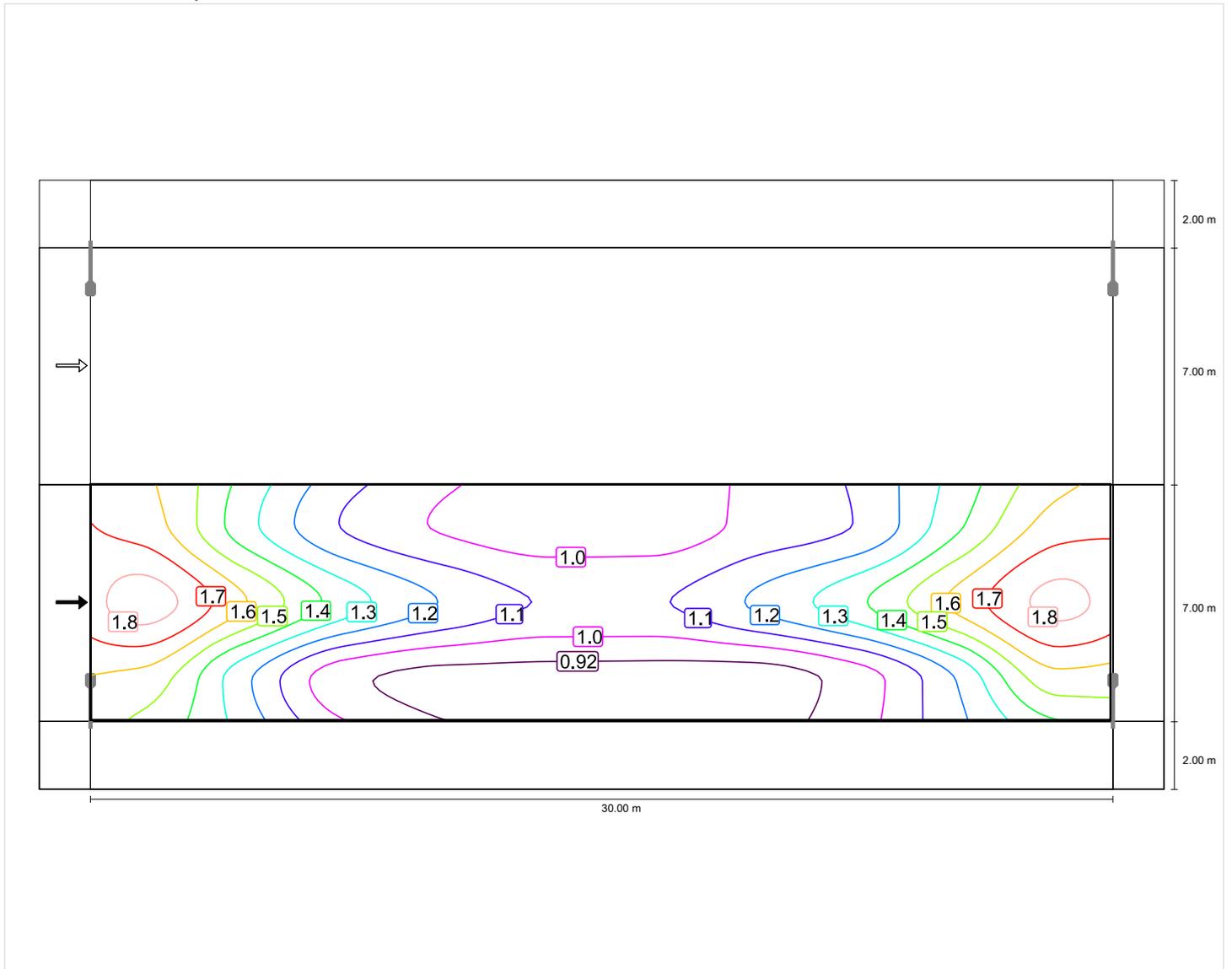
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

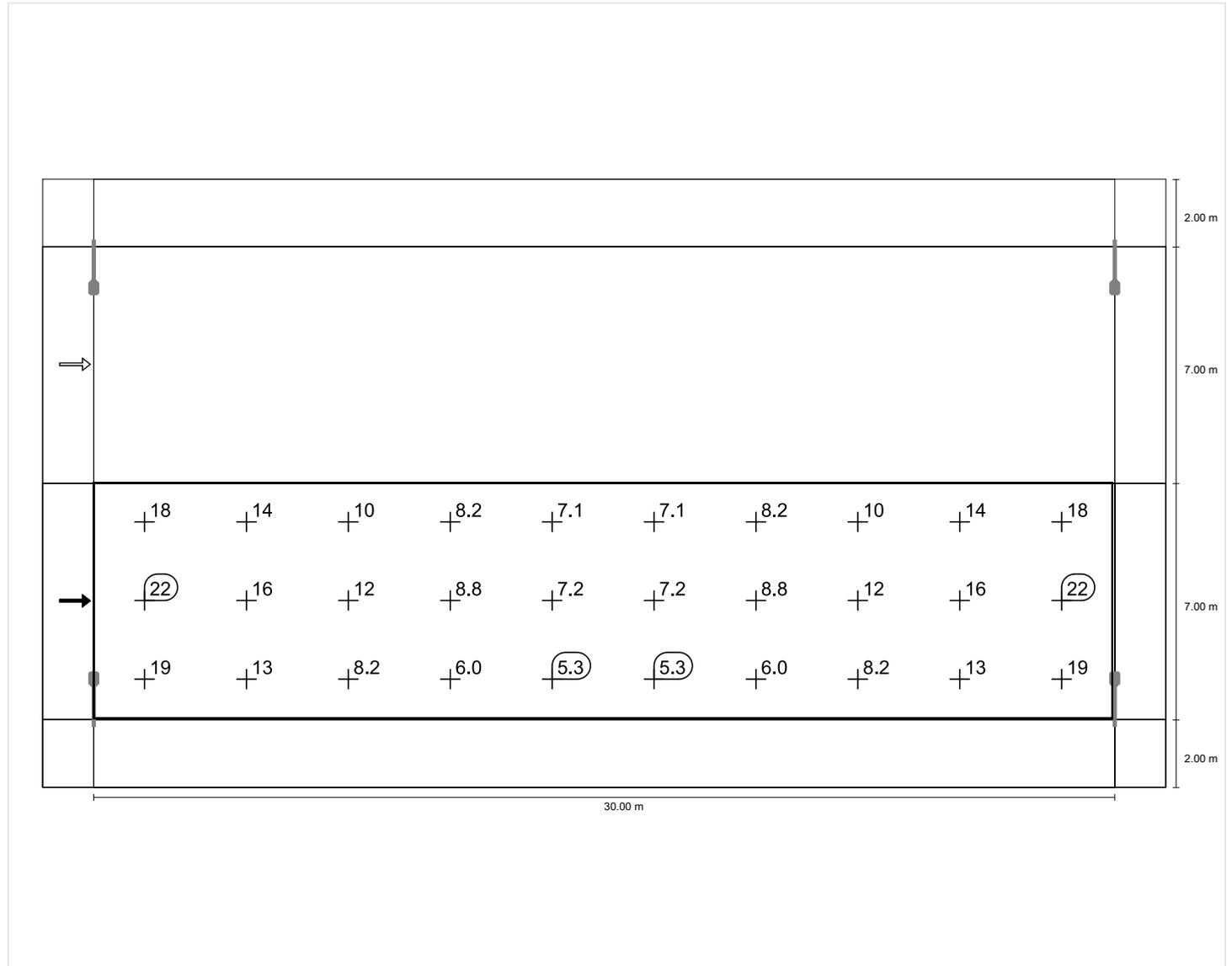
Calzada 2 (M3)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.25	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.14	✓ 0.70	✓ 0.60	✓ 9	* 0.28

* Informativo, no es parte de la evaluación

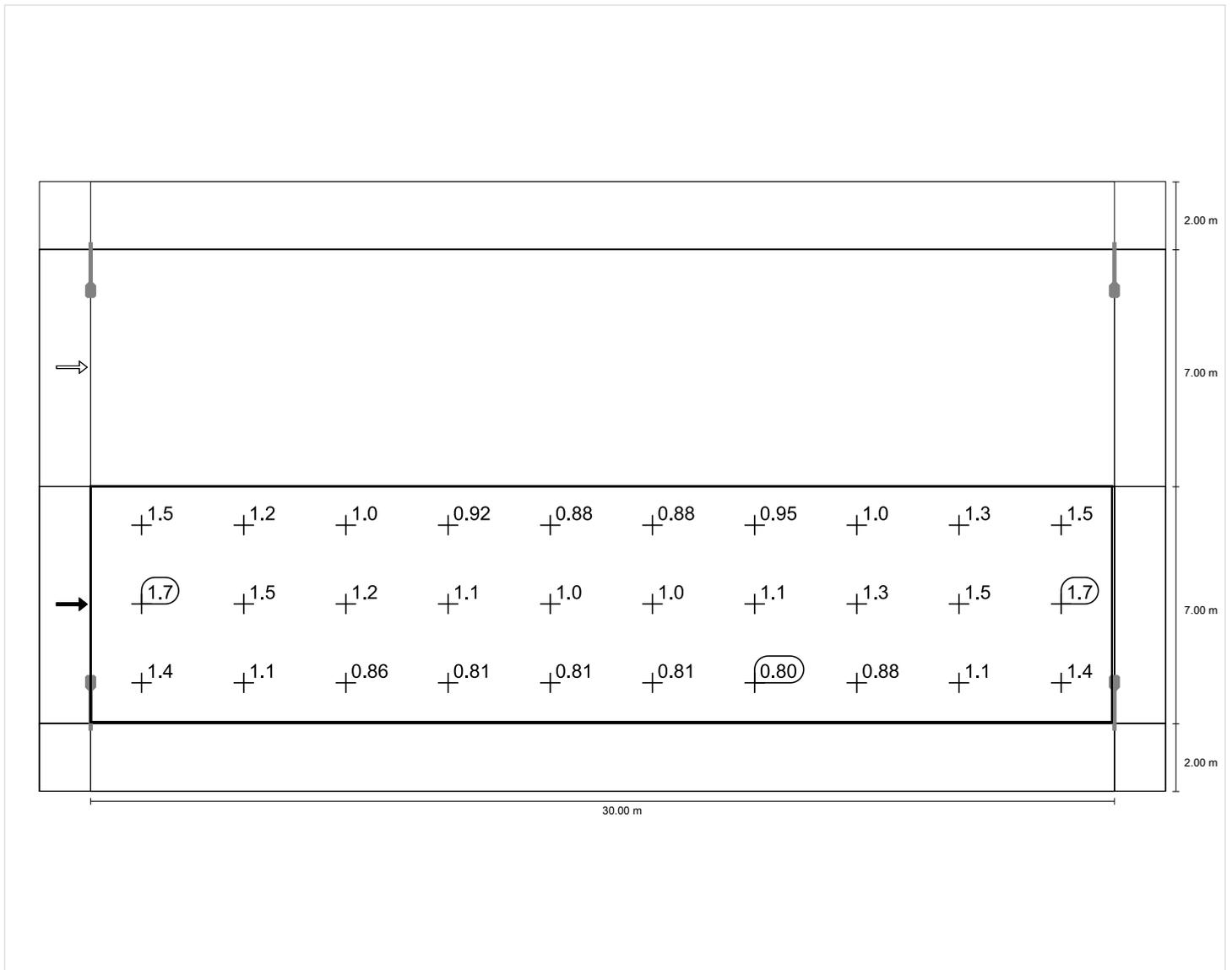
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

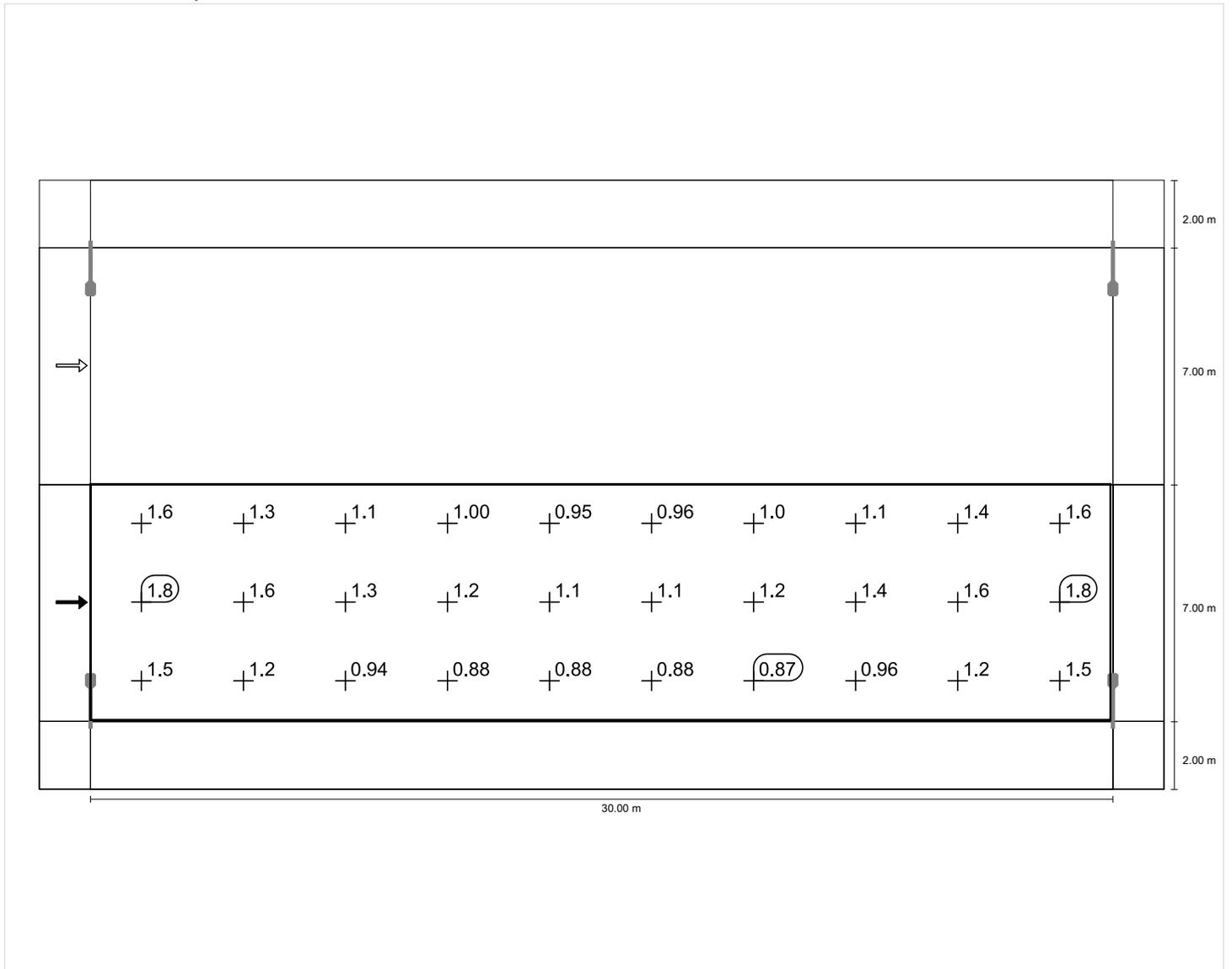
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

Camino peatonal 2 (P1)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 1.00
✓ 5.00	✓ 1.50

Camino peatonal 2 (P1)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

1.667	13.1	8.29	4.89	3.09	2.33	2.33	3.09	4.89	8.29	13.1
1.000	9.77	6.36	3.86	2.39	1.81	1.81	2.39	3.86	6.36	9.77
0.333	7.42	5.01	3.11	1.99	1.50	1.50	1.99	3.11	5.01	7.42
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

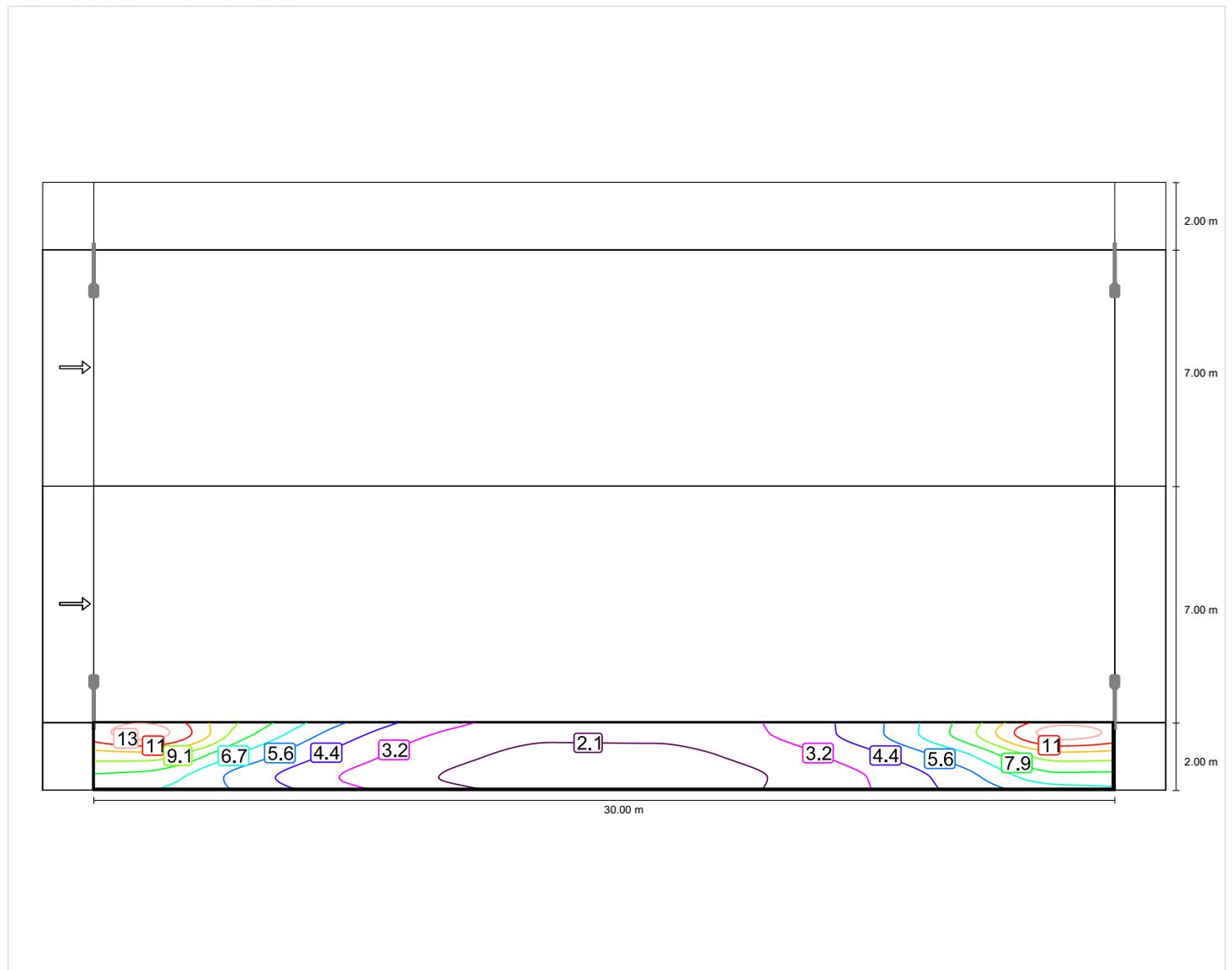
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
5.00	1.50	13.1	0.300	0.114

Camino peatonal 2 (P1)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 5.00	≥ 1.00
≤ 7.50	
✓ 5.00	✓ 1.50

Intensidad lumínica horizontal



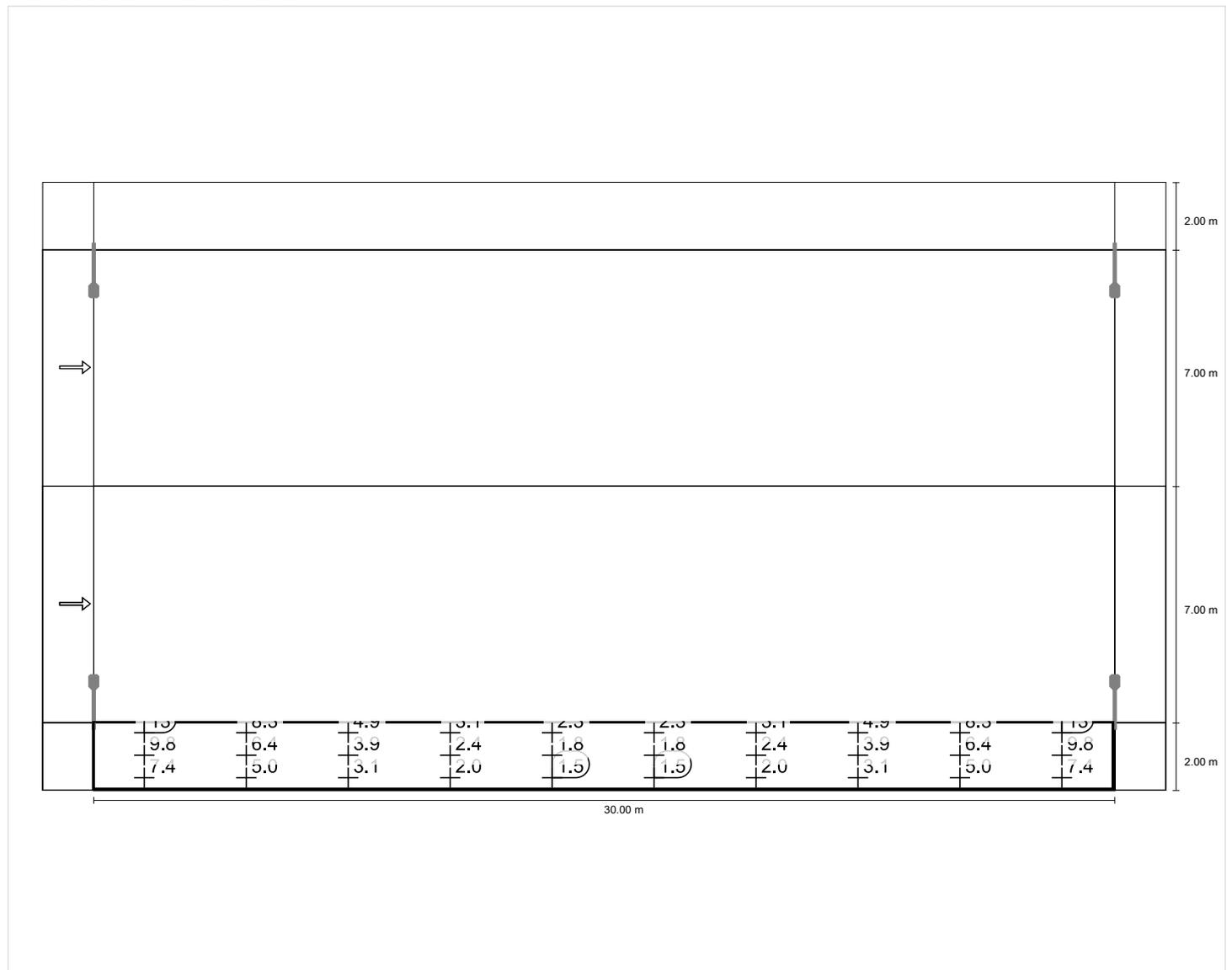
Escala: 1 : 200

Camino peatonal 2 (P1)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 5.00	≥ 1.00
≤ 7.50	
✓ 5.00	✓ 1.50

Intensidad lumínica horizontal



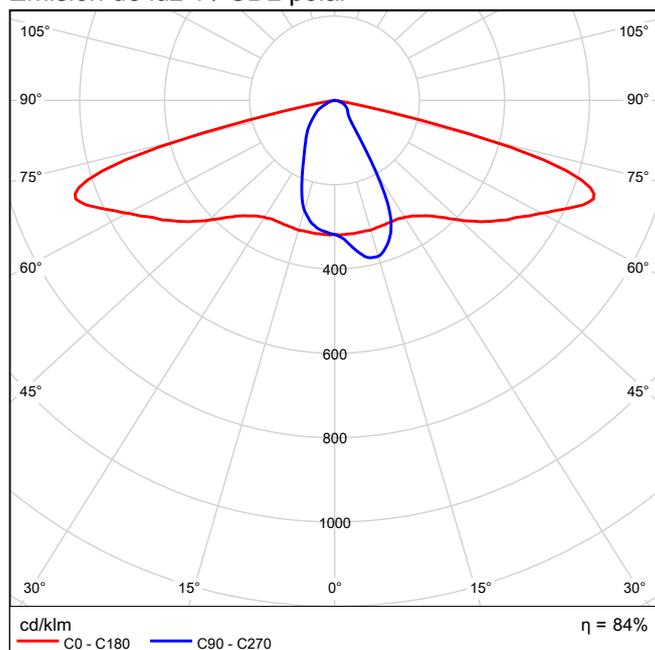
Escala: 1 : 200

Schröder TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS 350mA NW / 372612 1x24 LEDS 350mA NW



Grado de eficacia de funcionamiento: 83.58%
 Flujo luminoso de lámparas: 3984 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 3330 lm
 Potencia: 27.0 W
 Rendimiento lumínico: 123.3 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar



Luminaria LED hermética disponible en dos tamaños, TECEO, compuesta por un protector de vidrio extra-claro y un cuerpo de aluminio donde se ubica el bloque óptico (IP66) compuesto por 16-24-32-40 o 48LED en la versión pequeña, y 56-64-72-80-88-96-104-112-120-128-136 o 144 LEDS de alto flujo luminoso blanco neutro y el compartimento de auxiliares (IP66), ambos independientes y accesibles in situ, lo cual permite el sistema Futureproof de actualización a lo largo del tiempo. Diseño compacto gracias a la tecnología LED con alturas de montaje de 4 a 10m (según versión y corriente de funcionamiento), tanto en posición vertical como horizontal (ajustable in situ). Diferentes ópticas disponibles para ofrecer la solución óptima a cada aplicación (funcional o urbana). Dispone de un sistema de protección contra sobretensiones de hasta 10kV.

Aplicacion: Urban roads and streets, Squares and pedestrian areas, Roundabouts, Parks, Large areas, Car parks, Bridges, Bike paths

Altura de instalación recomendada: entre 4m y 12m

Pintura: Poliéster electrodepositado en polvo

Color: AKZO o RAL

TECEO 1 - Tu configuración:

Reflector: 5136

Protector: [Glass Extra Clear, Flat, Smooth]

Fuente de luz: 24 LEDS 350mA NW

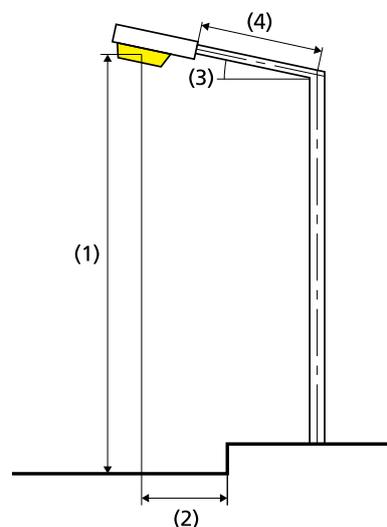
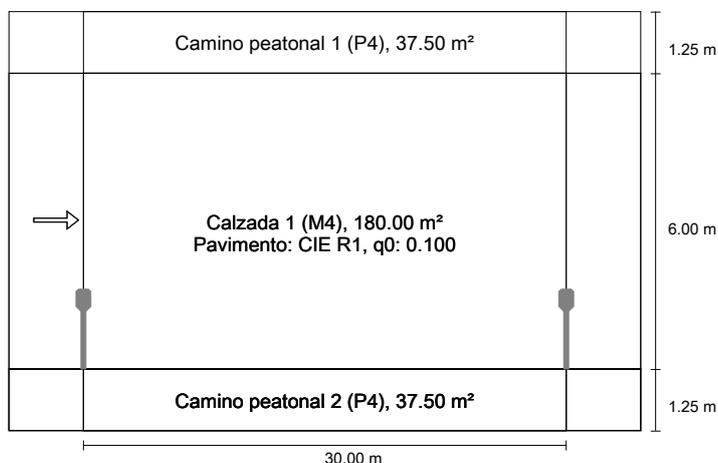
Reglaje: - - 372612

Dimensiones: Ancho: 318 Alto: 113 Longitud: 607 Peso: 9.6

Características mecánicas y eléctricas: IP: IP 66 IK: IK 08 Clase eléctrica: Class II EU, Class I EU

Calle 1 hacia EN 13201:2015

Schröder TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS 350mA NW / 372612



Resultados para campos de evaluación

Factor de degradación: 0.92

Camino peatonal 1 (P4)

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 0.40
✓ 7.21	✓ 3.82

Calzada 1 (M4)

Lm [cd/m²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.04	✓ 0.64	✓ 0.68	✓ 10	* 0.26

Camino peatonal 2 (P4)

Em [lx] ≥ 3.50 ≤ 5.25	Emin [lx] ≥ 0.40
✓ 4.97	✓ 1.46

* Informativo, no es parte de la evaluación

Resultados para indicadores de eficiencia energética

Indicador de la densidad de potencia (Dp)	0.011 W/lxm²
Densidad de consumo de energía	
Organización: TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS 350mA NW / 372612 (118.3 kWh/año)	0.5 kWh/m² año

Lámpara:	1x24 LEDS 350mA NW
Flujo luminoso (luminaria):	3329.65 lm
Flujo luminoso (lámpara):	3984.00 lm
Horas de trabajo	
4380 h:	100.0 %, 27.0 W
W/km:	891.0
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Inclinación del brazo (3):	10.0°
Longitud del brazo (4):	1.000 m
Altura del punto de luz (1):	7.400 m
Saliente del punto de luz (2):	1.372 m

ULR:	0.00
ULOR:	0.00
Valores máximos de la intensidad lumínica	
a 70°:	788 cd/klm
a 80°:	211 cd/klm
a 90°:	7.65 cd/klm
Clase de potencia lumínica:	/

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.4

Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 5.00 ≤ 7.50	Emin [lx] ≥ 0.40
✓ 7.21	✓ 3.82

Camino peatonal 1 (P4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

8.292	9.19	7.18	5.53	4.25	3.82	3.82	4.25	5.53	7.18	9.19
7.875	11.5	8.81	6.47	5.04	4.47	4.47	5.04	6.47	8.81	11.5
7.458	13.5	10.2	7.33	5.72	5.09	5.09	5.72	7.33	10.2	13.5
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

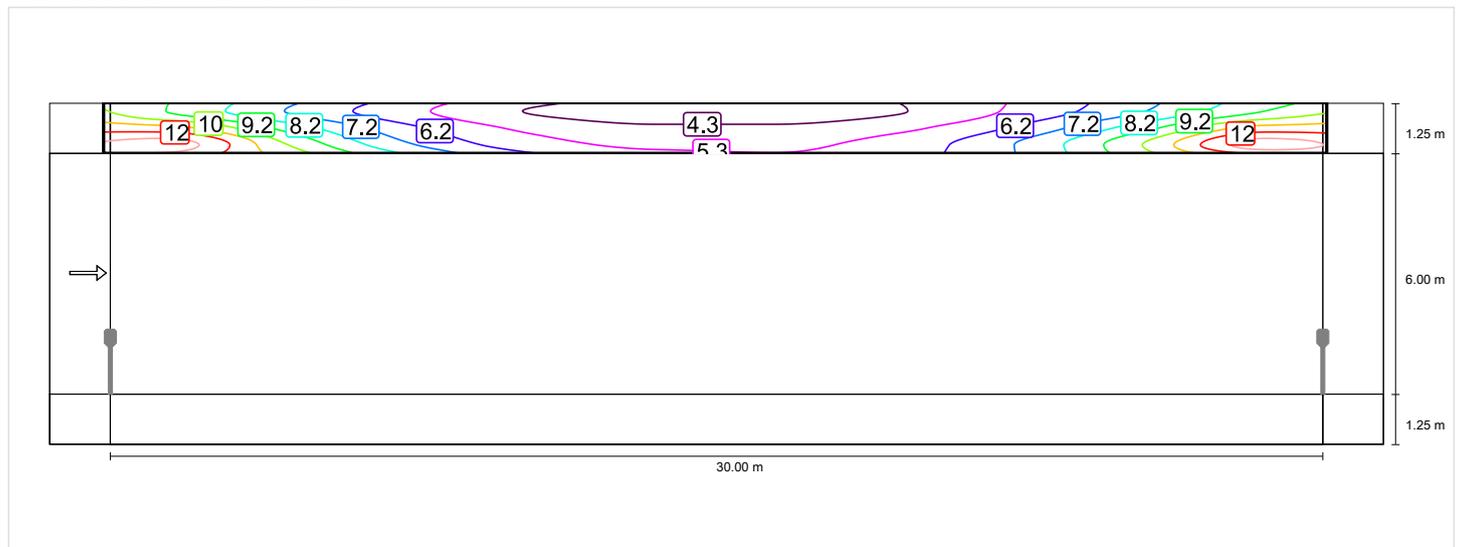
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
7.21	3.82	13.5	0.529	0.282

Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 5.00	≥ 0.40
≤ 7.50	
✓ 7.21	✓ 3.82

Intensidad lumínica horizontal



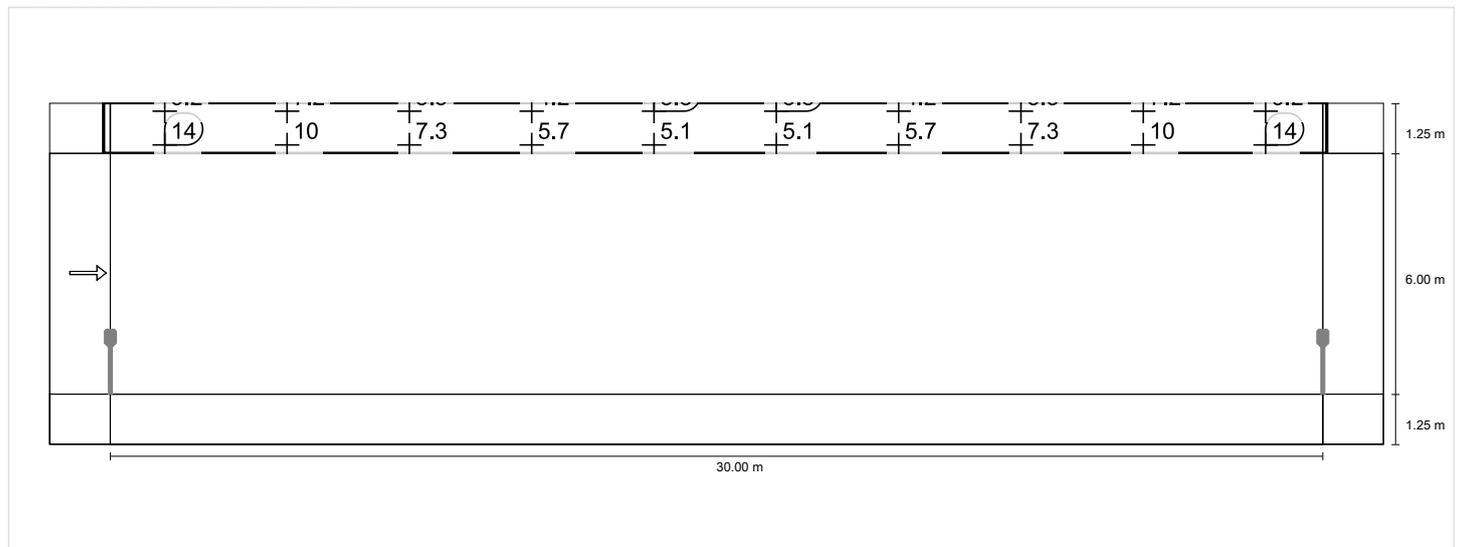
Escala: 1 : 200

Camino peatonal 1 (P4)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 5.00	≥ 0.40
≤ 7.50	
✓ 7.21	✓ 3.82

Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.04	✓ 0.64	✓ 0.68	✓ 10	* 0.26

* Informativo, no es parte de la evaluación

Observador respectivo (1):

Observador	Posición [m]	Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10
Observador 1	(-60.000, 4.250, 1.500)	1.04	0.64	0.68	10

Calzada 1 (M4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

6.250	18.5	13.5	9.44	7.29	6.28	6.28	7.29	9.44	13.5	18.5
4.250	19.8	14.5	10.9	8.18	6.84	6.84	8.18	10.9	14.5	19.8
2.250	17.8	11.4	7.10	4.98	4.30	4.30	4.98	7.10	11.4	17.8
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
10.7	4.30	19.8	0.402	0.217

Observador 1

Luminancia en calzada seca [cd/m²]

6.250	1.44	1.16	0.93	0.84	0.81	0.81	0.85	0.94	1.25	1.43
4.250	1.50	1.30	1.14	1.08	1.02	1.02	1.07	1.15	1.29	1.48
2.250	1.28	0.99	0.74	0.68	0.67	0.66	0.66	0.76	0.98	1.27
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.04	0.66	1.50	0.635	0.441

Luminancia de lámpara nueva [cd/m²]

6.250	1.56	1.26	1.02	0.92	0.89	0.89	0.93	1.02	1.36	1.56
4.250	1.63	1.41	1.24	1.17	1.11	1.10	1.16	1.25	1.40	1.61
2.250	1.39	1.07	0.80	0.74	0.72	0.72	0.72	0.82	1.07	1.38
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²]	Lmin [cd/m ²]	Lmax [cd/m ²]	g1	g2
1.13	0.72	1.63	0.635	0.441

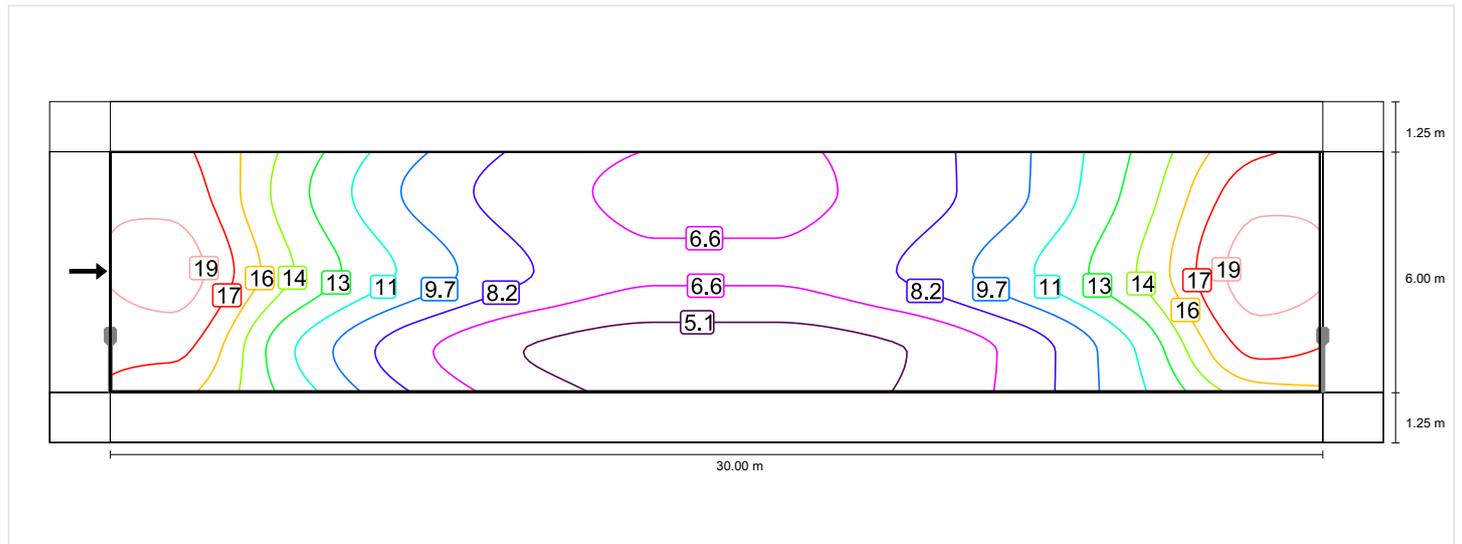
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m ²] ≥ 0.50	U _o ≥ 0.15	U _I ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.04	✓ 0.64	✓ 0.68	✓ 10	* 0.26

* Informativo, no es parte de la evaluación

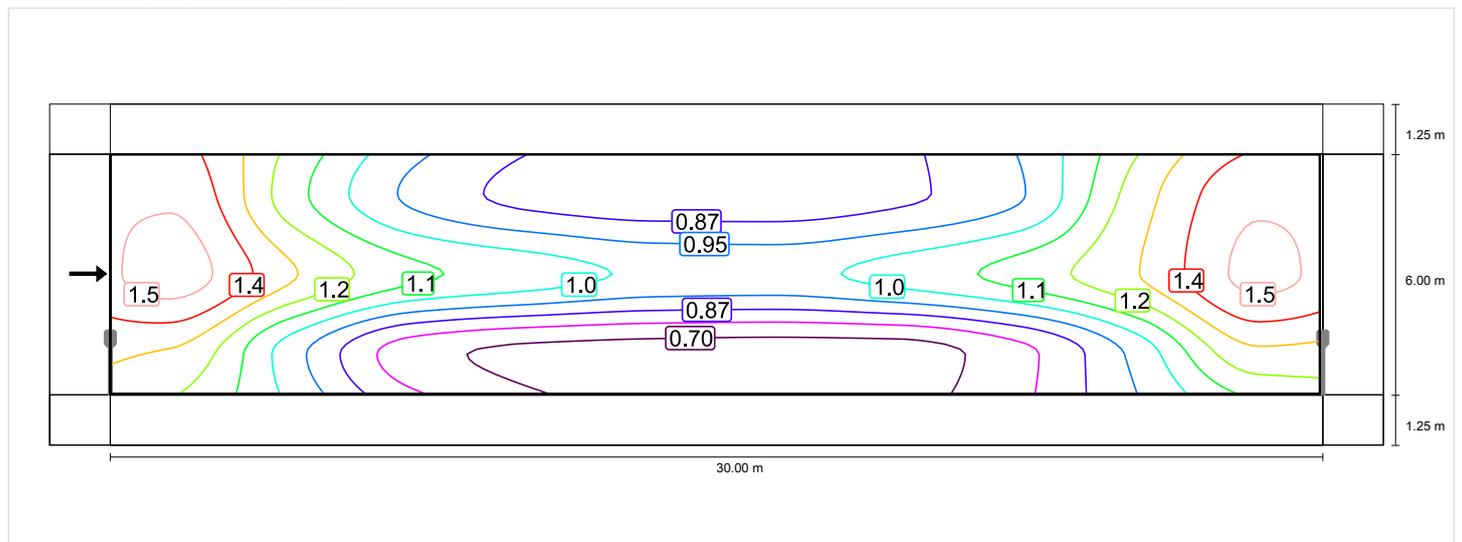
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

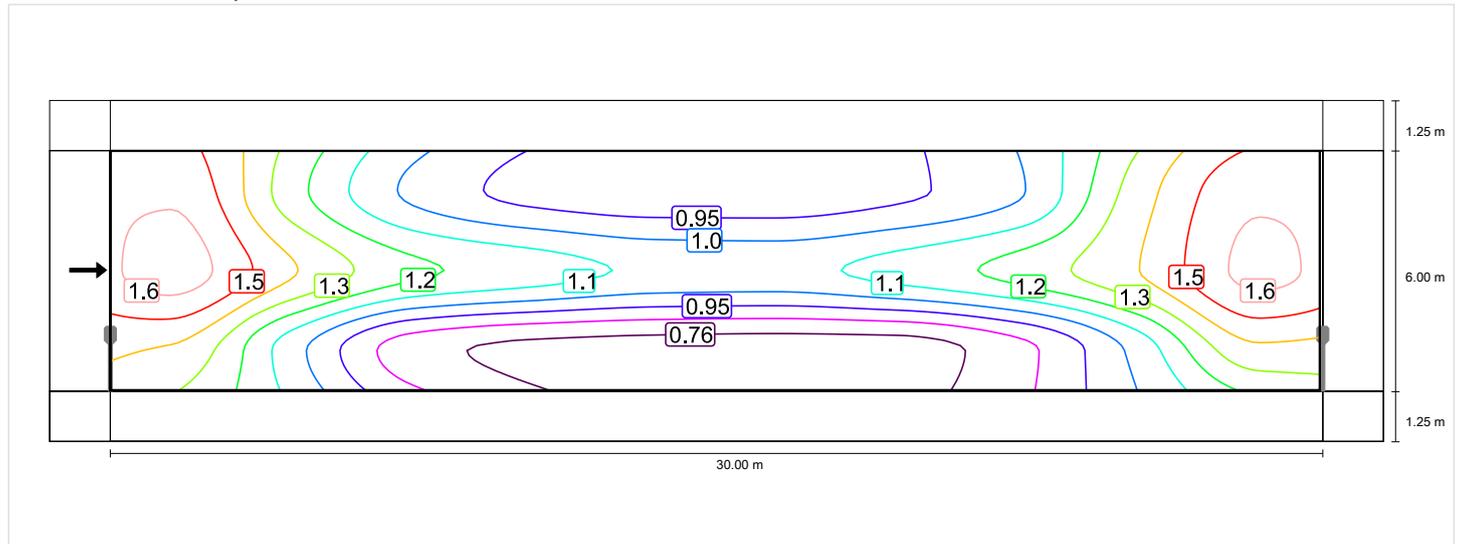
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

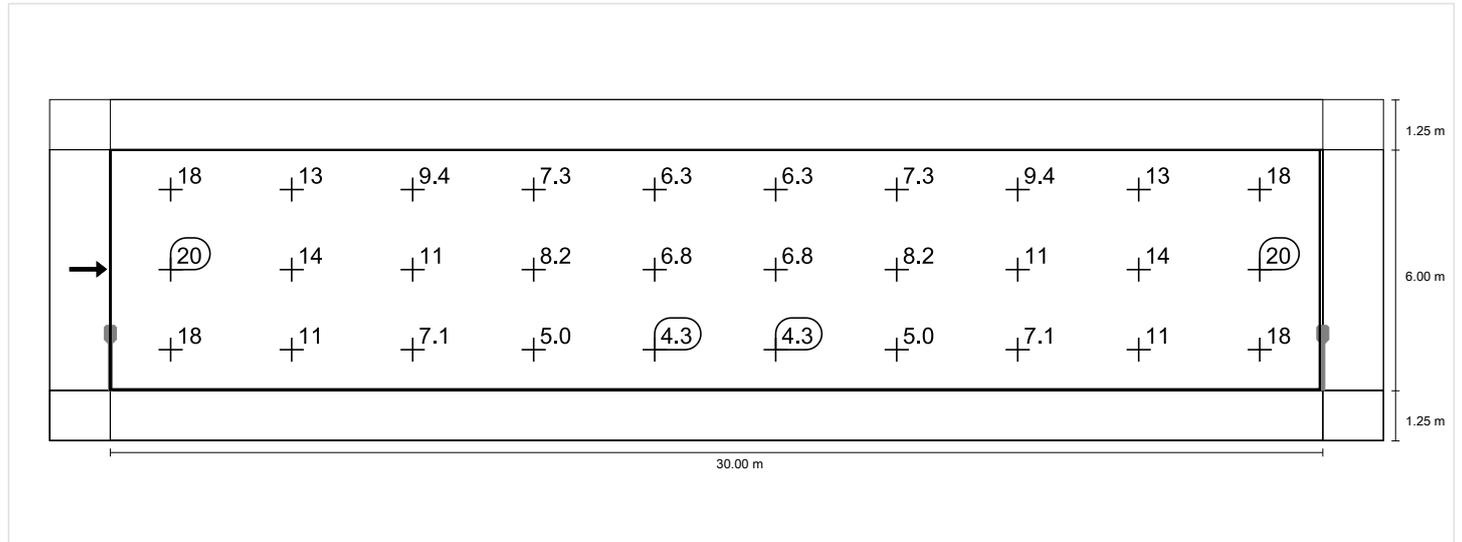
Calzada 1 (M4)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Lm [cd/m²] ≥ 0.50	Uo ≥ 0.15	UI ≥ 0.60	TI [%] ≤ 10	EIR
✓ 1.04	✓ 0.64	✓ 0.68	✓ 10	* 0.26

* Informativo, no es parte de la evaluación

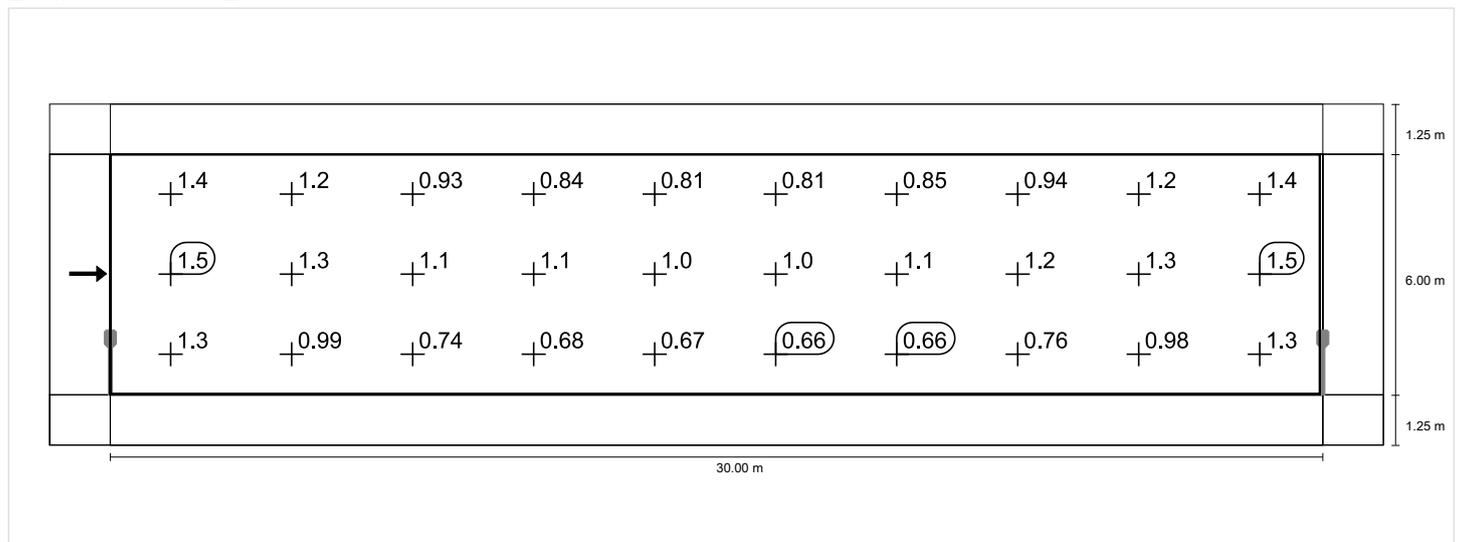
Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

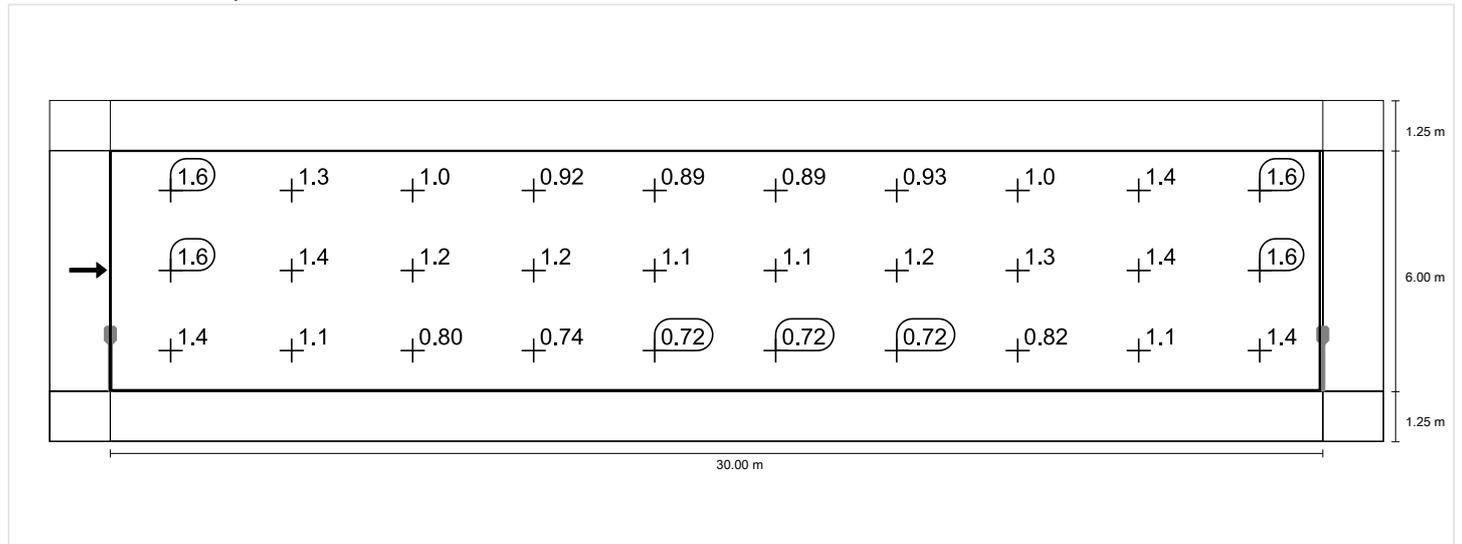
Observador 1

Luminancia en calzada seca



Escala: 1 : 200

Luminancia de lámpara nueva



Escala: 1 : 200

Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92

Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx] ≥ 3.50 ≤ 5.25	Emin [lx] ≥ 0.40
✓ 4.97	✓ 1.46

Camino peatonal 2 (P4)

Intensidad lumínica horizontal [lx]

1.042	12.3	7.69	4.47	2.72	2.02	2.02	2.72	4.47	7.69	12.3
0.625	10.2	6.45	3.84	2.32	1.71	1.71	2.32	3.84	6.45	10.2
0.208	8.49	5.52	3.31	2.00	1.46	1.46	2.00	3.31	5.52	8.49
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Trama: 10 x 3 Puntos

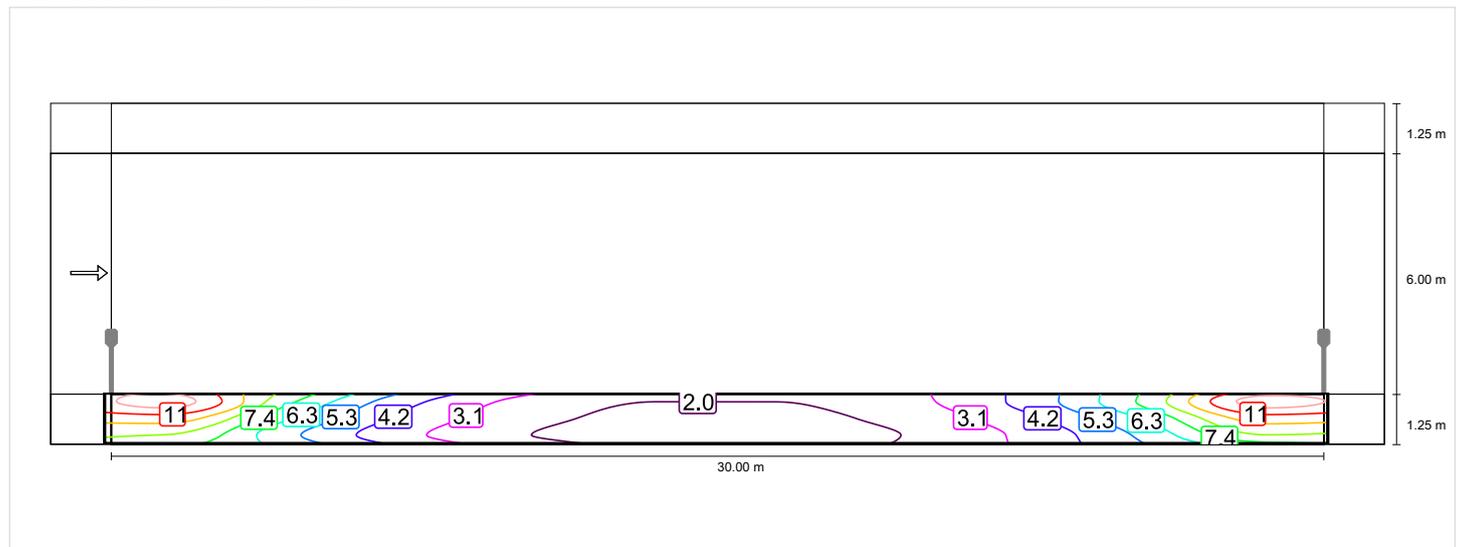
Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	g1	g2
4.97	1.46	12.3	0.295	0.119

Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.50	≥ 0.40
≤ 5.25	
✓ 4.97	✓ 1.46

Intensidad lumínica horizontal



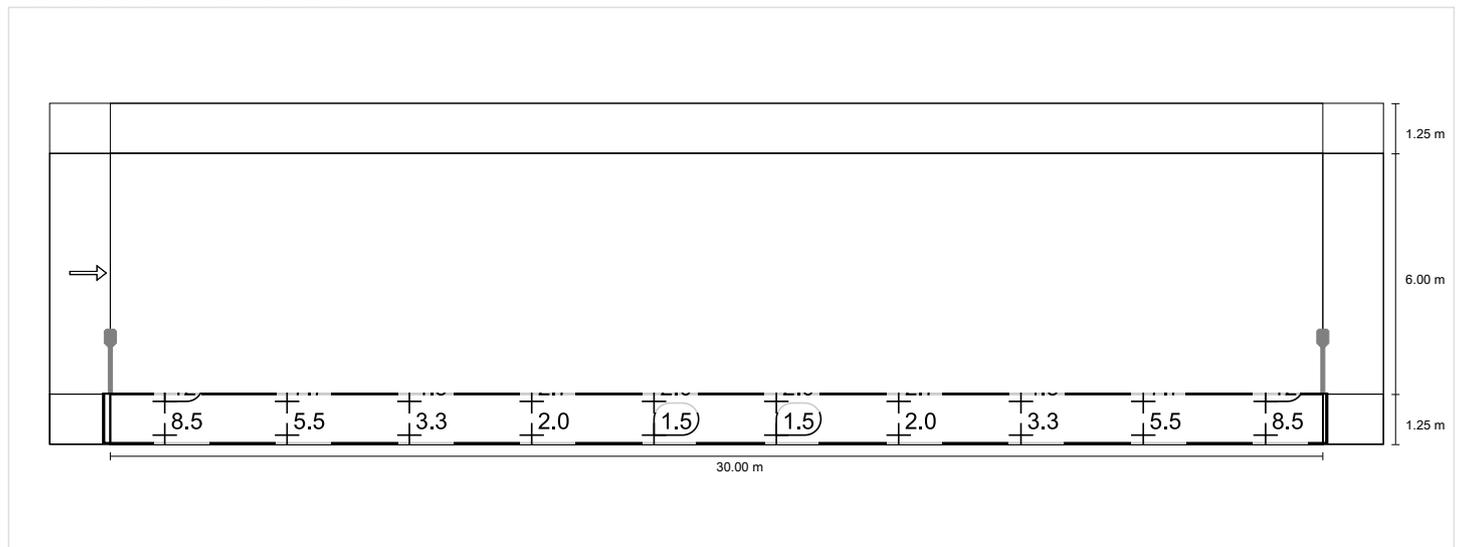
Escala: 1 : 200

Camino peatonal 2 (P4)

Factor de degradación: 0.92
 Trama: 10 x 3 Puntos

Em [lx]	Emin [lx]
≥ 3.50	≥ 0.40
≤ 5.25	
✓ 4.97	✓ 1.46

Intensidad lumínica horizontal



Escala: 1 : 200

4.7. Características técnicas de los equipos seleccionados.

4.7.1. Paneles solares en estudio.

Se ha seleccionado paneles de la marca Eco Delta modelo ED95-6P, cada módulo contiene 36 celdas solares conectadas en serie.

Tabla 13: Características técnicas de los paneles seleccionados.

Panel Solar Policristalino 95 W/12 VDC	
Potencia máxima	: 95 W
Voltaje circuito abierto (Voc)	: 21,8 V
Voltaje óptimo (Vmp)	: 17,4 V
Corriente cortocircuito (Isc)	: 5,78 A
Corriente óptima (Imp)	: 5,46 A
Número de celdas	: 36
Eficiencia de celda	: 14,2%
Dimensiones	: 1000x670x30 mm
Peso	: 8 kg
Garantía técnica	: 10 años
Vida útil promedio	: 25 años
Certificados	: CE, IEC, ISO, TUV.

Fuente: ENF Solar.

4.7.2. Controladores de carga.

Elegimos controladores de carga marca Shenzhen Olyssolar modelo MPPT7510 de 10A, tienen características de protección contra corto-circuito, protección de polaridad inversa de FV, protección de polaridad inversa de batería, protección contra

sobrecarga, protección de sobrecarga, protección de sobre descarga, protección de sobrecalentamiento.

El producto tiene una garantía de 3 años.

Tabla 14: Características técnicas de controladores seleccionados.

7.0 Technical Specifications	
Electrical	
Nominal system voltage	12 or 24 Vdc
Max. battery current	10A/15 A (according model)
Battery voltage range	7 V – 36 V
Max. solar input voltage	75 V
Nominal Max. Input Power	
12 Volt	200 Watts (15A)/ 150W (10A)
24 Volt	400 Watts (15A)/ 300W (10A)
Self-consumption	35 mA
Accuracy	
Voltage	1.0 %
Current	2.0 %
Meter Connection	8-pin Rj45
Transient Surge Protection	4 x 1500 W

Fuente: ENF Solar.

4.7.3. Baterías.

Elegimos baterías estacionarias de GEL de la marca **Victron Energy** de 130 A.h – 12 V, son recomendables para uso en sistemas fotovoltaicos autónomos, de telecomunicaciones, alarmas, sistemas de señalización, repetidores entre otros.

La gama GEL ofrece la mejor durabilidad en ciclo profundo y la mayor vida útil. Debido al uso de materiales de gran pureza y de rejillas de plomo-calcio, las baterías GEL tienen una autodescarga muy baja, lo que permite largos periodos de almacenamiento sin necesidad de

carga. Tienen terminales de cobre plano con pernos M8, que garantizan el mejor contacto posible y eliminan la necesidad de bornes de batería. Las baterías cumplen con las normativas CE y UL y sus recipientes son de ABS resistente al fuego, y disponen de la garantía de Victron Energy de dos años con cobertura mundial.

Tabla 15: Características técnicas de baterías seleccionadas.

12 Volt Deep Cycle GEL							Especificaciones generales
Referencia	Ah	V	l x an x al mm	Peso kg	CCA @0°F	RES CAP @80°F	Tecnología: flat plate GEL Bornes: cobre, M8
BAT412550104	60	12	229x138x227	20	300	80	Capacidad nominal: 20 hr discharge at 25 °C Dur. de vida en flotación: 12 years at 20 °C Dur. de vida en ciclos: 500 ciclos en descarga 80% 750 ciclos en descarga 50% 1800 ciclos en descarga 30%
BAT412600100	66	12	258x166x235	24	360	90	
BAT412800104	90	12	350x167x183	26	420	130	
BAT412101104	110	12	330x171x220	33	550	180	
BAT412121104	130	12	410x176x227	38	700	230	
BAT412151104	165	12	485x172x240	48	850	320	
BAT412201104	220	12	522x238x240	66	1100	440	
BAT412126101	265	12	520x268x223	75	650	400	

Fuente: Victron Energy.

4.7.4. Luminarias.

Elegimos luminarias **TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS** de 27 W, de alta calidad con IP66, carcasa de aluminio y un flujo luminoso de la lámpara 3330 lm.

La versión solar Teceo 1, puede aprovechar su muy bajo consumo de energía para ser suministrada con energía solar para ofrecer una solución de iluminación aún más sostenible.

Viene equipada con un controlador diseñado específicamente para esta aplicación, proporciona una alta eficacia que permite reducir el tamaño del panel y la capacidad de la batería, lo que minimiza el costo total de propiedad.

Tabla 16: Características técnicas de luminarias seleccionadas.

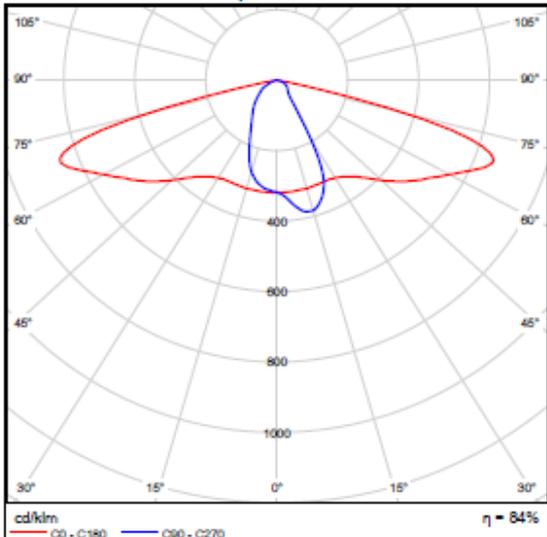
TECEO 1							
LENSOFLEX®2							Lifetime residual flux @ t _a 25°C (°)
Colour temperature	Warm (3000K), neutral (4000K) and cool (5700K) white						
Number of LEDs	8 LEDs	16 LEDs	24 LEDs	32 LEDs	40 LEDs	48 LEDs	@100.000h
Current: 350mA	Luminaire flux range (lm)*	800 to 1100	1600 to 2200	2400 to 3300	3300 to 4500	4100 to 5600	4900 to 6700
	Power consumption (W)	10	20	27	36	44	53
	Solar version - 12V / 24V	-	✓	✓	✓	✓	✓

Schröder TECEO 1 / 5136 / 24 LEDS 350mA NW / 372612 1x24 LEDS 350mA NW



Grado de eficacia de funcionamiento: 83.58%
 Flujo luminoso de lámparas: 3984 lm
 Flujo luminoso de las luminarias: 3330 lm
 Potencia: 27.0 W
 Rendimiento lumínico: 123.3 lm/W

Emisión de luz 1 / CDL polar



cd/klm
 — C0 - C180 — C90 - C270
 η = 84%

Luminaria LED hermética disponible en dos tamaños, TECEO, compuesta por un protector de vidrio extra-claro y un cuerpo de aluminio donde se ubica el bloque óptico (IP66) compuesto por 16-24 32-40 o 48LED en la versión pequeña, y 56-64-72-80-88-96-104-112-120-128-136 o 144 LEDs de alto flujo luminoso blanco neutro y el compartimento de auxiliares (IP66), ambos independientes y accesibles in situ, lo cual permite el sistema Futureproof de actualización a lo largo del tiempo. Diseño compacto gracias a la tecnología LED con alturas de montaje de 4 a 10m (según versión y corriente de funcionamiento), tanto en posición vertical como horizontal (ajustable in situ). Diferentes ópticas disponibles para ofrecer la solución óptima a cada aplicación (funcional o urbana). Dispone de un sistema de protección contra sobretensiones de hasta 10kV.

Aplicación: Urban roads and streets, Squares and pedestrian areas, Roundabouts, Parks, Large areas, Car parks, Bridges, Bike paths

Altura de instalación recomendada: entre 4m y 12m

Pintura: Poliéster electrodepositado en polvo

Color: AKZO o RAL

TECEO 1 - Tu configuración:

Reflector: 5136

Protector: [Glass Extra Clear, Flat, Smooth]

Fuente de luz: 24 LEDS 350mA NW

Reglaje: - - 372612

Dimensiones: Ancho: 318 Alto: 113 Longitud: 607 Peso: 9.6

Características mecánicas y eléctricas: IP: IP 66 IK: IK 08 Clase eléctrica: Class II EU, Class I EU

Fuente: Schröder, 2018.

4.7.5. Conductores.

Debido a su propiedades de resistencia al trabajo a la intemperie y fácil instalación, elegimos conductores de Cu TTRF-70 (NLT/NMT) cuyas secciones de los conductores se muestran en la Tabla N° 12.

Los cables están formado por dos conductores de cobre electrolítico recocido, flexible, cableado en haz, aislados con PVC, trenzados, relleno de PVC y cubierta exterior común de PVC y a la vez tienen como características gran flexibilidad, terminación compacta; resistente a la abrasión, humedad y al aceite. Retardante a la llama.

4.8. Descripción de la instalación de la propuesta de investigación.

Para llevar a cabo la ejecución técnica de la investigación, los postes de CAC existentes de las Redes de Baja Tensión se encuentran en buen estado de conservación y/u operación, además realizado los cálculos correspondientes para determinar los niveles de iluminación exigidos por la normatividad (Considerando los postes existentes como los puntos de iluminación teóricos) se determinó que su ubicación si es la adecuada por tanto, en nuestro diseño no se considera cálculos para la selección de nuevos postes solares.

En la infraestructura eléctrica actual de las Redes de Baja Tensión solamente se deshabilitará en el circuito de alumbrado público para ello se desconecta de las fuentes de alimentación de corriente alterna y cada artefacto de alumbrado público será dotado de energía eléctrica en corriente continua a través de un sistema fotovoltaico autónomo con una tensión de 12 V donde los componentes seleccionados serán instalados y adosados en cada poste existente que la contiene.

El alumbrado público dotará de iluminación artificial a toda la ciudad de Chulucanas donde su ubicación y distribución de luminarias será en el

mismo orden de las existentes previo cumplimiento de la normatividad vigente.

Las luminarias son del tipo LED con una potencia de 27 W, serán instaladas en postes de concreto armado centrifugado de 8 m y 9 m de longitud, dispuestas unilateralmente excepto las ubicadas en la vía principal de la ciudad la Av. Ramón Castilla y Prolongación Apurímac donde la disposición de luminarias es bilateral.

4.8.1. Descripción de los tipos de alumbrado según la clasificación vial.

Según la tabla N° 3, los tipos de alumbrado que presenta la ciudad de Chulucanas de acuerdo a la clasificación vial son del tipo III, IV, V.

4.8.2. Altura de instalación de las luminarias.

Se ha determinado cumpliendo las especificaciones técnicas dadas en las tablas N° 01, 02, 03, 04, 05.

Tabla 17: Tabla referencial para determinar la altura de instalación de luminarias.

Flujo de la lámpara (lm)	Altura (m)
$3000 \leq \Phi_i < 10000$	$6 \leq H < 8$
$10000 \leq \Phi_i < 20000$	$8 \leq H < 10$
$20000 \leq \Phi_i < 40000$	$10 \leq H < 12$
≥ 40000	≥ 12

Fuente: Teoría de cálculos luminotécnicos de A.P, 2018.

El flujo luminoso de las luminarias seleccionadas es de 3330 lm por tanto la altura de los puntos de luz oscila entre 6,0 m y 8,0 m, asimismo visto los parámetros de instalación de luminarias dadas por el fabricante para el cálculo realizado satisface una altura de 7,4 m.

4.8.3. Distribución de los puntos de luz.

Se ha determinado cumpliendo las especificaciones técnicas dadas en las tablas N° 01, 02, 03, 04, 05.

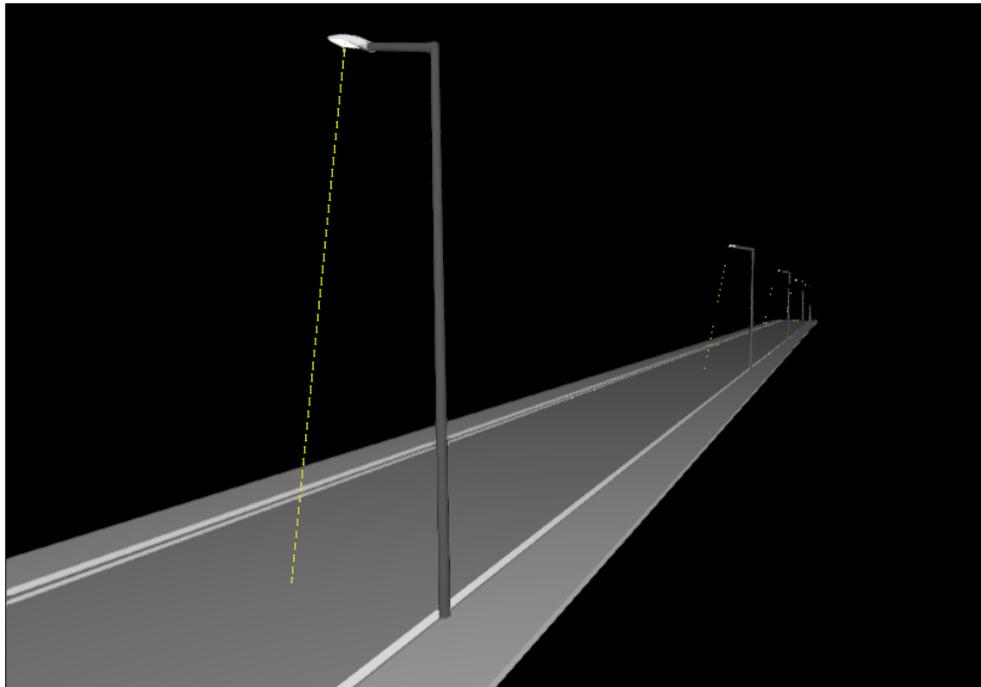
Tabla 18: Tabla referencial para determinar la distribución de luminarias.

Disposición	Relación anchura/altura
Unilateral	≤ 1
Tresbolillo	$1 < A/H \leq 1.5$
Pareada	> 1.5

Fuente: Teoría de cálculos luminotécnicos de A.P, 2018.

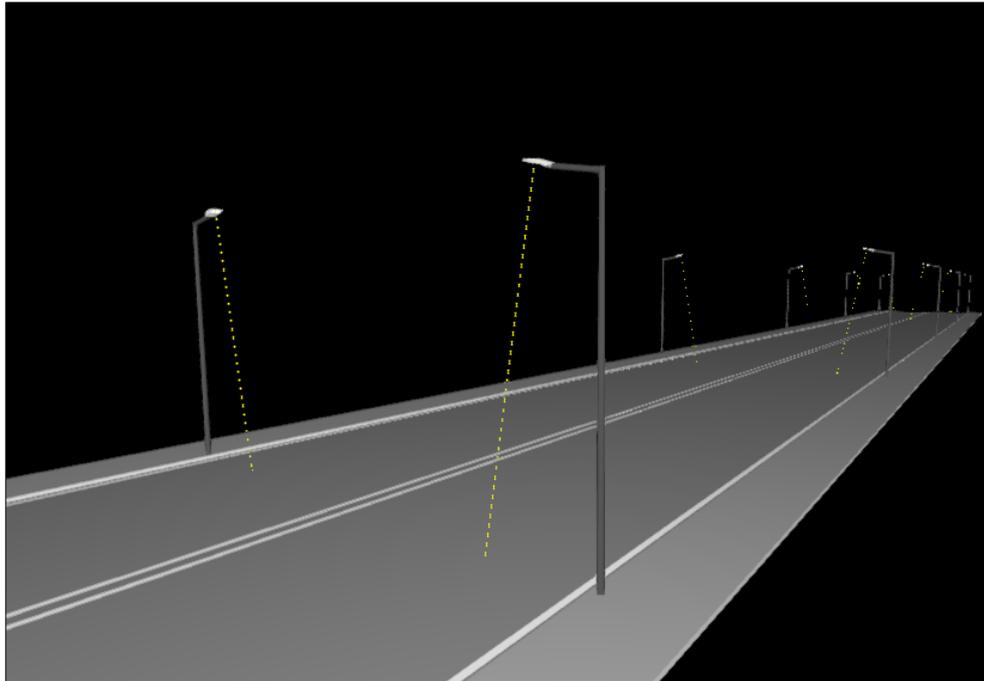
En base a lo anunciado y realizado los cálculos, los puntos de iluminación en la ciudad de Chulucanas serán distribuidos de forma unilateral y bilateral pareada.

Figura 37: Distribución del alumbrado público en forma unilateral.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 38: Distribución del alumbrado público en forma Bilateral pareada.



Fuente: Elaboración propia.

Dentro del **alumbrado de zonas especiales**, se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Curvas:

- En todo el trayecto de las curvas se respetarán los niveles mínimos de alumbrado de la vía.
- En curvas con radios de curvaturas iguales o menores a 300 m y con anchos menores o iguales a 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 150%

de la altura de montaje de las luminarias y se haga indispensable instalar luminarias adicionales a aquellas del borde exterior de la curva.

2. 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.

3. 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.

4.8.4. Distancia entre los puntos de iluminación.

Se ha determinado una distancia de 30 m teniendo en cuenta los parámetros técnicos de las luminarias seleccionadas dadas por el fabricante y en cumpliendo a lo dispuesto en las tablas N° 01, 02, 03, 04 y 05.

Tabla 19: Parámetros de diseño e instalación, para tipos de alumbrado III, IV y V, calzada clara.

TIPO DE VÍA	TIPO DE ALUMBRADO	LUMINANCIA MEDIA REVESTIMIENTO SECO (Cd/m ²)	ILUMINANCIA MEDIA (lux)	FACTOR DE CONTROL DE DESLUMBRAMIENTO (G)	UNIFORMIDAD MEDIA DE ILUMINANCIA	ALTURA DE INSTALACIÓN DE LUMINARIAS	DISTANCIA ENTRE LOS PUNTOS DE LUZ
			CALZADA CLARA				
Colectora 2	III	0,5 - 1,0	5 - 10	5 - 6	0,25 - 0,35	7,4 m	30 m
Local comercial	III	0,5 - 1,0	5 - 10	5 - 6	0,25 - 0,35	7,4 m	30 m
Local Residencial 1	IV		2 - 5	4 - 5	≥ 0,15	7,4 m	30 m
Local Residencial 2	V		1 - 3	4 - 5	≥ 0,15	7,4 m	30 m

Fuente: Elaboración propia; Base: Minem - DGE.

Tabla 20: Parámetros de diseño e instalación, para tipos de alumbrado III, IV y V, calzada Oscura.

TIPO DE VÍA	TIPO DE ALUMBRADO	LUMINANCIA MEDIA REVESTIMIENTO SECO (Cd/m ²)	ILUMINANCIA MEDIA (lux)	FACTOR DE CONTROL DE DESLUMBRAMIENTO (G)	UNIFORMIDAD MEDIA DE ILUMINANCIA	ALTURA DE INSTALACIÓN DE LUMINARIAS (m)	DISTANCIA ENTRE LOS PUNTOS DE LUZ (m)
			CALZADA OSCURA				
Colectora 2	III	0,5 - 1,0	10 - 20	5 - 6	0,25 - 0,35	7,4 m	30 m
Local comercial	III	0,5 - 1,0	10 - 20	5 - 6	0,25 - 0,35	7,4 m	30 m
Local Residencial 1	IV		5 - 10	4 - 5	≥ 0,15	7,4 m	30 m
Local Residencial 2	V		2 - 6	4 - 5	≥ 0,15	7,4 m	30 m

Fuente: Elaboración propia; Base: Minem - DGE.

4.9. Estudio económico de la propuesta de investigación.

Una vez identificado la propuesta, en la presente sección evaluaremos la factibilidad económica por el cambio de artefactos de alumbrado público convencional al tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico.

A partir de esta sección se establecerán nuevas condiciones y comportamientos en el mantenimiento del sistema de alumbrado público durante el implante del nuevo sistema asumiendo una operación óptima.

4.9.1. Producción energética esperada.

La energía diaria demandada por cada artefacto de alumbrado público conectado a una instalación de sistema fotovoltaico en cada mes del año es constante siendo $E_L = 324 W \cdot h/día$.

La producción media de energía diaria generada por la instalación fotovoltaica en cada mes del año viene dada por la siguiente fórmula:

$$E_p = P_g * HSP * R \dots \dots \dots (4.6.1.1)$$

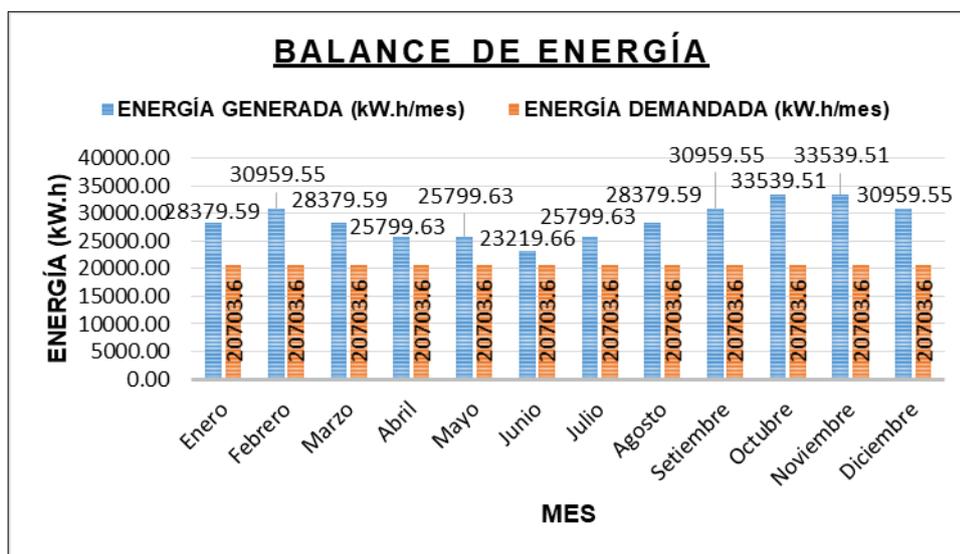
En la siguiente tabla se muestran los valores proyectados de energía media generada y demandada durante todos los meses del año teniendo en cuenta las HSP (Atlas de Energía Solar del Perú - 2003) y el factor de rendimiento (R) del sistema ya calculado:

Tabla 21: Comparación de la proyección de demanda de energía mensual.

MES	HSP (kW.h/m2/día)	HSP ELEGIDO (kW.h/m2/día)	R	POTENCIA DE GENERADORES FOTOVOLTAICOS (Wp)	ENERGÍA GENERADA (kW.h/mes)	POTENCIA INSTALADA (W)	HORAS DE OPERACIÓN DEL A.P	ENERGÍA DEMANDADA (kW.h/mes)
Enero	5,5 - 6,0	5.5	0.85	202350.0	28379.59	57510	12	20703.6
Febrero	5,5 - 6,5	6	0.85	202350.0	30959.55	57510	12	20703.6
Marzo	5,5 - 6,0	5.5	0.85	202350.0	28379.59	57510	12	20703.6
Abril	5,0 - 5,5	5	0.85	202350.0	25799.63	57510	12	20703.6
Mayo	5,0 - 5,5	5	0.85	202350.0	25799.63	57510	12	20703.6
Junio	4,5 - 5,0	4.5	0.85	202350.0	23219.66	57510	12	20703.6
Julio	5,0 - 5,5	5	0.85	202350.0	25799.63	57510	12	20703.6
Agosto	5,5 - 6,0	5.5	0.85	202350.0	28379.59	57510	12	20703.6
Setiembre	6,0 - 6,5	6	0.85	202350.0	30959.55	57510	12	20703.6
Octubre	6,0 - 7,0	6.5	0.85	202350.0	33539.51	57510	12	20703.6
Noviembre	6,0 - 7,0	6.5	0.85	202350.0	33539.51	57510	12	20703.6
Diciembre	6,0 - 6,5	6	0.85	202350.0	30959.55	57510	12	20703.6

Fuente: Elaboración propia; Base: Senamhi – Minem, 2003.

Figura 39: Balance de energía proyectada.



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico se puede observar que si se lograría cubrir las necesidades energéticas mínimas proyectadas en la instalación de alumbrado público, la energía proyectada generada es mayor que la energía proyectada demandada, siendo el mes de Junio el que presenta menor radiación solar de acuerdo a la información presentada por el Senamhi en el Atlas de Energía Solar del Perú del año 2003.

Para los otros meses del año se evidencia mayor producción de energía a la requerida por lo que estos excesos de energía podría ser utilizada y aprovechada por la concesionaria como por ejemplo en la dotación de energía a nuevas cargas (Suministros) donde su ubicación sea próxima al punto de iluminación y cuya demanda de energía sea constante en el tiempo, un ejemplo de ello sería las cabinas telefónicas, paneles publicitarios, semáforos entre otros.

4.9.2. Evaluación económica financiera.

1. Ingresos.

Los ingresos estimados realizado la instalación fotovoltaica provienen de los ahorros en la facturación eléctrica correspondiente al consumo de energía del alumbrado público durante su vida útil. En el caso del alumbrado público convencional éste se encuentra conectado a las Redes de Distribución, por lo que el consumo de alumbrado público se factura a los usuarios del servicio público de electricidad en función a sus consumos durante el mes.

Para estimar el costo del consumo por energía eléctrica mensual utilizaremos la siguiente expresión:

$$\text{Cons.de energía} = (\text{Pot. instalada total}) * (\text{Horas al mes})$$

$$\dots\dots\dots(4.6.2.1)$$

$$\text{Cons.de energía} = 27 * 2130 * 12 * 30 \text{ W.h}$$

$$\text{Cons.de energía} = 20\,703,6 \text{ kW.h}; \text{ Al mes}$$

Luego para determinar el monto económico referencial del ahorro por consumo de energía es necesario tener un precio referencial del kW.h para ello tomamos los precios por consumo de energía del pliego tarifario vigente correspondiente al distrito de Chulucanas provincia de Morropón departamento de Piura, publicado el día 04 de Febrero del 2018 por el OSINERGMIN en su página web.

Figura 40: Pliego tarifario Chulucanas, vigencia 04-02-18.

Empresa: Electronoroeste			
Pliego	Vigencia	Sector	
CHULUCANAS	4/Feb/2018	4	
BAJA TENSIÓN		UNIDAD	TARIFA
			Sin IGV
TARIFA BT5B	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
Residencial	a) Para usuarios con consumos menores o iguales a 100 kW.h por mes		
	0 - 30 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.68
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	33.86
	31 - 100 kW.h		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.68
	Cargo por Energía Activa - Primeros 30 kW.h	S./mes	10.16
	Cargo por Energía Activa - Exceso de 30 kW.h	ctm. S./kW.h	67.72
	b) Para usuarios con consumos mayores a 100 kW.h por mes		
	Cargo Fijo Mensual	S./mes	3.83
	Cargo por Energía Activa	ctm. S./kW.h	70.43

Fuente: Osinegmin, 2018.

De la figura de referencia de pliegos tarifarios emitidos por el Osinegmin tomamos un precio referencial el costo del kW.h a S/. 0,6772, luego determinaremos el ahorro económico por consumo de energía mediante la determinación de costos en energía demandada proyectada mensual y anual.

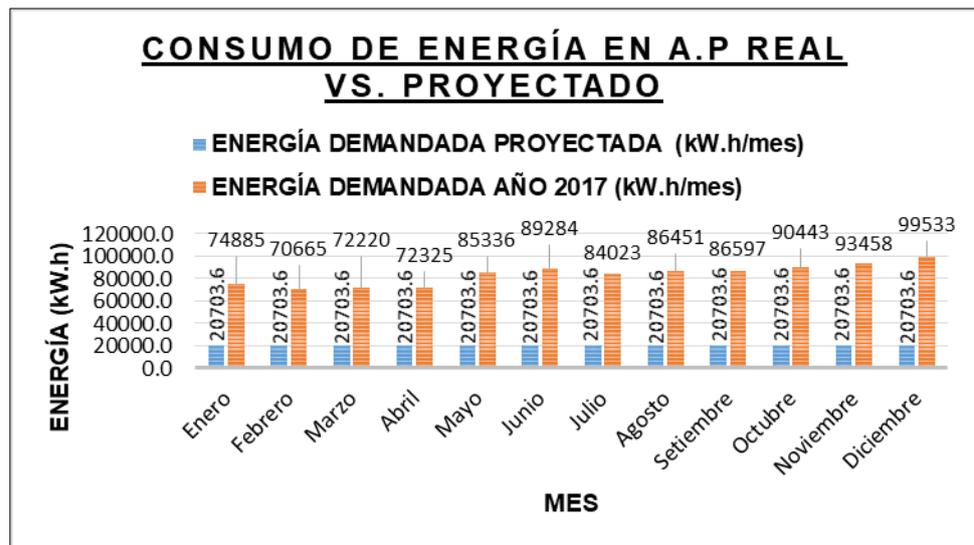
Tabla 22: Evaluación del ahorro económico en consumo de energía durante la propuesta implantada.

	COSTO UNITARIO kW.h (S/.)	ENERGÍA kW.h - mes	TOTAL EN ENERGÍA
ENERGÍA ELÉCTRICA	0,6772	20 703,6	S/. 14 020,48
		IGV (18%)	S/. 2523,69
		MENSUAL	S/. 16 544,16
		ANUAL	S/. 198 529,98

Fuente: Elaboración propia.

Ahora realizamos una comparación de consumos de energía entre el alumbrado público convencional alimentado con corriente alterna Vs. el consumo de energía en el alumbrado público proyectado con el nuevo diseño.

Figura 41: Comparación de consumos de energía en A.P, real Vs. Teórico.



Fuente: Elaboración propia.

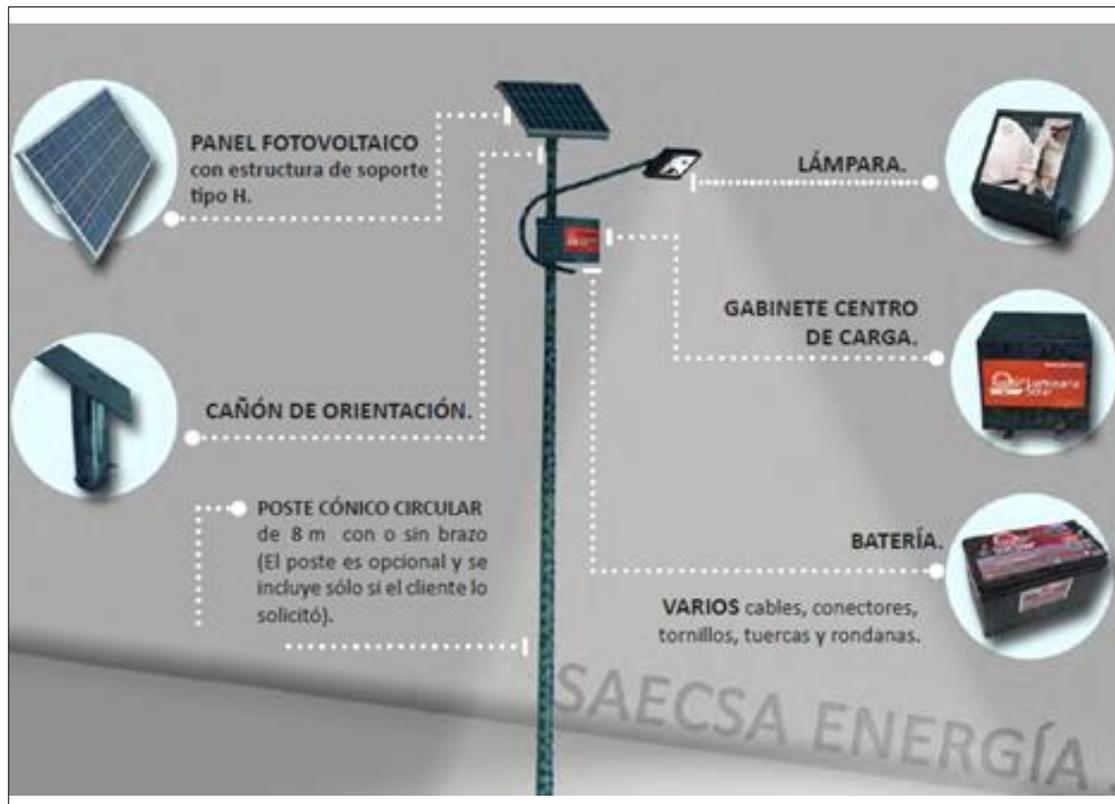
De esta grafica podemos afirmar que la concesionaria durante el implante de la propuesta estaría obteniendo un ahorro en consumo de energía de 756 777 kW.h en un año, si consideramos el precio de la energía el que tomemos como referencia de los pliegos tarifarios emitidos por el Osinergmin siendo S/. 0,6772 el costo del kW.h entonces estaríamos hablando de un ahorro económico de **S/. 604 737,31** (incluido IGV 18%); pero por otra parte si a esto le sumamos el monto económico de la energía proyectada a consumir durante un año (obtenida por los sistemas fotovoltaicos S/. 198 529,97) estaríamos hablando de un total de

Sl. 803 267,28 que Electronoroeste obtendría por una energía no proveniente del SEIN generando utilidades para la empresa.

2. Inversión.

En esta sección **evaluaremos los componentes a utilizar en cada poste solar** para ello analizaremos la infraestructura eléctrica actual y su comparación económica adicionando el alumbrado público solar a los postes existentes (Panel solar fotovoltaico, gabinete, Luminaria LED), considerándose los valores reales de energía así como los equipos y precios con los que contamos actualmente en el mercado.

Figura 42: Componentes a instalar por artefacto de alumbrado público.



Fuente: SAECSA Energía Solar.

Tabla 23: Alternativas de costos por punto de iluminación.

COMPONENTES	INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA SFV		INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA AC	
	CANTIDAD	COSTO \$	CANTIDAD	COSTO \$
Luminaria	1 UND	200.00	1 UND	79.80
Panel solar	1 UND	60.00	00	0.00
Sujetador para el PFV	1 UND	120.00	00	0.00
Batería	1 UND	250.00	00	0.00
Regulador de carga	1 UND	36.00	00	0.00
Interruptor horario	1 UND	33.48	1 UND	33.48
Interruptor térmico	1 UND	6.56	1 UND	22.26
Contactador	00	0.00	1 UND	61.54
Pastoral F°G°	1 UND	18.90	1 UND	18.90
Abrazaderas A°G°	2 UND	6.48	2 UND	06.48
Conectores cuña T/III, IV	00	0.00	2 UND	1.46
Gabinete metálico (tablero control y batería)	1 UND	52.00	00	0.00
Cables de conexión SFV y AC respectivamente	7 M	8.49	3.5 M	4.17
Cables de conexión AC (Incluye instalación)	00	0.00	CONJ.	363.00
SERVICIOS				
Instalación por Artefacto de Alumbrado Público	1 UND	\$/ 52.50	1 UND	\$/ 21.00
SUB TOTAL		\$/ 844.41		\$/ 612.09
IGV (18%)		\$/ 151.99		\$/ 110.18
COSTO TOTAL		\$/ 996.40		\$/ 722.27
		S/. 3238.31		S/. 2347.37

Fuente: Elaboración propia.

Para la tabla mostrada, se consideró precio del dólar:
\$/ 1,00 = S/. 3,25.

Asimismo podemos observar que, el costo por instalación de artefacto de alumbrado público a través de sistemas fotovoltaicos haciende a **S/. 3238,31** así como también el costo por artefacto de alumbrado público convencional alimentado con corriente alterna haciende a **S/. 2347,37**.

Si hablamos de montos totales:

El costo total por la instalación de artefactos de alumbrado público alimentados con sistemas fotovoltaicos en la ciudad de Chulucanas haciende a: S/. 6 897 605,31.

El costo total por la instalación de artefactos de alumbrado convencionales alimentados con corriente alterna en la ciudad de Chulucanas haciende a: S/. 4 054 473,75 (Considerado para 28 interruptores horarios, 28 contactores y 28 interruptores termomagnéticos por la existencia de 28 Subestaciones de Distribución).

3. Análisis económico.

En esta sesión se realizará una **comparación de flujos entre alumbrado público convencional alimentado con corriente alternas Vs. El alumbrado público alimentado con sistemas fotovoltaicos** para ello utilizaremos métodos de evaluación de los resultados proyectados de la operación del proyecto para así valorar el atractivo de la propuesta de investigación.

Tabla 24: Principales indicadores para medir la rentabilidad de un proyecto de inversión.

MÉTODO DE EVALUACIÓN	DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICAS
Valor actual neto (VAN).	Cifra relativa adicional a lo que se obtendría al invertir en oportunidades convencionales.	<ul style="list-style-type: none"> - i: Interés de oportunidad. - Se seleccionan proyectos con VAN>0. - Considera las magnitudes involucradas en los proyectos. - Genera el ordenamiento correcto en el caso de alternativas mutuamente excluyentes de igual vida útil. - Requiere unificar flujos para evaluar alternativas con diferente vida útil.
Tasa de Interés de Retorno (TIR).	Rentabilidad de los fondos que se encuentran invertidos en un proyecto. Tasa de interés que hace 0 al VAN.	<ul style="list-style-type: none"> - Se seleccionan proyectos con TIR mayor a la tasa de interés de oportunidad. - Difiere de la rentabilidad de una inversión si los montos liberados no se reinvierten a la misma TIR. - Requiere análisis incremental al evaluar alternativas mutuamente excluyentes de igual vida útil. - Requiere análisis incremental y unificar flujos para evaluar alternativas con diferente vida útil. - Puede haber proyectos con múltiples tasas internas de entorno.
Relación Beneficio/Costo (B/C).	Relación entre los ingresos y los costos traídos a Valor Actual Neto.	<ul style="list-style-type: none"> - Se seleccionan proyectos con relación B/C>1. - Requiere análisis incremental al evaluar alternativas mutuamente excluyentes de igual vida útil.
Periodo de recuperación de la inversión (PRI).	Determina el número de periodos necesarios para recuperar la inversión.	<ul style="list-style-type: none"> - Se seleccionan proyectos cuya inversión inicial se recupera antes del plazo total, PRI < Horizonte económico. - Mientras menor sea PRI, mayor liquidez proporcionará el proyecto.

Fuente: Serrano, J. (2011).

3.1. Flujo del alumbrado público propuesto alimentado con sistemas fotovoltaicos:

La ciudad de Chulucanas está conformada por 28 Subestaciones de Distribución que a su vez contienen 2130 unidades de alumbrado público convencional, el nuevo diseño del sistema de alumbrado público propuesto alimentado con sistemas fotovoltaicos demandaría una inversión de S/. 6 897 605,31.

Con la propuesta de diseño, el ahorro de costo por compra de energía eléctrica anual que la concesionaria dejaría de comprar utilizada en el alumbrado público haciende a S/. 198 529,97.

Para determinar el flujo de alumbrado público propuesto alimentado con sistemas fotovoltaicos es necesario conocer:

Egresos por costos de mantenimiento y/u operación del alumbrado público.

Para el cálculo de egresos por costos de mantenimiento y operación de los equipos se tendrá en cuenta: la vida útil de los componentes y equipos que conforman los artefactos de alumbrado público propuesto, vida útil de componentes de los sistemas fotovoltaicos que suministrarían energía a cada punto de iluminación y experiencia en el rubro.

En base a la inversión fija total, se estima los siguientes costos:

**Tabla 25: Porcentaje de costos estimado por
mantenimiento y/u operación de componentes y equipos,
A.P con SFV.**

AÑO	COSTO X MANTTO DEL COSTO DE INVERSIÓN	ACTIVIDAD PROYECTADA
0	-	<u>Adquisición de materiales y equipos nuevos.</u>
1	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
2	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
3	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
4	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
5	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
6	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
7	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
8	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
9	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
10	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
11	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
12	8.22%	<u>Mantenimiento de artefactos de alumbrado público, SFV y adquisición de baterías y controladores.</u>
13	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
14	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
15	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
16	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
17	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
18	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
19	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.
20	0.50%	Mantenimiento de artefactos de alumbrado público y SFV.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 26: Flujo de caja proyectado para el A.P propuesto alimentado con sistemas fotovoltaicos.

Inversión	S/. 6,897,605.31	Costo del kW.h (S/.)		0.6772								
Energía 2017 (kW.h)	1,005,220.06	Costo total (Inc. IGV (18%))		S/. 803,267.33		Tasa de descuento (%)		10.00				
AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FLUJO DE CAPITAL												
Inversión Fija	S/.	-6,897,605.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL FLUJO CAPITAL	S/.	-6,897,605.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FLUJO OPERATIVO												
INGRESOS												
Venta de energía	S/.	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	
Ahorro por mantto en A.P - A.C	S/.	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	
TOTAL DE INGRESOS	S/.	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	
EGRESOS												
Costos Variables												
Mantto en A.P - SFV	S/.	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	
TOTAL EGRESOS	S/.	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	
UTILIDAD DE OPERACIÓN	S/.	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	
FLUJO EFECTIVO (OPERATIVO)	S/.	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	
FLUJO TOTAL												
Flujo de caja operativos	S/.	-	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	
Flujo de caja de capital	S/.	-6,897,605.31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL	S/.	-6,897,605.31	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	
ACUMULATIVO	S/.	-6,897,605.31	-5,968,172.5	-5,038,739.0	-4,109,307.0	-3,179,874.2	-2,250,441.5	-1,321,008.7	-391,575.9	537,856.84	1,467,289.61	2,396,722.38
VALOR ACTUAL FLUJO DE CAJA	S/.	-6,897,605.31	844,938.88	768,126.25	698,296.60	634,815.09	577,104.62	524,640.57	476,945.97	433,587.25	394,170.22	358,336.57
VAN	S/.	821,076.27										
TIR (%)		11.74%										
VAN Beneficios	S/.	7,718,681.58										
VAN Costos de inversión	S/.	6,897,605.31										
INDICE DE RENTABILIDAD (B/C)		1.12										
TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN (PRI)		7 Años + 9 meses										

Fuente: Elaboración propia.

Inversión	S/. 6,897,605.31	Costo del kW.h (S/.)		0.6772								
Energía 2017 (kW.h)	1,005,220.06	Costo total (Inc. IGV (18%))		S/. 803,267.33		Tasa de descuento (%)	10.00					
AÑOS		0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO DE CAPITAL												
Inversión Fija	S/.	-6,897,605.31	-	-609,180.00	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL FLUJO CAPITAL	S/.	-6,897,605.31	-	-609,180.00	-	-	-	-	-	-	-	-
FLUJO OPERATIVO												
INGRESOS												
Venta de energía	S/.		803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33
Ahorro por mantto en A.P - A.C	S/.		160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47
TOTAL DE INGRESOS	S/.		963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79
EGRESOS												
Costos Variables												
Mantto en A.P - SFV	S/.		34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03
TOTAL EGRESOS	S/.		34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03	34,488.03
UTILIDAD DE OPERACIÓN	S/.		929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77
FLUJO EFECTIVO (OPERATIVO)	S/.		929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77
FLUJO TOTAL												
Flujo de caja operativos	S/.	-	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77
Flujo de caja de capital	S/.	-6,897,605.31	-	-609,180.00	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	S/.	-6,897,605.31	929,432.77	320,252.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77	929,432.77
ACUMULATIVO	S/.	-6,897,605.31	3,326,155.15	3,646,407.91	4,575,840.68	5,505,273.45	6,434,706.22	7,364,138.99	8,293,571.76	9,223,004.52	10,152,437.29	11,081,870.06
VALOR ACTUAL FLUJO DE CAJA	S/.	-6,897,605.31	325,760.52	102,042.40	269,223.57	244,748.70	222,498.82	202,271.65	183,883.32	167,166.65	151,969.68	138,154.26
VAN	S/.		821,076.27									
TIR (%)			11.74%									
VAN Beneficios	S/.		7,718,681.58									
VAN Costos de inversión	S/.		6,897,605.31									
INDICE DE RENTABILIDAD (B/C)			1.12									
TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN (PRI)			7 Años + 9 meses									

Fuente: Elaboración propia

3.2. Flujo del alumbrado público actual alimentado con corriente alterna:

La ciudad de Chulucanas está conformada por 28 Subestaciones de Distribución que a su vez contienen 2130 unidades de alumbrado público convencional cuya inversión demanda una suma de S/.4 054 473,75.

El costo total por la compra de energía eléctrica anual utilizada en el alumbrado público asciende a S/. 803 267,33.

Egresos de costos por mantenimiento y/u operación del alumbrado público.

Para el cálculo de egresos por mantenimiento y operación de los equipos se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Registro de denuncias por deficiencias en alumbrado público en la ciudad de Chulucanas, años: 2010 - Febrero 2018.
- Vida útil de los componentes y equipos que conforman los artefactos de alumbrado público convencional y experiencia en el rubro.

Los egresos de costos por mantenimiento y/u operación de los equipos se determinó que representa el 20% aproximadamente del monto recaudado por consumo de energía en el alumbrado público convencional por lo que en base a la inversión fija total, se estima los siguientes costos:

**Tabla 27: Cuadro estadístico de denuncias por deficiencias en el alumbrado público de la ciudad de Chulucanas,
Años: 2010 - Febrero 2018.**

AÑO/ MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
2010	11	13	25	21	23	16	5	16	21	22	23	22	218
2011	25	23	21	7	4	20	11	7	24	16	8	13	179
2012	18	51	41	19	6	10	12	4	4	6	12	7	190
2013	12	18	23	27	10	10	10	7	13	13	15	15	173
2014	16	18	23	19	33	14	7	15	24	26	31	16	242
2015	23	16	30	41	26	16	29	23	19	26	16	26	291
2016	32	39	21	46	36	21	27	16	56	14	19	22	349
2017	13	34	45	44	34	21	10	15	18	21	14	5	274
2018	22	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50

Fuente: Elaboración propia; Base: Área Técnica - UU.NN Sucursales – ENOSA.

La tabla mostrada plasma las denuncias registradas en el sistema de gestión comercial NGC de Enosa y contiene: Denuncias atendidas y denuncias desestimadas (No son de propiedad de Enosa, o se atendió con otro número de denuncia o requiere de una ampliación de A.P). Ver anexo N° 5.

Tabla 28: Porcentaje de costos estimado por mantenimiento de equipos, A.P con AC.

AÑO	COSTO X MANTTO DEL COSTO DE INVERSIÓN	ACTIVIDAD PROYECTADA
0	-	<u>Adquisición de materiales y equipos nuevos.</u>
1	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
2	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
3	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
4	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
5	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
6	27.97%	<u>Compra de energía, mantenimiento de artefactos de alumbrado público y adquisición de luminarias.</u>
7	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
8	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
9	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
10	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
11	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
12	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
13	27.97%	<u>Compra de energía, mantenimiento de artefactos de alumbrado público y adquisición de luminarias.</u>
14	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
15	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
16	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
17	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
18	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
19	23.77%	Compra de energía y mantenimiento de artefactos de alumbrado público.
20	27.97%	<u>Compra de energía, mantenimiento de artefactos de alumbrado público y adquisición de luminarias.</u>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29: Flujo de caja estimado para el A.P convencional alimentado con corriente alterna.

Inversión	S/. 4,054,473.75	Costo del kW.h (S/.)	0.6772	Tasa de descuento (%)		10.00						
Energía 2017 (kW.h)	1,005,220.06	Costo total (Inc. IGV (18%))	S/. 803,267.33									
AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
FLUJO DE CAPITAL												
Inversión Fija	S/.	-4,054,473.75	-	-	-	-	-169,974.00	-	-	-	-	
TOTAL FLUJO CAPITAL	S/.	-4,054,473.75	-	-	-	-	-169,974.00	-	-	-	-	
FLUJO OPERATIVO												
INGRESOS												
-	S/.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL DE INGRESOS	S/.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
EGRESOS												
Costos Variables												
Compra de energía	S/.	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	
Mantto en A.P - AC		160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	
TOTAL EGRESOS	S/.	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	963,920.79	
UTILIDAD DE OPERACIÓN	S/.	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	
FLUJO EFECTIVO (OPERATIVO)	S/.	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	
FLUJO TOTAL												
Flujo de caja operativos	S/.	-	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	
Flujo de caja de capital	S/.	-4,054,473.75	-	-	-	-	-169,974.00	-	-	-	-	
TOTAL	S/.	-4,054,473.75	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-1,133,894.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	
ACUMULATIVO	S/.	-4,054,473.75	-963,920.79	-1,927,841.59	-2,891,762.38	-3,855,683.18	-4,819,603.97	-5,953,498.77	-6,917,419.56	-7,881,340.36	-8,845,261.15	-9,809,181.95
VALOR ACTUAL FLUJO DE CAJA	S/.	-4,054,473.75	-876,291.63	-796,628.76	-724,207.96	-658,370.87	-598,518.98	-640,054.05	-494,643.78	-449,676.16	-408,796.51	-371,633.19
VAN	S/.	-12,431,321.72										
TIR (%)		#¡NUM!										
VAN Beneficios	S/.	-8,376,847.97										
VAN Costos de inversión	S/.	4,054,473.75										
INDICE DE RENTABILIDAD (B/C)		-2.07										
TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN (PRI)		No se recupera la inversión										

Fuente: Elaboración propia.

Inversión	S/. 4,054,473.75	Costo del kW.h (S/.)	0.6772		
Energía 2017 (kW.h)	1,005,220.06	Costo total (Inc. IGV (18%))	S/. 803,267.33	Tasa de descuento (%)	10.00

AÑOS		0	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
FLUJO DE CAPITAL												
Inversión Fija	S/.	-4,054,473.75	-	-	-169,974.00	-	-	-	-	-	-	-169,974.00
TOTAL FLUJO CAPITAL	S/.	-4,054,473.75	-	-	-169,974.00	-	-	-	-	-	-	-169,974.00
FLUJO OPERATIVO												
INGRESOS												
-	S/.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL DE INGRESOS	S/.	0.00										
EGRESOS												
Costos Variables												
Compra de energía	S/.		803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33	803,267.33
Mantto en A.P - AC			160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47	160,653.47
TOTAL EGRESOS	S/.	0.00	963,920.79									
UTILIDAD DE OPERACIÓN	S/.	0.00	-963,920.79									
FLUJO EFECTIVO (OPERATIVO)	S/.	0.00	-963,920.79									
FLUJO TOTAL												
Flujo de caja operativos	S/.	-	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79
Flujo de caja de capital	S/.	-4,054,473.75	-	-	-169,974.00	-	-	-	-	-	-	-169,974.00
TOTAL	S/.	-4,054,473.75	-963,920.79	-963,920.79	-1,133,894.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-963,920.79	-1,133,894.79
ACUMULATIVO	S/.	-4,054,473.75	-10,773,102.74	-11,737,023.54	-12,870,918.33	-13,834,839.13	-14,798,759.92	-15,762,680.72	-16,726,601.51	-17,690,522.31	-18,654,443.10	-19,788,337.90
VALOR ACTUAL FLUJO DE CAJA	S/.	-4,054,473.75	-337,848.36	-307,134.87	-328,448.93	-253,830.47	-230,754.97	-209,777.25	-190,706.59	-173,369.63	-157,608.75	-168,546.24
VAN	S/.	-12,431,321.72										
TIR (%)			#¡NUM!									
VAN Beneficios	S/.	-8,376,847.97										
VAN Costos de inversión	S/.	4,054,473.75										
INDICE DE RENTABILIDAD (B/C)												-2.07
TIEMPO DE RETORNO DE INVERSIÓN (PRI)												No se recupera la inversión

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

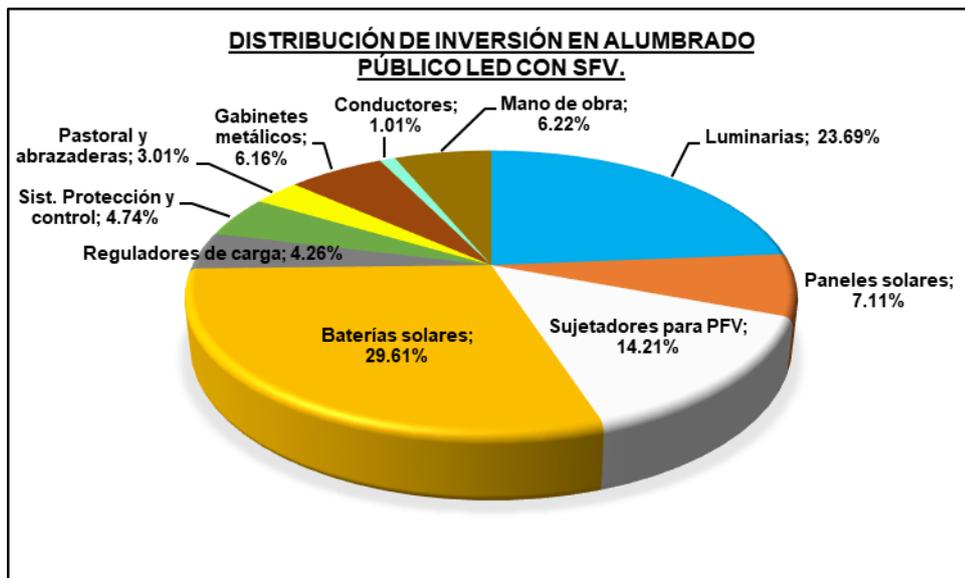
5.1. Resultados.

- Con la nueva propuesta de diseño orientado al alumbrado público, se estaría dejando de comprar 1 005 220,06 kW.h de energía a lo largo de un año.
- La energía utilizada en el alumbrado público convencional a lo largo de un año excedería en 756 776,8 kW.h al consumo de energía proyectada del alumbrado público propuesto o sea se estaría reduciendo en un 75,29%, y si hablamos de un monto económico estaríamos reduciendo la suma de S/. 512 489,25.
- Para la propuesta de investigación desarrollada, el nuevo diseño de alumbrado público será abastecido por energía eléctrica en corriente continua con una tensión de 12 V, cada artefacto de alumbrado será alimentado por un sistema fotovoltaico que consta de un panel, una batería, un controlador y demás componentes.
- Las luminarias LED seleccionadas para nuestro diseño tienen una potencia instalada unitaria de 27 W un flujo luminoso de 3330 lm y un tiempo de vida útil de 100 000 h.
- Las características más significativas de componentes de los sistemas fotovoltaicos que suministrarán energía a cada artefacto de alumbrado público son las siguientes:
 - Panel Solar : 95 Wp.
 - Batería : 130 A.h
 - Controlador : 10 A.
 - Conductor de Cu con secc. : 2x2,08 mm²; 2x3,31 mm²; 2x5,26

mm2.

- De acuerdo a los cálculos realizados, es factible utilizar los postes de CAC existentes en campo por lo que los nuevos artefactos de alumbrado público deberán ser montados en las estructuras referidas uno a uno garantizando el cumplimiento de las disposiciones técnicas dadas en las tablas N° 01, 02, 03, 04, 05.
- La inversión requerida estimada para llevar a cabo la ejecución de la propuesta de investigación desarrollada asciende a S/. 6 897 605,31 y estaría distribuido de la siguiente manera:

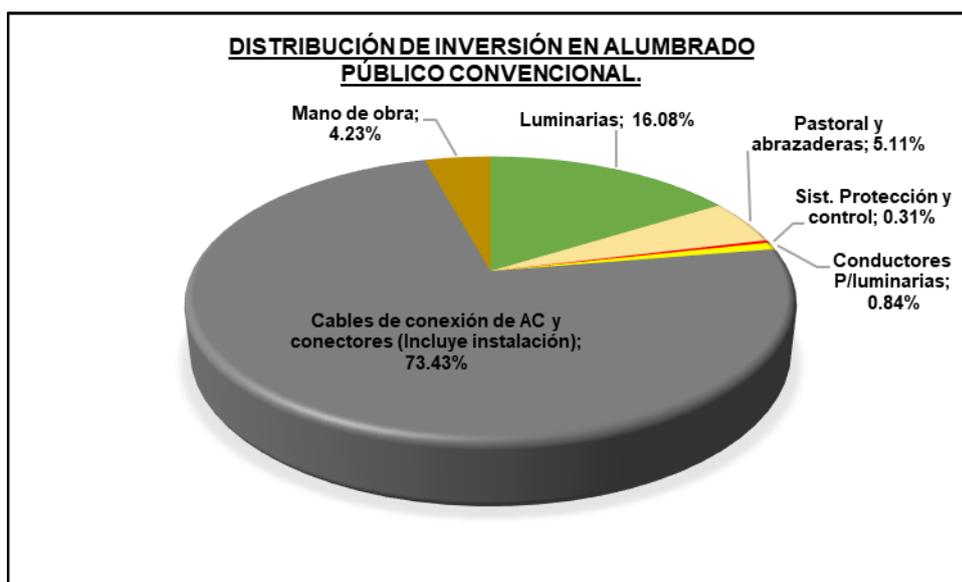
Figura 43: Distribución porcentual de la inversión en la propuesta de investigación desarrollada.



Fuente: Elaboración propia.

- La inversión estimada actual en alumbrado público convencional alimentado con corriente alterna asciende a S/. 4 054 473,75 y estaría distribuido de la siguiente manera:

Figura 44: Distribución porcentual de la inversión estimada en alumbrado público convencional.



Fuente: Elaboración propia.

- El costo de inversión total por artefactos de alumbrado público tipo LED alimentado con sistemas fotovoltaicos supera en un 41,23% al costo total de inversión por artefactos del alumbrado público convencional.
- El flujo de caja calculado en la propuesta de investigación por el cambio de artefactos de alumbrado público convencional en la ciudad de Chulucanas emana un VAN de S/. 821 076,27 una TIR del 11,74% un índice de rentabilidad (C/B) de 1,12 con un tiempo de recuperación de la inversión de 7 años + 9 meses.
- El flujo de caja calculado para el sistema de alumbrado público convencional en la ciudad de Chulucanas emana un VAN de S/. -12 431 321,72 no presenta un resultado para la TIR, tiene un índice de rentabilidad (C/B) de -2,07 y la inversión no se recuperará en el tiempo.

5.2. Interpretación de los resultados.

- Con la propuesta desarrollada se obtendría tanto beneficios económicos como medioambientales y a la vez la energía eléctrica que utilizaría el alumbrado público tipo LED sería proveniente de la energía solar a través de sistemas fotovoltaicos por lo que la concesionaria ya no compraría dicha energía para brindar el servicio de alumbrado público.
- Visto los indicadores económicos, obtenidos a través de métodos de evaluación para medir la rentabilidad del proyecto de inversión, según bibliografía revisada: Sapag, N. (2008), Serrano, J. (2011) se puede anunciar que en el flujo de caja proyectado para el alumbrado público propuesto alimentado con sistemas fotovoltaicos presenta flujos futuros positivos, un VAN > 0 , una TIR del 11, 74% superior a la tasa de descuento (10%), un índice de rentabilidad (B/C) > 1 y un tiempo de recuperación de la inversión de 7 años + 9 meses, esto significa que el proyecto si es rentable y generaría utilidades por lo que desde este punto de vista el proyecto debe ser aceptado.

Pero si al mismo tiempo vemos el flujo de caja estimado para el alumbrado público convencional solo se observan flujos futuros negativos, un VAN < 0 , un índice de rentabilidad (B/C) < 1 y no presenta un resultado para la TIR, esto significa que el actual sistema de alumbrado público convencional que se viene utilizando para la Concesionaria generara pérdidas para la empresa por lo que la utilización de sistema no es el adecuado más aún que en esta circunstancia la inversión no llegará a recuperar en el transcurrir del tiempo.

Ahora si evaluamos entre las dos opciones comparadas y preguntamos cuál es el tipo de alumbrado público conveniente para Electronoroeste S.A, sin duda se debe elegir el sistema de alumbrado público tipo LED alimentado con sistemas fotovoltaicos ya que aquí la empresa sí recuperaría su inversión, ya no se compraría energía eléctrica del SEIN para brindar tal servicio y generaría un incremento significativo de utilidades para la empresa.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones.

- El cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con sistema fotovoltaico es una alternativa de sistema de iluminación con resultados e indicadores favorables y muy significativos con respecto al sistema de alumbrado actual, su costo por mantenimiento y operación oscila por debajo del 78,05% respecto a los costos por mantenimiento del alumbrado público convencional, la energía eléctrica obtenida para este servicio no tiene costo para la empresa, las luminarias LED son mucho más eficientes y contaminantes en menor escala respecto a las con lámparas de vapor de sodio reduciendo las emisiones de gases contaminantes por lo que a lo largo del tiempo generaría no sólo un incremento de utilidades para Electronoroeste S.A sino también se aliviaría la contaminación ambiental.
- Se ha obtenido la identificación y dimensionamiento del alumbrado público de la propuesta de diseño que al sustentarse con información técnica proporcionada por los fabricantes, niveles de irradiación obtenidas del Senamhi – Minem, duración del día con sol y demás parámetros meteorológicos de la zona a desarrollarse, cumpliendo los niveles de irradiancia exigidos se puede garantizar la calidad de los productos (Luminaria, panel, regulador y batería) y factibilidad de la presente propuesta.
- Durante el análisis e investigación realizada, se ha logrado realizar la elaboración de la propuesta de diseño del cambio de artefactos de alumbrado público convencional por artefactos tipo LED alimentados con

sistema fotovoltaico sustentado técnica y económicamente, para ello se ha utilizado métodos de cálculo, tablas informativas y características técnicas proporcionadas por fabricantes para una selección de equipos adecuados así como también el uso del software DIALux e información de precios de los equipos en el mercado actual.

- Se ha obtenido índices de rentabilidad del proyecto donde, para el alumbrado público con energía solar presenta indicadores favorables y admisibles con un tiempo de recuperación de la inversión en 7 años + 9 meses haciendo factible el presente estudio, mientras que para el alumbrado público convencional presenta indicadores no favorables y la inversión no será recuperada en el tiempo.
- Se concluye que es factible sustituir el alumbrado público convencional alimentado con corriente alterna por alumbrado público tipo LED donde cada artefacto de alumbrado público debe ser alimentado por un sistema fotovoltaico con una tensión de 12 V en corriente continua y utilizar como soporte los postes de CAC existentes de las Redes de Baja Tensión en su ubicación actual.
- Se concluye que la mejor opción de alumbrado público para la ciudad de Chulucanas es el sistema de alumbrado tipo LED con energía solar porque se sostiene en sus aspectos técnicos y medio ambiental, además atenderá demandas constantes individuales.

6.2. Recomendaciones.

- Para concretizar la propuesta realizada, se recomienda que previo a la elaboración del expediente técnico Electronoroeste S.A tome como base de partida lo realizado en éste examen de suficiencia profesional, de esa manera se facilitará el dimensionamiento de suministro y montaje de materiales que se requieran en las obras mecánicas y eléctricas que involucre el proyecto de inversión.
- A fin de minimizar las denuncias por deficiencias en el alumbrado público de la ciudad de Chulucanas, incrementar las utilidades de la empresa y minimizar los estándares de contaminación ambiental por alumbrado público a nivel mundial, se recomienda cambiar el sistema de alumbrado público actual al de la propuesta realizada, esto implicaría para la empresa evitar cualquier penalidad a futuro por infringir la normatividad por parte del ente fiscalizador.
- Se recomienda plantear el uso de la energía solar para cargas constantes en el tiempo como es el caso de alumbrado público.
- Ante las diferentes manifestaciones del cambio anómalo del clima a consecuencia del calentamiento global debido a la contaminación ambiental en todo sus aspectos, se recomienda que las diferentes entidades y/u organizaciones de países a nivel internacional a corto plazo sesionen y opten por mejorar y/o implantar una nueva normativa donde se obligue a las empresas a mejorar los índices de contaminación ambiental en las diferentes actividades que involucren contaminación al medio ambiente.

- Se recomienda que las entidades y/u organizaciones enmarcadas al control del sector normativo eléctrico a nivel internacional, premiar y brindar incentivos a las empresas patenten proyectos con reducción de índices significativos de contaminación ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Ángeles, J., J. De Jesús, S. Rosales. (2009). *Propuesta de alumbrado público por medio de celdas fotovoltaicas con luminarios tipo leds para la manga, municipio de la yesca en el estado de Nayarit*. México.

Battery Supplies. (S.F). *Catálogo de la batería*. Obtenido de:

<http://www.batterysupplies.be/sites/default/files/files/110531CatalogoESP72dpi%281%29.pdf>

Balenzategui, J. (2007). *Fundamentos de la conversión Fotovoltaica: La Célula Solar*. Obtenido de:

<https://static.eoi.es/savia/documents/componente45310.pdf>

Bustinza, D., D. Gonzalo, D., Pomatta (2012). *Guía de gestión energética en el alumbrado público*. Madrid.

Canaleta, S., J. González, I. Contín, T. Catalán. (2010). *Estudio de diagnosis de eficiencia energética del alumbrado público en el Ayuntamiento de Canfranc*. España.

Entelin. (2018). *Alumbrado público LED con sistemas fotovoltaicos*. Obtenido de:

<https://www.entelin.com/>

ENF. (2018). *Componentes de sistemas fotovoltaicos*. Obtenido de:

<https://es.ensolar.com/pv/panel>

<https://es.ensolar.com/pv/charge-controller>

Gasquet, H. (2004). *Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica – Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos*. México.

- Indeco Perú. (2010). *Catálogo general de conductores eléctricos*. Lima.
- Lara, E., J. Mondragón, D. Bautista. (2009). *Estudio y análisis de ingeniería en alumbrado público con luminarios de led en la periferia del reclusorio norte*. México.
- Ley N° 23560. (1982). *Manual de uso Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú*. Lima.
- Minem-DGE. (2002). *Norma técnica DGE “Alumbrado de vías públicas en Zonas de Concesión de Distribución”*. Lima.
- Minem-DGE. (2006). *Código Nacional de Electricidad Utilización*. Lima.
- Minminas. (2010). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. RETILAP. Colombia.
- Morales. A., J. Morales. (2009). *Proyectos de inversión evaluación y formulación*. México
- Ortigosa, A. (2013). *Alumbrado de un polígono industrial mediante luminarias led alimentadas con generadores fotovoltaicos instalados sobre cubiertas de naves industriales*. Cartagena.
- Osinermin. (Febrero-2018). *Osinermin*. Obtenido de:
<http://www.osinermin.gob.pe/>
<http://www2.osinermin.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?Id=200000>.
- Perpiñan, O., A. Colmenar, M. Alonso. (2012). *Diseño de sistemas fotovoltaicos*. España.

SAECSA Energía Solar (S.F). *Manual de usuario e instalación de Luminarias solares para alumbrado público*. México.

SAECSA Energía Solar. (2013). *Catálogo de luminarias solares LED*. México.

Sapag. N., R, Sapag. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. Colombia.

Schreder. (2018). *Luminarias solares*. Obtenido de:

<http://www.schreder.com/>

Sebastián, E. (2009). *Estudio de electrificación con energía solar plaza pública distrito de Llauta – Lucanas - Ayacucho*. Ayacucho.

Senamhi, Minem. (2003). *Atlas de Energía Solar del Perú*. Lima.

Serrano, J. (2011). *Matemáticas financieras y evaluación de proyectos*. Colombia.

Teoría sobre Radiación Solar. Obtenido de:

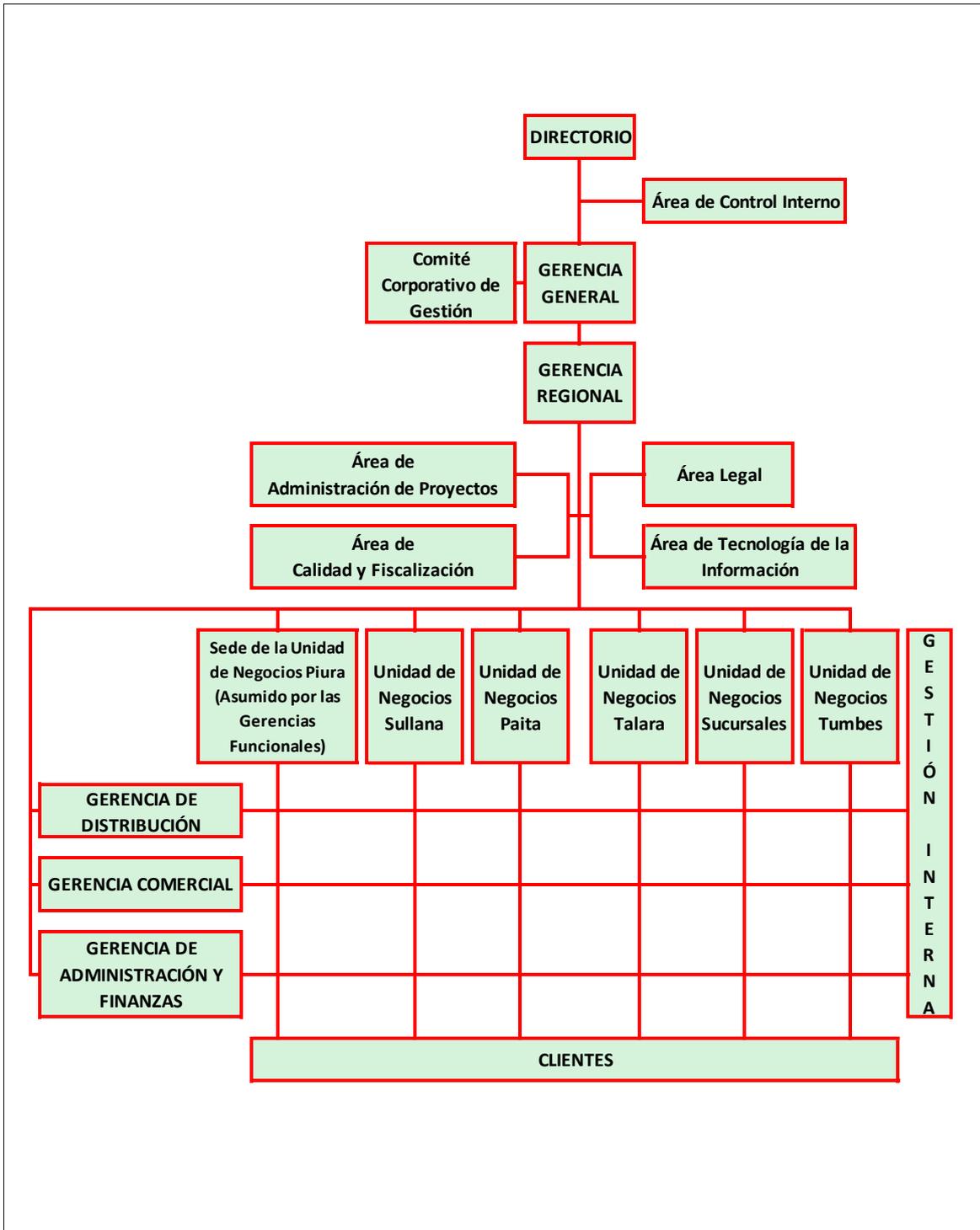
http://www.labri.fr/perso/billaud/Helios2/resources/es02/chapter_2_ES.pdf

Ulhi. (2018). *Diseño dimensionamiento y selección de componentes de instalaciones fotovoltaicas autónomas*. Obtenido de:

https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/IEA/ISF/ISF06/es_IEA_ISF06_Contenidos/webside_index.html

ANEXOS

ANEXO N° 1: Organigrama general de la empresa Electronoroeste S.A.



Fuente: Electronoroeste S.A.

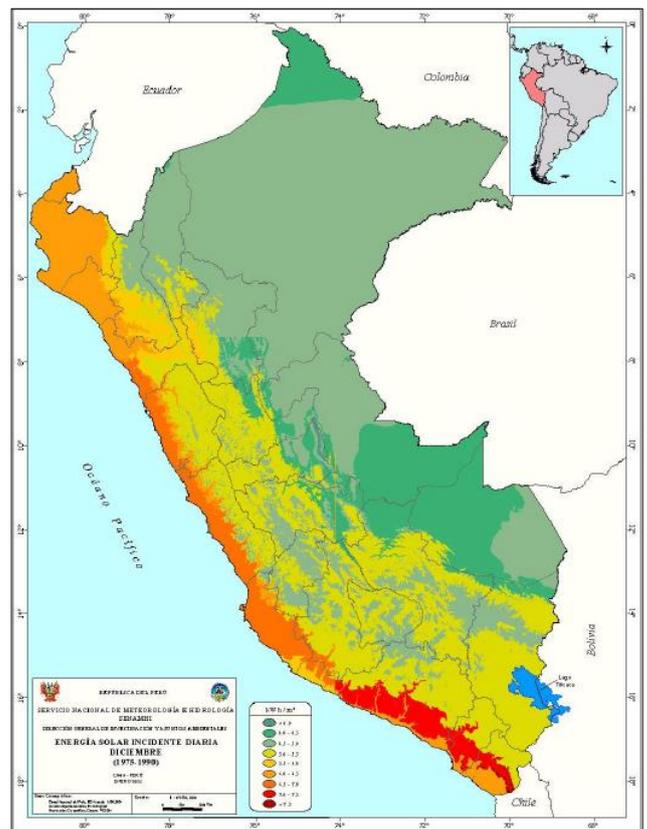
ANEXO N° 2: Mapas de Energía Solar, Departamento Piura.



Fuente: Senamhi – Minem, 2003.



Fuente: Senamhi – Minem, 2003.



Fuente: Senamhi – Minem, 2003.

ANEXO N° 3: Consumo de energía anual en A.P año 2017, Chulucanas.

NOMBRE	Ene-17	Feb-17	Mar-17	Abr-17	May-17	Jun-17	Jul-17
Chulucanas	74,885	70,665	72,220	72,325	85,336	89,284	84,023

NOMBRE	Jul-17	Ago-17	Set-17	Oct-17	Nov-17	Dic-17	Total
Chulucanas	84,023	86,451	86,597	90,443	93,458	99,533	1,005,220

ANEXO N° 4: Tabla para determinar los cálculos lumínicos.

TÍTULO TERCERO

3. 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.

3.1. 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:

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

TABLA II
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

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

Fuente: Minem – DGE.

3.1.1 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 III y IV:

Tabla III
Uniformidad de luminancia

Tipo de alumbrado	Uniformidad Longitudinal	Uniformidad media
I	$\geq 0,70$	$\geq 0,40$
II	$\geq 0,65$	$\geq 0,40$

Tabla IV
Uniformidad media de iluminancia

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

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

Fuente: Minem – DGE.

ANEXO N° 5: Muestreo del registro de denuncias por deficiencias en el A.P.

Elaborado: 3/6/2018 9:01:06 AM Responsable: optimizngcserviccob							
Reporte Gestión de Servicios al Cliente							
Nro. Atenci	No. Ser	Nombre	Dirección	F. Registro	F. Yacimiento	Petitorio	Descargo Ocurriencia
1270002756	3965391	PUERTAS CRUZ, CESAR AUGUSTO	Ma. H 0003 AA.HH JOSÉ CARLOS MARIATEGUI	14/12/2010 19:05	15/12/2010 0:00	TODO EL SECTOR SIN A.P.	se atendio con acta N° 134
1270002758	3851274	GABRIEL RUFINO	Jr TARAPACA 1124 Int. 0001 Cent CHULUCANAS CEM	16/12/2010 8:43	27/12/2010 0:00	usuario indica que lámpara esta inoperativa, se encue	se cambio accesorios de luminaria
1270002760	3939264	GARCIA GARCIA, HILARIO	Jr. Tarapacá 1122 Cent Chulucanas	17/12/2010 15:53	28/12/2010 0:00	usuario indica que lámpara esta inoperativa, se encuen	se atendio con acta n°136
1270002762	3963038	MORALES SOSA, TOMAS	Jr. Ica 1198 Cent Chulucanas	18/12/2010 10:51	28/12/2010 0:00	usuario indica que lámpara esta inoperativa, se encue	se cambio accesorios de luminaria.
1270002764	3863372	ZATAN RIVAS, RAMON	Jr Lambayeque 0905 Cent. Chulucanas Centro	22/12/2010 11:46	31/12/2010 0:00	Lampara apagada frente a su predio	se cambio accesorios de luminaria.
1270002766	3835223	FERNANDEZ LOPEZ EDUARDO	Ma. B-06 AA.HH Mercado Jarrín	22/12/2010 14:56	11/01/2011 0:00	usuario indica que falta pastoral con luminaria, esta u	se cambio luminaria/lámpara/pastoral
1270002767	3886055	TORRES REYES, AMARO	Ma. J-01 AA.HH Micaela Bastidas	23/12/2010 12:59	3/01/2011 0:00	usuario indica que lámpara esta inoperativa, se encue	SE CAMBIO ACCESORIO DE LUMINARIA
1270002769	3961356	AGUILAR SEMINARIO, ESAU	Ma. C 0005 AA.HH NUEVO AMANECER	24/12/2010 11:06	4/01/2011 0:00	Lampara apagada frente a su casa	SE CAMBIO ACCESORIOS DE LUMINARIA
1270002770	3874009	CARREÑO RAMIREZ ESMERALDA	Jr Ancash 1005 Cent. Chulucanas Centro	24/12/2010 11:11	4/01/2011 0:00	Lampara apagada frente a su casa	SE CAMBIO LÁMPARA
1270002772	10000143	Gallardo Chavez Martha	Jr. Diego Ferré 0087 Cent Chulucanas	30/12/2010 9:01	11/01/2011 0:00	usuario indica que lámpara esta con intermitencia, se	SE SOLUCIONO LA DEFICIENCIA ENCONTRADA UTILIZANDO UN
1270002773	3888560	MAZA CHAVEZ, GERTRUDES	Ma. G-03 AA.HH Yate Manrique	30/12/2010 10:58	11/01/2011 0:00	usuario indica que lámpara esta con intermitencia, se	SE CAMBIO LUMINARIA, IGNITOR Y CONDENSADOR
1270002778	3867855	GUZMAN CORDOVA, FREDDY	Jr Morropón 0539 Cent. Chulucanas Centro	3/01/2011 8:39	12/01/2011 8:39	Luminaria sucia quedando oscura la calle	SE CAMBIO LAMPARA DEBIDO A QUE ESTABA INTERMITENTE
1270002774	3839037	Cordova De Raffo, Liliana del Pilar	Jr Cuzco 0364 Cent. Chulucanas Centro	3/01/2011 10:10	12/01/2011 10:10	usuario indica que lampara que esta en esquina entre	SE CAMBIO LAMPARA NA 70w
1270002779	3853902	OJEDA GUERRERO ROSA TARGELIA	Jr Amazonas 1189 Cent. Chulucanas Centro	6/01/2011 12:01	26/01/2011 0:00	usuario indica que lampara esta apagada hace tres m	se cambio lampara de 70w, un condensador, un balasto y un ignitor
1270002785	3879079	Valencia Pza, Victor Concepcion	Jr San Francisco 0105 Cent. Chulucanas Centro	11/01/2011 12:49	20/01/2011 12:49	usuario indica que lampara está apagada.	SE UTILIZARON LAMPARAS DE 70w, 3 CONDENSADORES, 3 B
1270002786	3831583	RAMIREZ PINTADO FLORO	Ma. C-18 AA.HH José Carlos Mariategui	11/01/2011 14:49	20/01/2011 14:49	usuario indica que lampara de poste esta apagada. re	SE UTILIZO 1 CONDENSADOR, 1 IGNITOR, 1 LAMPARA DE 70 w.
1270002789	3960630	Municipalidad Provincial de Morropón-C	Av. ALFONSO UGARTE 0100 CHULUCANAS CENTRO	12/01/2011 14:58	21/01/2011 14:58	Usuario indica que hay 06 lamparas apagadas	no se atendio porque lampara le pertenece a la municipalidad
1270002790	3831574	MACHUCA APONTE, NOLASCO	Ma. C-17 AA.HH José Carlos Mariategui	12/01/2011 17:44	21/01/2011 17:44	usuario comunica que todas las ap estan encendidas	programación IHD
1270002792	3834335	NIMA PASICHE, NANCY VICTORIA	Jr Aysacucho 0211 Cent. Chulucanas Centro	13/01/2011 11:25	24/01/2011 11:25	USUARIO INDICA QUE LAMPARA ESTA APAGADA	SE UTILIZO 1 LAMPARA DE 70w, 1 IGNITOR, 1 CONDENSADOR
1270002797	10011661	SEGURA PECHE, NANCY LUZ	Av. Del Río 00331 Cent Chulucanas	19/01/2011 11:47	28/01/2011 11:47	USUARIO INDICA QUE AL FRENTE DE SU CASA	se utilizo 01 condensador, 01 balasto, 01 ignitor, 0 lampara 70w
1270002798	10220160	Espinoza De Cardoza, María Del Pilar	Ma. A Lote 06 AA.HH. Inmaculada Concepción Etapa	19/01/2011 11:57	28/01/2011 11:57	usuario indica que hay dos lamparas apagadas frente	se utilizó 02 lamparas de 70w, 02 ignitores, 02 condensadores, 0.70 m
1270002799	3831538	SANCHEZ DE M MARTHA	Ma. C-13 AA.HH José Carlos Mariategui	19/01/2011 12:44	28/01/2011 12:44	usuario indica que al costado de su casa se encuentr	SE UTILIZÓ 01 LAMPARA 70w, 01 CONDENSADOR, 01 IGNITOR, 1
1270002802	3870494	PRADO MARQUEZ, LUIS ALBERTO	Jr Colón 0594 Cent. Chulucanas Centro	21/01/2011 8:49	1/02/2011 8:49	usuario indica que lampar esta con intermitencia pren	SE UTILIZO 01 CONDENSADOR, 01 IGNITOR, 01 REACES, 01 LAMP
1270002805	3842201	GALLARDO NIMA GUILLERMINA	Jr Ica 1009 Cent. Chulucanas Centro	21/01/2011 15:34	1/02/2011 15:34	usuario indica que la lampara esta intermitente	SE ENCONTRO FALSO CONTACTO. #3800; SE UTILIZO 1 mt CONDUCTO T'W TO 4mm
1270002806	3830970	CORDOVA DE CRISANTO, NELIDA	Ma. A 0002 Int. 0001 AA.HH JOSÉ CARLOS MARIATEG	22/01/2011 8:55	1/02/2011 8:55	USUARIO INDICA QUE LAMPARA ESTA APAGADA	se encontro un cambio de estacion
1270002810	3830360	PEREZ CRISANTO, TITO	Ma. A-01 AA.HH José Carlos Mariategui	24/01/2011 11:23	2/02/2011 11:23	USUARIO INDICA QUE LAMPARA ESTA APAGADA	Se utilizo 01 pastoral, 02 abrazadoras pate BT, 03 mt conducto NLT

Fuente: Electronoroeste S.A.

Elaborado: 3/6/2018 3:01:06 AM
 Responsable: optimuzngcservicecob

Reporte Gestión de Servicios al Cliente

Nro. Atenci	ro. Seri	Nombre	Dirección	F. Registro	F. Vencimient	Petitorio	Descargo Ocurrencia
1200011286	9360335	Chiroque Rivera, Mariela	Ms. I 0025 AA.HH LUIS DE LA PUENTE UCEDA	19/11/2012 10:55	29/11/2012 10:53	Usuario indica que lámpara que se encuentra frente d	se reprogramó interruptor horario
100064223	10236737	Yarleque Rodriguez, Luz Miriam	Jr. Tarapacá 01213 Cent Chulucanas	19/11/2012 10:59	29/11/2012 10:58	Sra. Martina reporta AP apagado es un solo poste	se cambió accesorios
100064804	9850061	TERRONES SAENZ, SEGUNDO	Jr Callao 0557 Cent. Chulucanas Centro	20/11/2012 21:11	30/11/2012 21:11	SRA. PETRONILA MONTERO INFORMA 03 LAMP	se corrigió falso contacto
100066339	9867040	Pulsche De Arellano, Amparito del Pilar	Jr Tumbes 1175 Cent. Chulucanas Centro	26/11/2012 21:31	6/12/2012 21:31	sr. eric ARELLANO informa 1UAP APAGADA FRE	por término de vida útil se realizó cambio de accesorios
1200011330	9360475	RUIDIAS HERRERA, MARIANO	Ms. N1 0003 AA.HH VATE MANRIQUE	27/11/2012 3:03	7/12/2012 3:06	Usuario indica que lámpara se encuentra apagada .	se realizó ajuste de contactos
1200011337	9834440	MACHUCA APONTE, PEDRO	Ms. H-16 AA.HH Consuelo De Velasco	27/11/2012 11:15	7/12/2012 11:14	Usuario indica que lámpara enciende y apaga.	se cambió accesorios de luminaris
1200011445	9362317	RITHA MARY LIZ ESPINOZA PARRALES	Jr. Camino Real N° 252 Centro Chulucanas Etopa	30/11/2012 3:31	10/12/2012 3:29	Usuario indica que lámpara se encuentra apagada .	se ajusto falso contacto queda operativa
1200011633	9846514	TABOADA BELDRAMINA	Jr Arequipa 1178 Cent. Chulucanas Centro	13/12/2012 15:33	23/12/2012 15:33	USUARIO INDICA QUE LÁMPARA SE ENCUEBNT	se realizo cambios de accesorio
100073351	9837874	CARMEN CHIROQUE LUZ MARIA	Jr Junin 0383 Cent. Chulucanas Centro	16/12/2012 22:33	26/12/2012 22:32	SR: LUZ MARIA REPORTA LAMPARA APAGAD	se realizó el cambio de accesorios de luminaris
1200011664	9848161	ZAPATA VALLADOLID TEOFILO	Av. Ramón Castilla 0460 Cent. Chulucanas Centro	17/12/2012 8:39	27/12/2012 8:37	Usuario indica que 2 lámparas que están frente a su e	se realizó el cambio de accesorios de la luminaris
100076477	9830020	VALQUI COBAS RAMON	Ms. S-29 AA.HH Vate Manrique	23/12/2012 14:17	2/01/2013 14:17	sra. informa que toda la plazuela esta sin a.p	se conectó UAP de plaza
1200011784	9831028	CUEVA SANDOVAL ROSA	Ms. A-05 AA.HH José Carlos Maristegui	27/12/2012 14:58	6/01/2013 14:55	Usuario indica que lampara esta apagada y el poste	se cambió accesorios de luminaris
100078585	9830503	CRUZ VALDEZ, LUZ MARIA	Ms. U-10 AA.HH Vate Manrique	31/12/2012 7:20	10/01/2013 7:20	USUARIO INFORMA PLAZA DE ARMAS DE CHUL	se atendió con denuncia n° 00100076477
1200011828	9886603	FLORES HERNANDEZ, ELSA	Ms. K-24 AA.HH Micaela Bastidas	31/12/2012 3:56	10/01/2013 3:55	Usuario indica que la lámpara que se encuentra al fre	se realizo cambio de accesorios
1200011937	9874288	Garcia Cortez, Dora Mercedes	Jr. Francisco Vidal 0100 Int. 01 Cent Chulucanas	14/01/2013 8:21	23/01/2013 8:21	usuario indica que poste se encuentra sin ap.	se instaló luminaris
1200012021	9887286	VALLADOLID CAMPOS, DEIDAMIA	Ms. A-16 AA.HH Vate Manrique	15/01/2013 8:29	25/01/2013 8:27	usuario indica q iluminar se encuentra sin a.p	se realizó cambio de accesorios
1200012056	9850736	ROSALES DE CORDOVA, ELFA ESPERA	Jr. Tarapacá 0127 Cent Chulucanas	16/01/2013 3:12	26/01/2013 3:11	USUARIO INDICA Q AP SE ENCUENTRA APAGAD	se cambió lámpara, balsto, ignitor, condensador
1200012121	9873413	SANCHEZ ROJAS HERMOGENES	Jr Ancash 0148 Cent. Chulucanas Centro	18/01/2013 14:52	28/01/2013 14:51	Usuario indica que lámpara está al frente de su casa	se cambio lampara, balsto, ignitor, condensador
1200012132	9885245	PALACIOS ACARO, ARMANDINA	Ms. E-18 AA.HH Micaela Bastidas	19/01/2013 3:53	29/01/2013 3:52	Usuario indica que lámpara del poste que se encuent	se cambio lampara, balasto, ignitor, condensador
1200012134	9875481	VELASCO TIMANA HECTOR	Jr. Castro Pozo 0102 Cent Chulucanas	19/01/2013 10:31	29/01/2013 10:30	Usuario indica que lámpara está encendida dos hora	se cambió lámpara, balasto, ignitor
1200012180	9830880	CORDOVA CORDOVA, ELSA	Ms. D-13 AA.HH José Carlos Maristegui	23/01/2013 10:23	2/02/2013 10:21	USUARIO INDICA Q LAMPA SE APAGA APARTIR	reprogramo interruptor horario
1200012181	10005539	VILLEGAS VILLEGAS, CLEOTILDO	Ms. P 00012 AA.HH Mercado Jarrín	23/01/2013 10:30	2/02/2013 10:29	Usuario indica que lámpara que está en el dren está s	cambio lampara balasto ignitor condensador
1200012204	9363038	MORALES SOSA, TOMAS	Jr. Ica 1198 Cent Chulucanas	24/01/2013 15:08	3/02/2013 15:08	Usuario indica que la lámpara que está en la esquina	se cambió lampara balasto ignitor condensador
100087224	10154032	HERMANOS CALLE HERNANDEZ	Jr. Ayacucho 00644 Cent Chulucanas	25/01/2013 21:22	4/02/2013 21:22	SRA. NELIDA INFORMA 02 LAMPARAS APAGAD	cambio balasto, ignitor, condensador, lámpara
100087250	10257760	Valdivieco Juárez, Armando	Ms. L1 00007 AA.HH Consuelo de Velasco	25/01/2013 22:22	4/02/2013 22:22	Tco Alban de CAM Peru de Chulucanas reporta A:P	cambio balasto, ignitor, condensador
100087608	9870019	INFANTE ESCOBAR, PEDRO PABLO	Jr Colón 0173 Cent. Chulucanas Centro	26/01/2013 20:19	5/02/2013 20:18	sr pedro infante comunica 2 usap apagadas frente a p	se cambió balasto, ignitor, condensador, lámpara

Fuente: Electronoroeste S.A.

Elaborado: 3/6/2018 9:01:06 AM

Responsable: optimizacservicecob

Reporte Gestión de Servicios al Cliente

Nro. Atenci	ro. Servi	Nombre	Dirección	F. Registro	F. Vencimient	Petitorio	Descargo Ocurrencia
100531268	10194768	Briccio Mondragón Ramon Humberto	Av. Ramón Castilla 03000 Cent Chulucanas	5/12/2014 15:22	15/12/2014 15:21	sr: ramon briccoo comunica 3 lamparas pagadas.	se cambio lampara balasto ignitor condensador
100532642	3843688	Comercializadora y Distribuidora Apurim	Jr Callo 0300 Cent. Chulucanas Centro	7/12/2014 3:14	17/12/2014 3:14	SR. ALEXIS INFORMA DOS LAMPARA APGADAS	se cambio lampara balasto ignitor condensador
100533293	3875285	CORTES VALLADOLID, MARIA DEL PIL	Jr B Rossi 0504 Cent. Chulucanas Centro	8/12/2014 12:47	3/12/2014 12:46	*SRA ROSALBA RAMOS COMUNICA QUE TODA	se realizo reprogramación
100534275	3867040	Pulache De Arellano, Amparito del Pilar	Jr Tumbes 1175 Cent. Chulucanas Centro	3/12/2014 22:40	19/12/2014 22:38	SR ERICK ARELLANO INFORMA UAP APAGADA	se reprogramo reloj
100540180	3847020	ROSAS RUIDIAS, ROSA MERCEDES	Mz. G-05 AA.HH Pilar Norez De Garcia	16/12/2014 20:29	26/12/2014 20:29	SR. SARANGO INFORMA QUE LA LAMPARA DE	se encontro AP activa
100541181	10261771	Acedo Saavedra, Luis de la Puente	Mz. O 00008 AA.HH Mercado Jarrín	17/12/2014 20:48	27/12/2014 20:45	SR. LUIS ACEDO INFORMA 1 LAMPARA APAGAD	se cambio lampara balasto ignitor y condensador
100545038	3882065	OLIVARES CHAVEZ LIZARDO	Mz. F-07 AA.HH Ñacará	22/12/2014 10:04	1/01/2015 10:03	SRA. CARMEN MARIA FLORES INFORMA UUNA	se cambio lámpara, balasto, ignitor y condensador
100546063	3864782	GARCIA MARQUEZ MIGUEL	Jr Pius 0627 Cent. Chulucanas Centro	23/12/2014 13:19	2/01/2015 13:19	SR : JORGE INFORMA LAMPARA APAGADA	se cambio lámpara, balasto, ignitor y condensador
1200034825	15761430	Alarcon Ramirez, Elizabeth Adelaide	Mz. H Lote 0009 AA.HH. Villa Canadé	24/12/2014 3:48	3/01/2015 3:48	Usuario indica que luminaria del poste que se ubica s	se cambio accesorios de luminaria
1200034857	10006840	CESAR NOLBERTO GARCIA CASTILLO	Jr. Arequipa 00130 Int. 0001 Cent Chulucanas	26/12/2014 14:24	5/01/2015 14:24	usuario indica que la lampara que se encuentra alfron	cambio balasto ignitor condensador lámpara
100551651	10126866	PASAPERA RIVAS, GUADALUPE	Mz. A 00016 AA.HH Villa Canadé	30/12/2014 19:03	31/12/2014 19:03	SRA. JULIA PASAPERA INFORMA TODO EL SECT	se cerro interruptor AP
1200035013	3836483	Ramirez Nims, Santiago	Jr Junin 0183 Cent. Chulucanas Centro	31/12/2014 12:46	10/01/2015 12:45	usuario indica que hay 1 poste que se encuentra alfron	cambio lampara balsto ignitor condensador
100556268	15826137	Pasapera Berra, Hermelinda	Mz. G Lote 003 AA.HH. Villa Canadé	3/01/2015 19:18	4/01/2015 19:18	SR: JOSE CALLE REPORTA 7 CUADRAS APROX	se reprogramo reloj
100556273	10130377	CASTILLO CRUZ, ISIDRO	Mz. B 00012 AA.HH Villa Canadé	3/01/2015 19:23	13/01/2015 19:22	SR: JUNIOR CASTILLO REPORTA 5 CUADRAS AF	AP activo, oscilación MT generó UAPs apagadas
100556593	10130340	PASAPERA CALLE EVARISTO	Mz. A 00002 AA.HH Villa Canadé	4/01/2015 11:15	14/01/2015 11:15	EMERITA PINTADO REPORTA 03 CUADRAS AP	AP activo, oscilación MT generó UAPs apagadas
1200035038	3843516	MORALES ZURITA, JULIA IRENE	Jr Callo 0183 Cent. Chulucanas Centro	5/01/2015 14:18	15/01/2015 14:18	Usuario indica que las 3 lamparas que se encuentra ul	AP activo, oscilación MT generó UAPs apagadas
100557667	3966700	QUISPE JIBAJA, GRACIELA HAYDEE	Mz. C 0010 AA.HH NUEVO AMANECER	5/01/2015 19:05	6/01/2015 19:04	sr : usuario informa que no cuenta con alumbrado (p	AP activo, oscilación MT generó UAPs apagadas
100557767	3853880	MORALES PEÑA, MARIANELA	Mz. B 0003 AA.HH Nuevo Amanecer	5/01/2015 20:27	6/01/2015 20:27	SR. RICARDO INFORMA TODO EL SECTOR CON	AP activo, oscilación MT generó UAPs apagadas
100557814	15434061	Rojas Cordova, Antonia	Mz. A Lote 21 AA.HH. Villa Canadé	5/01/2015 21:39	6/01/2015 21:39	sra : antonia informa todas las usps apagada	AP activo, oscilación MT generó UAPs apagadas
100557905	3834335	NIMA PASICHE, NANCY VICTORIA	Jr Ayscucho 0211 Cent. Chulucanas Centro	6/01/2015 8:39	16/01/2015 8:38	SR:NIMA PASICHE INFORMA QUE 8 LAMPARAS	corresponde a AP ornamento de municipalidad
100558439	10125134	YAMUCA RONDOY, ANGELICA	Mz. D 00006 AA.HH Villa Canadé	6/01/2015 19:23	7/01/2015 19:22	SR JAVIER INFORMA QUE LAS LAMPRAS DE A.F	AP activo, oscilación MT generó UAPs apagadas
100562007	3836098	WINCHONLONG CRISANTO, FRANCISCO	Mz. F-03 AA.HH Mercado Jarrin	12/01/2015 3:01	13/01/2015 8:53	SR: FRANCISCO WINCHONLONG INFORMA QUE	se reprogramo reloj
1200035359	3875688	LITANO YARLEQUE NICANOR	Jr. Castro Pozo 0408 Cent Chulucanas	13/01/2015 15:14	23/01/2015 15:12	Usuario indica que la lampara está apagada.	se cambio lampara balasto/ignitor y condensador
1200035429	3866070	Oblitas Guevara, Elena	Jr Moquegua 0429 Cent. Chulucanas Centro	15/01/2015 13:00	25/01/2015 12:58	Usuario indica que lampara esta esta apagada.	se encontro UAP activo
1200035441	15358133	Marquez Flores, Ramon	Jr. Tarapacá N° 1537 Centro Chulucanas	16/01/2015 3:40	26/01/2015 3:39	Usuario Indica que lampara está apagada hace 5 días	se cambio lampara balasto ignitor y condensador
1200035520	3874783	YARGAS GUERRERO ROSA	Jr. Elías Aguirre 0304 Cent Chulucanas	19/01/2015 17:27	29/01/2015 17:26	Usuario indica que lámpara prende un día y al otro d	se cambio lampara balasto ignitor y condensador

Fuente: Electronoeste S.A.

Elaborado: 3/6/2018 3:01:06 AM

Responsable: optimizngcserviccob

Reporte Gestión de Servicios al Cliente

Nro. Atenci	ro. Seri	Nombre	Dirección	F. Registro	F. Vencimient	Petitorio	Descargo Ocurrencia
1200048203	10262151	Cevallos Lopez Guercindo	Jr. Arequipa 00281 Cent Chulucanas	12/05/2016 11:32	22/05/2016 11:32	Usuario indica que la lámpara del poste que se ubica	se cambio lampara balasto ignitor y condensador
1200048230	3878536	CHIROQUE MORENO, ISAAC	Jr. Lizardo Montero 0300 Cent Chulucanas	13/05/2016 11:35	23/05/2016 11:35	Usuario indica que lampara que se ubica entre las est	se cambio lampara balasto ignitor y condensador
100325145	3960546	Ruidiaz Chiroque, Segundo	Mz. G 0003 AA.HH LUIS DE LA PUENTE UCEDA	14/05/2016 19:35	15/05/2016 19:32	usuario reporta toas las UAP apagadas en la zona.	Se programo reloj
1200048283	3849454	CASTILLO CABRERA, JULIO IBAR	Jr Calles 0161 Cent. Chulucanas Centro	17/05/2016 8:56	27/05/2016 8:56	Usuario indica que poste del costado de su casa est	se encontro UAP activo
1200048343	15636600	Rivas Chero, Francisca	Jr. Pisagua N° 163 Centro Chulucanas	19/05/2016 10:59	29/05/2016 10:59	Usuario indica que lampara que se ubica al costado	se encontro UAP ativa
1200048345	16076627	Adrianzen Alzamora, Fany Estekyfnia	Jr. Apurimac N° 260 Centro Chulucanas	19/05/2016 15:04	29/05/2016 15:03	Usuario indica que lampara que se ubica al frente de	se cambio pastoral + luminaria
1200048346	15436084	SOSA DE CALLE, CONCEPCION MARIA	Jr. López Mendrea N° 527 1 Centro Chulucanas Etapa	19/05/2016 15:09	29/05/2016 15:09	Usuario indica que nuevamente lampara que se ubica	se cambio pastoral + luminaria
1200048400	10214619	Panta Carmen Julio Cesar	Mz. B 00010 AA.HH Villa Mercedes	23/05/2016 15:33	2/06/2016 15:33	Usuario indica que al costado de su casa hay un post	se cambio lampara balsto ignitor y condensador
1200048399	3842328	PALACIOS DE LEON, MARLENI	Jr Ica 1043 Cent. Chulucanas Centro	23/05/2016 15:34	2/06/2016 15:34	Usuario indica que lampara que se ubica al costado	se encontro UAP activo
1200048404	3871052	SARANGO CRUZ JOSEFINA	Av. Alfonso Ugarte 0775 Cent. Chulucanas Centro	24/05/2016 10:04	3/06/2016 10:04	Usuario indica que frente de su casa hay un poste co	se cambio lampara balasto ignitor y condensador
1200053688	10130626	PRIETO SILVA, YESSICA LILIANA	Jr. Colón 00395 Int. 0001 Cent Chulucanas	20/03/2017 15:28	30/03/2017 15:27	Usuario indica que poste que está al costado de su	RETRASO DE ATENCION SE DEBE A EMERGENCIAS FEN
1200053702	3858730	TAYARA PALACIOS, JUAN VANTROY	Jr Puno 0649 Cent. Chulucanas Centro	21/03/2017 10:39	31/03/2017 10:38	Usuario indica que lámpara de alumbrado público qu	RETRASO DE ATENCION SE DEBE A EMERGENCIAS FEN
1200053711	15512749	Chavez Yarleque, Jaime Javier	Jr. Tarapacá N° 1209 Centro Chulucanas	21/03/2017 12:36	22/03/2017 12:34	Usuario indica que todas las lámparas de la cdra. 12	SE CAMBIO CONTACTOR DE EQUIPO AP
1200053716	3835379	CASTRO DE P DELIA	Jr Ayscucho 0725 Cent. Chulucanas Centro	22/03/2017 8:40	1/04/2017 8:36	Usuario indica que dos lámparas de alumbrado públ	retraso en atencion se debio a emergencias FEN
1200053748	3832804	Calle De Gallardo, Isabel	Jr Lima 0831 Cent. Chulucanas Centro	23/03/2017 8:25	2/04/2017 8:23	Usuario indica que lámpara de alumbrado público qu	RETRASO DE ATENCION SE DEBE A EMERGENCIAS FEN
101267527	15462923	Cordova Calle, Edgar Jesus	Jr. Huancavelica N° 185 Centro Chulucanas	24/03/2017 19:55	3/04/2017 19:54	SR. ANA MELVA REPORTA 3 LAMPARAS APAGADAS AFUERA DE PREDIO	RETRASO SE DEBE A LAS EMERGENCIAS FEN
1200053816	3851819	ADANAQUE RIVAS, AGAPO	Jr Tarapaca 1324 Cent. Chulucanas Centro	25/03/2017 8:54	26/03/2017 8:53	Usuario indica que lámparas de alumbrado público s	SE CORRIGE FALSO CONTACTO
101535982	15876733	Crizanto Inga, Edwin Eduardo	Mz. G Lote 18 AA.HH. Villa Canadá	29/01/2018 20:48	8/02/2018 20:47	Usuario reporta 1 Lampara apagada hace 5 dias, ubi	SE CORRIGE EMPALME SULFATADO.
101536249	3834890	Josefina Moreno De Vilela	Jr Ayscucho 0412 Cent. Chulucanas Centro	30/01/2018 10:15	31/01/2018 10:13	USUARIO REPORTA QUE NO CUENTA CON SER	se reprogramo reloj en tablero sed.
1200060521	3872621	VILCHEZ POMARES GABRIEL	Jr SAN MARTÍN 0223 Cent CHULUCANAS CENTRO	30/01/2018 15:13	3/02/2018 15:12	Usuario indica que al costado de su casa hay un post	SE CORRIGE FALSO CONTACTO EN EQUIPO AP
101537669	3858810	RAMIREZ POZO, MARIO	Jr Puno 0717 Cent. Chulucanas Centro	31/01/2018 19:47	10/02/2018 19:19	USUARIO INDICA ALUMBRADOS PUBLICOS NO	lamparas apagadas a consecuencia de interrupcion de servicio en el f
101537767	3834943	ACEDO CHANDUVI, SEGUNDO MARIA	Jr Ayscucho 0424 Cent. Chulucanas Centro	31/01/2018 20:44	10/02/2018 20:43	Usuario reporta 10 UAP apagadas.	lamparas se encontraban apagadas por interrupcion de servicio en el
101539964	10233768	Villegas Villegas Elsa	Jr. Gabriel Condorcanqui 00428 Cent Chulucanas	2/02/2018 20:40	3/02/2018 20:38	TITULAR REPORTA 1 LAMPARA APAGADAS UE	se realizo cambio de lampara por termino de vida util.
101541771	3861190	VILELA LUIS	Jr Apurimac 0607 Cent. Chulucanas Centro	5/02/2018 11:39	15/02/2018 11:31	Usuario indica que no cuenta con servicio de alumbr	SE REALIZO CAMBIO DE ACCESORIOS POR TERMINO DE VIDA
1200060635	3873530	HERNANDEZ DELFIN, FRANCISCO	Jr ANCASH 0124 Cent CHULUCANAS CENTRO	6/02/2018 10:22	16/02/2018 10:21	Usuario indica que lámpara de alumbrado público, q	se realizo cambio de accesorios por termino de vida util.
101544712	10006821	ABRAMONTE ZAPATA, GUILLERMO	Mz. R 00015 AA.HH Micsela Bastidas	7/02/2018 20:27	17/02/2018 20:24	USUARIO REPORTA 1 LAMPARA APAGADA.	DENUNCIA DESESTIMADA, SE REALIZO INPECCION ENCONTR

Fuente: Electronoroeste S.A.

ANEXO N° 6: Cotizaciones realizadas por precios de equipos.



Promelsa
DONDE ILUMINAN LAS NUEVAS IDEAS

IMPORTADORES MAYORISTAS DE MATERIALES ELECTRICOS Y DE ILUMINACION PARA USO INDUSTRIAL, CIVIL, MINERO Y NAVAL

PROMOTORES ELECTRICOS S.A.
RUC : 20100084172

Visita Nuestra Pagina Web www.promelsa.com.pe
Prolog. Parinacochas #765 - La Victoria - Lima 13 - Peru
Teléfonos : Ventas 712-5555 Central 712-5500 Fax Central 473-6650 Fax Arriola 471-0641
E-mail: promotores@promelsa.com.pe

PROFORMA DE VENTA

NRO : 019-00014624

Página 1 de 1

SEÑORES : EMPRESA DE SERVICIOS TECNICOS MULTIPLES SANTO
CAL. PIURA NRO.704 (ESTABLECIMIENTO DE ENOSA)

RUC : 20525405347 E-MAIL :

ATENCION : MARVIN GONZALES MESTANZA

FAX : TELEFONO : 073376379

NRO.REQUIS. : Materiales

MONEDA : SOLES

FEC.EMISION : 27/02/2018

VENDEDOR : 523045 - CASTRO RAMOS, EULOGIO

NEXTEL : CORREO : ECASTRO@PROMELSA.COM.PE

COND. VENTA : CONTADO CASH

VALIDEZ : 25 DIAS

SOPORTE DE VENTAS: ROGER HUMBERTO JIMENEZ RUIZ

NEXTEL : CORREO : ventasplura@promelsa.com.pe

Item No	Código	Cantidad	Und.	Descripción	Modelo	Marca	Prec. Lista Unit.	Dcto 1	Dcto 2	V. Venta. Unitario	Neto sin IGV	Perc	Fise
001	1008776	28.00	UN	INTERR.HORARIO DIGITAL DIA/SEM.220/240VAC.16 PROG.	TALENTO 371 EAS	GRASSLIN	151.13	20.00	10.00	108.8136	3,046.78	0.00	.00
002	1012090	100.00	UN	CAPACITOR 10MFD 250V CON PERNO Y ARANDELA	MFE 10-250	COMAR	6.57	20.00	10.00	4.7304	473.04	0.00	.00
003	1009979	28.00	UN	CONTACTOR 32A(AC3) 50A(AC1) BOB.100.250VAC	AF30-30-00-13	ABB CONTROL	277.00	24.00	5.00	199.9940	5,599.83	0.00	.00
004	1002660	200.00	UN	LAMPARA VAPOR SODIO TUBULAR SON-T PLUS PIA 70W E27 CHI	SON/T	PHILIPS	25.45	20.00	5.00	19.3420	3,868.40	0.00	.00
005	1002060	50.00	UN	KIT ALUM.PUB ECOVIA 70ST C/EQ.+LAMP.SON-T 70W/IG.STD	ECOVIA 70 ST	PHILIPS	341.25	20.00	5.00	259.3500	12,967.50	0.00	.00
006	1006007	100.00	UN	REACTOR PILAMP.VAPOR DE SODIO 70W 220V 60HZ CH	BGN 70	PHILIPS	29.25	20.00	5.00	22.2300	2,223.00	0.00	.00
007	1012114	100.00	UN	IGNITOR PILAMP.VAPOR SODIO 50-70W IMPULS.ING.STANDAR	SN 57	PHILIPS	11.73	20.00	5.00	8.9148	891.48	0.00	.00
008	1000552	400.00	MT	CABLE VULCANIZADO NLT 2X14AWG.500VAC SERVICIO LIVIANO	NLT	INDECO	3.74	25.00	5.00	2.6648	1,065.92	0.00	.00
009	1000587	400.00	MT	CABLE VULCANIZADO NMT 2X12AWG.500VAC SERVICIO MEDIO PES	NMT	INDECO	5.43	25.00	5.00	3.8689	1,547.56	0.00	.00
010	1000586	400.00	MT	CABLE VULCANIZADO NMT 2X10AWG.500VAC SERVICIO MEDIO PES	NMT	INDECO	8.32	25.00	5.00	5.9280	2,371.20	0.00	.00
011	1001012	50.00	UN	CONECTOR DERIVAC.T/CUÑA CU/ES.BIMET.25/2.5-10MM2	CDCR-III	INTELLI	2.24	20.00	5.00	1.7024	85.12	0.00	.00

Incorporado al Regimen de Agentes de Retención de IGV (r.s. 037-2002)

Monto Referencial .00 Total a pagar 40,284.96

Total Bruto	Descuentos	Total Neto	Flete	Embalaje	I.G.V.	Total	Percepc.	Fise	Total Cotización
46,003.14	11,863.34	34,139.80	0.00	0.00	6,145.16	40,284.96	0.00	.00	S/. 40,284.96

OBSERVACION:

Nota: Stock disponible salvo venta previa

"EL CLIENTE AL REALIZAR LA COMPRA DE LOS ITEMS DETALLADOS EN LA PRESENTE PROFORMA ACEPTA LAS CONDICIONES GENERALES DE CONTRATACIÓN COMPROVENTA DE BIEN COMERCIAL QUE SE ADJUNTAN"

Fuente: Promelsa, 2018.

COTIZACION: 009-00028658

FECHA : 28/02/2018

DATOS DEL CLIENTE:

SEÑOR : EMPRESA DE SERVICIOS TECNICOS MULTIPLES
 ATTE :
 REFERENCIA :

DATOS DEL VENDEDOR:

VENDEDOR : SARA MELGAR
 TELEFONO(S) :
 CELULAR : 997212897
 EMAIL : smelgar@ingesanorte.com

Estimados señores Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente

ITM	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	U.M.	CANT.	P.UNIT.	DSCTO.(%)	TOTAL
1	0126-022348	VOSSL	CONDENSADOR 10UF - 220V	UND	100.00	5.300	0.00	530.00
2	1024	PHILI	LAMPARA SODIO TUBULAR SON-T PLUS 70W E-27	UND	200.00	30.500	0.00	6,100.00
3	0146-130001	CELSA	LUMINARIA VAPOR DE SODIO 70W - MODELO ZEUS 70	UND	50.00	185.820	0.00	9,291.00
4	1158	PHILI	BALASTRO P/LAMPARA VAPOR DE SODIO 70 W	UND	100.00	40.100	0.00	4,010.00
5	873	PHILI	IGNITOR P/LAMPARA DE SODIO 50 - 70 W MOD. SN 57	UND	100.00	11.110	0.00	1,111.00
6	576	INTEL	CONECTOR CUÑA TIPO IV 10 / 6 - 10 16 / 1.5 - 4 COLOR CELESTE	UND	50.00	2.800	0.00	140.00
7	574	INTEL	CONECTOR CUÑA TIPO III 16 / 6 - 10 25 / 1.5 - 6 COLOR ROJO	UND	50.00	2.800	0.00	140.00
8	2851	ABB	PROGRAMADOR DIGITAL D1	UND	28.00	377.700	0.00	10,575.60
9	2838	ABB	CONTACTOR AF30-30-10-13 (110...250 V)	UND	28.00	269.500	0.00	7,546.00
10	524	INDEC	CABLE VULCANIZADO NLT 2 X 14 AWG	MTS	400.00	3.100	0.00	1,240.00
11	532	INDEC	CABLE VULCANIZADO NMT 2 X 10 AWG	MTS	400.00	6.700	0.00	2,680.00
12	533	INDEC	CABLE VULCANIZADO NMT 2 X 12 AWG	MTS	400.00	4.400	0.00	1,760.00
13	3078	NACIO	PASTORAL P GP 1 1/2 X 1.76M X 1.78M, 15°	UND	50.00	72.500	0.00	3,625.00
14	2010	NACIO	ABRAZADERA A° G° SIMPLE R/POSTE DE BAJA 140 MM	UND	100.00	12.433	0.00	1,243.30

EN: SOLES

*** Precios Unitarios Incluyen IGV

VALOR VENTA: S/ 42,366.02

IGV: S/ 7,625.88

TOTAL: S/ 49,991.90

CONDICION DE PAGO : CONTADO

VALIDEZ : 10 dias

TIEMPO DE ENTREGA :

LUGAR DE ENTREGA :

CUENTAS CORRIENTES:

B/C/D CONTINENTAL: 03480100004111 NUEVOS SOLES
 B/C/D DE CREDITO: 305-0046935-0-97 NUEVOS SOLES
 B/C/D DE LA NACION: 0250001002 NUEVOS SOLES
 B/C/D SCOTIABANK: 000378259 NUEVOS SOLES

La orden de compra entregada después del medio día, será considerada al día siguiente.

**ANEXO N° 7: Precios considerados para cálculos de mantenimiento
de A.P convencional.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	UNIDAD	PRECIO (S/.) SIN IGV (18%)	PRECIO (S/.) INC. IGV (18%)	PRECIO (\$) SIN IGV (18%)
1	INTERR.HORARIO DIGITAL 220-240VAC/24VDC,16 PROG.	GRASSLIN	UND	108.81	128.40	33.48
2	CAPACITOR 10MFD 250V CON PERNO Y ARANDELA	COMAR	UND	4.73	5.58	1.46
3	CONTACTOR 32A(AC3) 50A(AC1) BOB.100..250VAC	ABB CONTROL	UND	199.99	235.99	61.54
4	LAMPARA VAPOR SODIO TUBULAR SON-T PLUS PIA 70W E27	PHILIPS	UND	19.34	22.82	5.95
5	KIT ALUM.PUB.ECOVIA 70ST C/EQ.+LAMP.SON-T 70W.IG.STD	PHILIPS	UND	259.35	306.03	79.80
6	REACTOR P/LAMP.VAPOR DE SODIO 70W 220V 60HZ CH	PHILIPS	UND	22.23	26.23	6.84
7	IGNITOR P/LAMP.VAPOR SODIO 50-70W	PHILIPS	UND	8.91	10.52	2.74
8	CABLE VULCANIZADO NLT 2X14AWG.500VAC	INDECO	M	2.66	3.14	0.82
9	CABLE VULCANIZADO NMT 2X12AWG.500VAC	INDECO	M	3.87	4.57	1.19
10	CABLE VULCANIZADO NMT 2X10AWG.500VAC	INDECO	M	5.93	7.00	1.82
11	PASTORAL F°G° 1 1/2 X 1.76M X 1.78M, 15°	NACIO	UND	61.44	72.50	18.90
12	ABRAZADERA A° G° SIMPLE P/POSTE DE BAJA 140 MM	NACIO	UND	10.54	12.43	3.24
13	CONECTOR CUÑA T. IV 10/6-10 16/1.5-4	INTELLI	UND	2.37	2.80	0.73
14	CONECTOR CUÑA T. III 16/6-10 25/1.5-6	INTELLI	UND	2.37	2.80	0.73
17	INTERRUPTOR TERM. 2P, 16A	SCHNEIDER ELE	UND	77.90	95	22.26
18	INTERRUPTOR TERM. 3P, 32A	SCHNEIDER ELE	UND	22.96	28	6.56

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N° 8: Servicios considerados para cálculos de mantenimiento
de A.P convencional.**

ACTIVIDADES RELACIONADAS AL A.P			
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	P/UNITARIO
1	Cambio de Lampara en forma masiva	UND	18.54
2	Cambio y.o Instala de Past c.luminaria	UND	46.35
3	Normalización de Reclamos de AP	UND	28.04
4	Mantenimiento de Luminarias	UND	30.65
5	Mantenimiento, cambio y/o inst. de equipos de Control de AP	CON	37.46
6	Inspección Nocturna de AP	PTO	4.58
7	Inspección Diurna de Alumbrado Público	PTO	7.24

Fuente: Elaboración propia; Base: Información Enosa.

ANEXO N° 9: Indicadores de rentabilidad de un proyecto de inversión.

Los indicadores de rentabilidad son aquellos que te permiten medir la garantía de la empresa para ajustar costos y gastos y convertirlas en ventas de utilidad. Son elementos fundamentales para la toma de decisiones. Los indicadores no definen la decisión, son las autoridades y responsables quienes consideran estos indicadores en conjunto con otros elementos de tipo estratégico, político e incluso el riesgo.

a) Flujo de caja.

En finanzas se entiende por flujo de caja a los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado. El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa.

Usualmente el flujo de caja se calcula con una matriz con columnas y filas. En las columnas se disponen los períodos, por lo general, meses; y en las filas los ingresos y las salidas de dinero.

- **Entradas:** Es todo el dinero que ingresa la empresa por su actividad productiva o de servicios, o producto de la venta de activos (desinversión), subvenciones, etc.
- **Salidas:** Es todo dinero que sale de la empresa y que es necesario para llevar a cabo su actividad productiva. Incluye los costes variables y fijos.

Para su elaboración es útil usar una plantilla de cálculo. La fórmula que se puede usar para sacar el flujo de caja proyectado es:

+ Ingresos afectos a Impuestos

– *Gastos no desembolsados*
 = *Utilidad ANtes de Impuestos (BAI)*
 – *Impuestos*
 = *Utilidad despues de Impuestos (BDI)*
 + *Ajustes por gastos no desembolsados (Amortizaciones y provisiones)*
 – *Egresos no afectos a Impuestos*
 + *Beneficios no afectos a Impuestos*
 = *Flujo de Caja*

b) Valor actual neto (VAN).

Es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja proyectados a partir del primer periodo de operación y le resta la inversión total expresada en el momento 0.

También se puede decir que es el resultado algebraico de traer a valor presente, utilizando una tasa de descuento adecuada, todos los flujos (positivos o negativos) relacionados con un proyecto.

La fórmula empleada para determinar el VAN es:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^n \frac{FF_n}{(1+r)^n}$$

Dónde:

I : Valor de desembolso inicial de inversión.

FF_n : Flujos de caja (Ingresos menos los egresos).

n : Número de periodos considerado (20 años).

r : Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo.

Cuando el VAN toma el valor igual a cero:

- “ r ” pasa a llamarse TIR (Tasa interna de retorno). La TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto.
- Se gana exactamente lo que se quería ganar, por lo que la TIR es igual a la tasa de descuento; si el VAN es positivo, la TIR es mayor que la tasa de descuento, por cuanto se gana más de lo exigido; y si el VAN es negativo, la TIR es menor que la tasa de descuento exigida al proyecto.

Interpretación del Valor Actual Neto.

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r).	El proyecto puede aceptarse.
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por encima de la rentabilidad exigida (r).	El proyecto debe rechazarse.
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas.	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

Fuente: Morales, A. (2009).

c) Tasa de Interés de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).

Mide la rentabilidad como porcentaje y se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

Para el cálculo se puede utilizar la siguiente expresión:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^n \frac{FF_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Dónde:

VAN : Valor actual neto.

I : Valor de desembolso inicial de inversión.

FF_n : Flujos de caja (Ingresos menos los egresos).

n : Número de periodos considerado (20 años).

TIR : Tasa de interés de retorno.

Interpretación de la TIR.

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
$TIR > r$	El proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).	Se acepta el proyecto.
$TIR < r$	El proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida. “r” representa la tasa de descuento o costo de oportunidad.	El proyecto debe rechazarse.
$TIR = r$	El proyecto cubre exactamente el costo de capital invertido.	El proyecto es indiferente.

Fuente: Serrano, J. (2011).

d) Relación Beneficio Costo (B/C) o índice de rentabilidad.

Es un indicador que compara de forma directa los beneficios y los costes. La relación beneficio-costo se calcula como el cociente entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos para una tasa de interés “i”. Cuando se menciona los ingresos netos, se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados. Al mencionar los egresos presentes netos se toman aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante los diferentes periodos, horizonte del proyecto. Como se puede apreciar el estado de flujo neto de efectivo es la herramienta que suministra los datos necesarios para el cálculo de este indicador. La expresión general para su cálculo está dada por:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{n=1}^n \frac{FF_n}{(1+r)^n}}{I}$$

Dónde:

$\frac{B}{C}$: Índice de rentabilidad.

I : Valor de desembolso inicial de inversión.

FF_n : Flujos de caja (Ingresos menos los egresos).

n : Número de periodos considerado (20 años).

r : Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo.

Para concluir con la viabilidad de un proyecto, bajo este enfoque, se debe tener en cuenta la comparación de la relación B/C hallada en comparación con 1, así tenemos lo siguiente:

Interpretación de la relación B/C o Índice de Rentabilidad.

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
B/C > 1	Indica que los beneficios superan los costes.	El proyecto debe ser considerado.
B/C < 1	Muestra que los costes son mayores que los beneficios.	No debe ser considerado el proyecto.
B/C = 1	Aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.	Es indiferente aceptar o rechazar el proyecto, dado que los beneficios netos apenas compensan el costo de oportunidad del dinero, o sea, la ganancia neta del proyecto es igual a la ganancia de inversiones alternativas.

Fuente: Serrano, J. (2011).

e) Periodo de recuperación de la inversión (PRI).

Sirve para determinar el número de periodos necesarios para recuperar la inversión inicial de un proyecto, mientras menor sea PRI, mayor liquidez proporcionará el proyecto y será más conveniente.

El periodo de recuperación se determina mediante dos métodos: uno que considera la recuperación de la inversión sin considerar el valor del dinero en el tiempo y el otro que lo considera.

- **El primero:** Suma los beneficios netos de cada periodo hasta igualar la inversión inicial.
- **El segundo:** Incluye el valor del dinero en el tiempo, para ello suma los valores actuales de los beneficios netos de cada periodo hasta igualar o aproximar la inversión.

$$PRI = \left[N^{\circ} \text{ del último periodo con flujo acumulado negativo} \right] + \left[\frac{\text{Valor absoluto del último flujo acumulado negativo}}{\text{Valor del flujo acumulado en el siguiente periodo}} \right]$$

Interpretación del Periodo de Recuperación de la Inversión.

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN A TOMAR
PRI < Horizonte económico	La inversión inicial se recupera antes del plazo total.	El proyecto es aceptable.
PRI > Horizonte económico	La inversión inicial no se recupera antes del plazo total.	El proyecto no es aceptable.
PRI = Horizonte económico	Se cubre la inversión inicial en el plazo total.	El proyecto es indiferente.

Fuente: Bautista, I. (2011).