



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, SISTEMAS Y
TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO PARA EL MUNICIPIO DE
LANDÁZURI SANTANDER-COLOMBIA**

AUTOR:

DIMAS ESNEIDER VILLAMIZAR AMADO

DIRECTOR:

LUIS DAVID PABÓN FERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
PAMPLONA N. DE S. – COLOMBIA
25 DE JUNIO DEL 2021**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO PARA EL MUNICIPIO DE
LANDÁZURI SANTANDER-COLOMBIA**

AUTOR:

DIMAS ESNEIDER VILLAMIZAR AMADO

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

DIRECTOR:

LUIS DAVID PABÓN FERNÁNDEZ

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
PAMPLONA N. DE S. – COLOMBIA
25 DE JUNIO DEL 2021**

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi trabajo de grado a Dios por guiar mis pasos, a mi madre y mi padre pues sin ellos no lo habría logrado, por su paciencia, dedicación y enseñarme el camino del bien, por esto les doy mi trabajo en ofrenda y agradecimiento.

“El éxito no se mide por lo que haces comparado con lo que hacen los demás; se mide por lo que haces con las habilidades que Dios te dio.”

Zig Ziglar

“El verdadero buscador crece y aprende, y descubre que siempre es el principal responsable de lo que sucede”

Jorge Buca

AGRADECIMIENTOS

“Agradezco profundamente a Dios el cual es el que guio mis pasos durante el proceso de estudio profesional, a mi familia: a mis padres Rosibel Amado y José Villamizar, a mis hermanos: Juan, Beatriz, Jhon y Camilo, además agradezco a mi tía Deice Báez, a mi padrino German Vivas, abuelos maternos y paternos, quienes durante mi etapa de formación profesional fueron mi principal motivación para lograr cumplir esta etapa en mi vida.

Del mismo modo, durante el proceso de formación no solo crecí a nivel profesional sino también a nivel personal, y conocí personas que aportaron cosas positivas a mi vida con los que compartí muchos momentos, agradezco a ellos, mis amigos: Daniela, Yeiner y Sergio.

Agradezco al ingeniero Luis David Pabón por ser mi director de trabajo de grado, quien brindo su apoyo y conocimiento para la culminación de esta etapa y al cuerpo de docentes quienes me impartieron su conocimiento durante el proceso de formación”.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	18
2. OBJETIVOS.....	19
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	20
3.2. JUSTIFICACIÓN.....	20
4. ESTADO DEL ARTE.....	21
4.1. Investigaciones internacionales.....	21
4.2. Investigaciones nacionales.....	22
4.3. Investigaciones regionales.....	22
5. MARCO TEÓRICO.....	23
5.1. Antecedentes.....	24
5.1.1. Municipio de Landázuri Santander (Zona urbana - Casco urbano - Barrios).....	26
5.1.2. Municipio de Landázuri Santander (Zona rural-Corregimientos-Centros poblados).....	27
5.2. Lámparas y luminarias.....	34
5.2.1. Factor de vida útil de las lámparas.....	35
5.2.2. Tipos de lámparas.....	37
5.3. Luminarias.....	44
5.4. Alumbrado público.....	45
5.4.1. Objetivos del alumbrado público.....	46
5.4.2. Criterios de diseño alumbrado público.....	46
5.5. Glosario de términos.....	47
6. MARCO LEGAL.....	48
6.1. Normas Internacionales Alumbrado Público.....	48
6.2. Normas Nacionales Alumbrado Público.....	49
7. METODOLOGÍA.....	52
7.1. Metodología tipo Exploratorio (Aplicada al Proyecto).....	52
7.2. Técnicas para la recolección de información.....	53
7.3. Metodología en Cascada (Aplicada al diseño).....	53
8. TOMA DE DATOS Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL MUNICIPIO DE LANDÁZURI SANTANDER.....	58

8.1. Identificación visual del territorio de estudio.....	58
8.2. Planificación para la adquisición de datos.....	60
8.3. Diagnóstico del estado actual del sistema de alumbrado público en la zona urbana del municipio.	63
8.4. Diagnóstico del estado actual del sistema de alumbrado público en la zona rural del municipio.	66
9. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS FÍSICOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO	70
10. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS	97
10.1. Resultado de la identificación visual y recopilación de datos de la zona urbana y rural del municipio de Landázuri Santander.	99
11. DISEÑO DEL PLANO ELÉCTRICO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS ZONAS URBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO.....	108
12. CLASIFICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN PERTINENTE SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS DEL MUNICIPIO.....	109
12.1. Elección del nivel exigido de luminancia e iluminancia en el sistema de alumbrado público.....	113
12.2. Elección de la configuración básica de los puntos de iluminación para el sistema de alumbrado público del municipio.....	114
12.3. Cálculos de luminancia.....	116
12.4. Campo de cálculo de iluminación en la vía.....	117
12.5. Posición del observador para la medición.....	117
13. DISEÑO FOTOMÉTRICO EN DIALUX	117
14. RESULTADOS LUMINOTECNICOS DE LA SIMULACIÓN EN DIALUX	133
14.1. PERFIL DE VIA #1 / Resultados luminotécnicos	133
14.2. PERFIL DE VIA #2 / Resultados luminotécnicos	137
15. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICO Y SOCIAL.....	142
15.1. Factibilidad económica.....	144
15.1.1. Estudio año 2018.....	144
15.1.2. Estudio año 2020.....	146
15.1.3. Estudio proyectado año 2022.....	149
Sin implementación de tecnología LED al 100% al sistema de A.P.....	149
Con implementación de tecnología LED al 100%, sistema de A.P.....	150
15.2. Factibilidad social.....	152
16. RESULTADOS Y PROYECCIÓN DE LA ILUMINACIÓN	152
16.1. Uso racional de energía en alumbrado público.....	152

16.1.1. Máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías.....	152
16.2. Alcance de los perfiles de vía.....	154
16.3. Proyección de la iluminación.	156
<CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	158
BIBLIOGRAFÍA.....	160
ANEXOS.....	161

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cuadro comparativo de la vida promedio de las lámparas según el tipo de tecnología.....	36
Tabla 2. Ventajas y desventajas de las lámparas LED.	43
Tabla 3. Comparación de los diferentes tipos de lámparas por vida útil.	44
Tabla 4. Fragmento de Cronograma y descripción de Actividades.....	55
Tabla 5. Esquema de seguimiento de ruta por barrios para la toma de datos del alumbrado público.	60
Tabla 6. Información de los 17 centros de distribución en la zona urbana.	64
Tabla 7. Potencia instalada del sistema de alumbrado público en la zona urbana.	66
Tabla 8. Información de los 18 centros de distribución ubicados en los centros poblados... 	67
Tabla 9. Potencia instalada del sistema de alumbrado público en la zona rural.	69
Tabla 10. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 1.....	72
Tabla 11. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 2.....	73
Tabla 12. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 3.....	75
Tabla 13. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 4.....	76
Tabla 14. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 5.....	77
Tabla 15. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 6.....	78
Tabla 16. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 7.....	79
Tabla 17. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 8.....	79
Tabla 18. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 9.....	80
Tabla 19. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 10.....	81
Tabla 20. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 11.....	82
Tabla 21. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 12.....	83
Tabla 22. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 13.....	83
Tabla 23. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 14.....	84
Tabla 24. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 15.....	85
Tabla 25. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 16.....	86
Tabla 26. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 17.....	86
Tabla 27. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 1.....	89
Tabla 28. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 2.....	90

Tabla 29. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 3.....	91
Tabla 30. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 4.....	93
Tabla 31. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 5.....	94
Tabla 32. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 6.....	95
Tabla 33. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 7.....	97
Tabla 34. Formato para la toma de datos.....	98
Tabla 35. Cantidad de luminarias por tecnología existente.....	101
Tabla 36. Cantidad de luminarias para cada centro de distribución CD.	101
Tabla 37. Base de datos del alumbrado público, casco urbano, Landázuri.....	102
Tabla 38. Base de datos del alumbrado público, zona rural, Landázuri.....	105
Tabla 39. Clases de iluminación para vías vehiculares.	110
Tabla 40. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.....	111
Tabla 41. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada.	112
Tabla 42. Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal.....	113
Tabla 43. Requisitos mínimos de iluminación para vías con ciclorrutas y andenes adyacentes.....	113
Tabla 44. Recomendación para disposición de luminarias.	115
Tabla 45. Clasificación de la superficie según factor S1.....	116
Tabla 46. Designación aproximada de superficies en las clases típicas	116
Tabla 47. Periodos máximos para realizar limpieza del conjunto óptico de luminarias.	119
Tabla 48. Factores de ensuciamiento de las luminarias, según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el período de limpieza utilizado.....	119
Tabla 49. Resultados fotométricos (vía nacional) perfil de vía #1.....	135
Tabla 50. Resultados fotométricos (camino peatonal 2) perfil de vía #1.....	136
Tabla 51. Resultados fotométricos (camino peatonal 1) perfil de vía #1.....	136
Tabla 52. Resultados fotométricos (vía nacional) perfil de vía #1.....	140
Tabla 53. Resultados fotométricos (camino peatonal 2) perfil de vía #1.....	140
Tabla 54. Resultados fotométricos (camino peatonal 1) perfil de vía #1.....	141
Tabla 55. Resultados de los perfiles fotométricos.....	142
Tabla 56. Resultados fotométricos de las vías.....	142
Tabla 57. Estado de cuenta alumbrado público octubre 2018 Landázuri Santander.....	145

Tabla 58. Estado de cuenta del alumbrado público junio 2020 Landázuri Santander.	148
Tabla 59. Resultados de los valores máximos de densidad de potencia eléctrica para cada uno de los perfiles creados.	154
Tabla 60. Alcance de los perfiles de vías por barrio y centro poblado.	155
Tabla 61. Resultados de la proyección de iluminación para el casco urbano del municipio de Landázuri Santander.	156
Tabla 61. Resultados de la proyección de iluminación para los centros poblados de la zona rural del municipio de Landázuri Santander.	157

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Casco urbano del municipio de Landázuri, Santander.	26
Figura 2. Centro poblado del corregimiento de Bajo Jordán.	28
Figura 3. Centro poblado del corregimiento del Kilómetro 15.	29
Figura 4. Centro poblado del corregimiento de la India (La Reubicación).	30
Figura 5. Centro poblado del corregimiento de Miralindo.	31
Figura 6. Centro poblado del corregimiento de Plan de Armas.	32
Figura 7. Centro poblado del corregimiento de Rio Blanco.	33
Figura 8. Centro poblado del corregimiento de San Ignacio.	33
Figura 9. Corregimiento de Choroló.	34
Figura 10. Luminaria incandescente convencional.	38
Figura 11. Luminaria incandescente halógena de tungsteno convencional.	38
Figura 12. Luminaria de sodio de baja presión convencional.	39
Figura 13. Luminaria de sodio de alta presión convencional.	39
Figura 14. Luminaria de mercurio de baja presión convencional.	40
Figura 15. Luminaria de mercurio de alta presión convencional.	40
Figura 16. Luminarias mezcladoras convencionales.	40
Figura 17. Luminarias de halogenuros metálicos convencionales.	41
Figura 18. Luminaria tipo LED (Light Emitting Diode).	41
Figura 19. Componentes físicos de un LED convencional.	43
Figura 20. Responsabilidades del alumbrado público.	49
Figura 21. Sistema de suministro de energía del alumbrado público.	51

Figura 22. Sistema de mantenimiento-modernización y expansión del alumbrado público...	51
Figura 23. Sistema de cobro del servicio de alumbrado público en Colombia.	52
Figura 24. Ubicación de Landázuri en Colombia.	58
Figura 25. Imagen satelital del casco urbano del municipio de Landázuri.....	59
Figura 26. Trazado de ruta del casco urbano por barrios.	61
Figura 27. Imagen satelital del centro poblado del corregimiento de la India (La Reubicación).....	62
Figura 28. Trazado de ruta del levantamiento por corregimientos, zona rural (La india (La reubicación)).....	63
Figura 29. Subestación de Landázuri-Santander (34.5KV/13.8KV).	64
Figura 30. Zona Urbana 1. Barrio el Progreso.	71
Figura 31. Zona Urbana 2. Barrio las Brisas.	72
Figura 32. Zona Urbana 3. Barrio las Palmas.	74
Figura 33. Zona Urbana 4. Barrio Altos del Jardín.	76
Figura 34. Zona Urbana 5. Barrio la Primavera.	76
Figura 35. Zona Urbana 6. Barrio el Morro.	77
Figura 36. Zona Urbana 7. Barrio el Colegio.	78
Figura 37. Zona Urbana 8. Barrio la Melona.....	79
Figura 38. Zona Urbana 9. Barrio la Atalaya.	80
Figura 39. Zona Urbana 10. Barrio Chapinero.	81
Figura 40. Zona Urbana 11. Barrio el Hospital.....	81
Figura 41. Zona Urbana 12. Barrio Villa Adelaida.....	82
Figura 42. Zona Urbana 13. Barrio Villa Alicia.....	83
Figura 43. Zona Urbana 14. Barrio Pueblo Nuevo.	84
Figura 44. Zona Urbana 15. Barrio la Cadena.....	84
Figura 45. Zona Urbana 16. Barrio el Centro.....	85
Figura 46. Zona Urbana 17. Barrio el Jardín.	86
Figura 47. Corregimientos del municipio de Landázuri.....	88
Figura 48. Zona Rural 1. Corregimiento de Bajo Jordán.	89
Figura 49. Zona Rural 2. Corregimiento del Kilómetro 15.	90
Figura 50. Zona Rural 3. Corregimiento de la India (La Reubicación).....	91
Figura 51. Zona Rural 4. Corregimiento de Miralindo.....	93
Figura 52. Zona Rural 5. Corregimiento de Plan de Armas.....	94

Figura 53. Zona Rural 7. Corregimiento de Rio Blanco.....	96
Figura 54. División de la zona urbana por barrios en Landázuri.....	99
Figura 55. Fotografía satelital vía nacional Landázuri-Colombia.....	110
Figura 56. Calle doble vía del barrio el Morro Landázuri Colombia.....	111
Figura 57. Disposición unilateral.....	115
Figura 58. Campo del cálculo de iluminación para vía.....	117
Figura 59. Datos generales del perfil de vía #1.....	118
Figura 60. Factor de mantenimiento o factor de degradación.....	120
Figura 61. Organización del perfil de vía #1.....	120
Figura 62. Características del camino peatonal 1.....	121
Figura 63. Características generales de la calzada (vía nacional).....	121
Figura 64. Elección de parámetros para designación de superficie.....	122
Figura 65. Designación del observador.....	122
Figura 66. Características del camino peatonal 2.....	123
Figura 67. Schröder Avento 1 / 5261 / 192 leds / 233ma / NW 740 / 141 W/430202.....	123
Figura 68. Disposición de luminaria sobre la vía de ambos perfiles.....	124
Figura 69. Disposición de mástiles.....	124
Figura 70. Características del brazo de la luminaria.....	125
Figura 71. Página de entrada del simulador de cálculos del software de DIALux, perfil de vía #1.....	125
Figura 72. Datos generales del perfil de vía #2.....	126
Figura 73. Factor de mantenimiento o factor de degradación.....	127
Figura 74. Organización del perfil de vía #2.....	127
Figura 75. Características del camino peatonal 1.....	127
Figura 76. Características generales de la calzada (vía común).....	128
Figura 77. Elección de parámetros para designación de superficie.....	128
Figura 78. Designación del observador.....	129
Figura 79. Características del camino peatonal 2.....	129
Figura 80. Schröder Voltana 3 / 5119 / 24 leds / 1000ma / NW 740 / 79 W / 423872.....	130
Figura 81. Disposición de luminaria sobre la vía de ambos perfiles.....	131
Figura 82. Disposición de mástiles.....	131
Figura 83. Características del brazo de la luminaria.....	132

Figura 84. Página de entrada del simulador de cálculos del software de DIALux, perfil de vía #1.....	132
Figura 85. Registro de capacidad instalada del sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri, octubre 2018.....	144
Figura 86. Facturación y recaudo del sistema de alumbrado público durante el mes de octubre del año 2018.....	146
Figura 87. Registro de capacidad instalada del sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri, junio 2020.....	147
Figura 88. Facturación y recaudo del sistema de alumbrado público durante el mes de junio del año 2020.....	149
Figura 89. Valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) para vías vehiculares (w/m2).....	153

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Cronograma de Actividades.....	162
Anexo 2. Evidencia fotográfica de cada luminaria tomada en el casco urbano y en los corregimientos del municipio de Landázuri Santander.....	163
Anexo 3. Trazado de ruta para la recolección de datos de los demás corregimientos de la zona rural.....	163
Anexo 4. Base de datos del alumbrado público, casco urbano, Landázuri.....	163
Anexo 5. Base de datos del alumbrado público, zona rural, Landázuri.....	163
Anexo 6. Diseño del sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri Santander en AUTOCAD.....	163
Anexo 7. Hoja de características luminaria Schröder Avento 1 / 192 leds / 141 W.....	164
Anexo 8. Schröder Voltana 3 / 5119 / 24 leds / 79 W.....	165
Anexo 9. Resultados de la proyección de iluminación para el casco urbano del municipio de Landázuri Santander.....	166
Anexo 10. Resultados de la proyección de iluminación para los centros poblados de la zona rural del municipio de Landázuri Santander.....	172

RESUMEN

En el siguiente documento se diseña el sistema de alumbrado público ubicado en el municipio de Landázuri-Santander, conjuntamente en él se especifica de manera detallada la metodología del plan de alumbrado público y los tipos de luminarias que habitan en el diseño las cuales son de tipo vapor de sodio de alta presión (VSAP) y de tipo vapor de mercurio de alta presión (VMAP), además se profundiza en la nueva tecnología de diodos emisores de luz (LED) y su alcance en cuanto al mejoramiento de la eficiencia energética y económica, las ventajas y desventajas en el ámbito legal, ambiental y social, asimismo todo ello se llevara a cabo a través del software de diseño DIALux, es un programa especializado en la creación de proyectos de iluminación y este permite documentar los resultados obtenidos por medio de visualizaciones fotorrealistas, para identificar medidas de eficiencia energética y mejoramiento de la calidad del alumbrado e iluminación junto con la optimización a la nueva tecnología LED y así de esta manera impactar eficazmente la vida social y económica de las zonas rural y urbana del municipio.

Palabras clave:

Alumbrado público, DIALux, Diodos emisores de luz (LED), Retilap, Diseño.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de alumbrado público tiene como objetivo principal garantizar la visibilidad adecuada para el desarrollo normal de las actividades nocturnas, vehiculares y peatonales dentro del perímetro del municipio de forma cómoda y segura.

Por medio de la siguiente tesis se busca dar solución a la necesidad que presenta el municipio Landázureño ante los altos costos, por la prestación del servicio de alumbrado público, causados eventualmente por el uso de obsoletas tecnologías de iluminación, las cuales debido al deterioro de su vida útil disminuye considerablemente la iluminación eficiente y la confiabilidad del sistema.

Por consiguiente, el método a implementar parte de la georreferenciación del sistema de alumbrado público existente para el diseño en AutoCAD del conjunto de iluminación, ramales de media y baja tensión, transformadores de distribución y todo aquel equipo necesario que ilumina los espacios públicos del municipio, complementando con la base de datos que recopila una serie de información rigurosa sobre las características de cada punto de iluminación e implementando el uso de un software de simulación llamado DIALux para realizar los cálculos fotométricos de los distintos perfiles de vía de las zonas rural y urbana del municipio de Landázuri.

El ministerio de minas y energía expidió el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público -RETILAP-, mediante la resolución 18-1331 del 06 de agosto del 2009, marco que tiene como objetivo fundamental establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público, tendientes a garantizar: los niveles y calidades de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados, por la instalación y uso de sistemas de iluminación.

Así de esta manera el reglamento establece las reglas generales que se deben cumplir en los sistemas de iluminación interior y exterior delimitando así los requerimientos mínimos para el diseño de un sistema de alumbrado público y las medidas de iluminación que debe cumplir dependiendo al tipo de vía como lo cita el capítulo 5 y 6 del reglamento.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri-Santander, utilizando tecnología led y cumpliendo los criterios RETILAP.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el diagnóstico del sistema de alumbrado público actual del municipio de Landázuri, Santander.
2. Diseñar el nuevo sistema de alumbrado público en base a los cálculos efectuados y a la normativa vigente.
3. Verificar el cumplimiento del nuevo sistema de alumbrado público con tecnología led del municipio, en base a los requerimientos y medidas estipuladas en el manual RETILAP.
4. Efectuar un análisis de factibilidad del ámbito social y económico del sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Según el decreto 2424 del 2006, el alumbrado público “es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o distrito”.

Landázuri, es un municipio del departamento de Santander con un sistema de A.P. y con un plan de red eléctrica que atraviesa el casco urbano hasta la zona rural con la suficiente capacidad de adaptar e iluminar gran parte del territorio Landázureño a pesar de poseer tal sistema, este carece de un gran porcentaje de zonas rurales por iluminar por falta de mantenimiento e inversión ya que no se cuenta con diseño y plan metodológico para estructurar dicho sistema además se evidencia un atraso en cuanto a la eficiencia energética y la optimización de cobros de impuestos debido a que el municipio en su mayoría aún implementa luminarias de tipo vapor de sodio y mercurio de alta presión, continuar con un sistema de A.P. de este tipo a afectado directamente a la población en especial a las zonas rurales ya que se ven involucradas la práctica pertinente de actividades cotidianas nocturnas de la población y un desbalance en la facturación ya que se cobra de manera uniforme el impuesto de alumbrado público a todas las zonas incluyendo las menos favorecidas del municipio como lo son los corregimientos más lejanos.

3.2. JUSTIFICACIÓN

Colombia, es un país en vías al desarrollo que aún se encuentra en sus primeros pasos para el mejoramiento de la capacidad del suministro de energía eléctrica por todo el territorio, causas como que en los últimos años se han presentado crisis energéticas provocadas por los cambios climáticos especialmente el fenómeno del Niño, la mala planeación por parte de los entes encargados y el pésimo manejo que le dan los usuarios finales al recurso energético, explican el por qué la eficiencia del servicio a disminuido considerablemente los últimos años, todo ello situó al país en una posición delicada que consecutivamente llevo al planteamiento de implementar nuevas metodologías y tecnologías por parte de los gobiernos municipales con el fin de disminuir el impacto ambiental que requiere suministrar tan valioso recurso como lo es la energía eléctrica.

Por lo anterior es necesario diseñar, optimizar y contemplar la normativa vigente RETILAP en los sistemas de alumbrado público de los diferentes municipios del territorio colombiano ya que ingresar las nuevas tecnologías a dicho sistema contribuirá no solo en el ámbito ambiental sino también en los social y económico, mejorando así la calidad del suministro eléctrico, la calidad de iluminación en los espacios públicos para la población urbana y rural, y aportará una reducción en las tasas de facturación y recaudo mensual de cada municipio.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. Investigaciones internacionales.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN CHILE.

Según el informe final del programa de mejoramiento de alumbrado público de marzo del 2014 por el autor Jaime Villablanca Prado, se menciona que, “Chile es un país que cuenta con un sistema de alumbrado público presente en todo el territorio nacional pese a esto se estima que un municipio por concepto de alumbrado público gasta aproximadamente entre el 70% y 75% de su consumo total de energía. Y a pesar de esta alta proporción del consumo energético, son pocos los municipios que tienen un conocimiento cabal de sus instalaciones o que han aplicado medidas de eficiencia energética y gestión de la energía.”, los programas de mejoramientos son comúnmente usados para aplicar la normatividad sobre los sistemas ya en funcionamiento y así poder reducir de manera proporcional la demanda de energía por suministro a cada municipio y/o región, además posicionar las medidas de eficiencia energética y gestión de la energía en un punto relevante para la conservación de dicho suministro. (Público, 2014)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE OPTIMIZACION DE ENERGIA ELECTRICA PARA ILUMINACION EN SECTORES CRITICOS DE LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE CUENCA, ECUADOR.

Para diseñar un sistema de optimización de energía eléctrica de alumbrado público en cualquier sector, es necesario como punto de inicio conocer el estado actual de cada sistema, tener lo suficientemente claro los conceptos para consolidar una investigación completa, los autores ecuatorianos Fabián Pesántez y Andrés Valdez citan en su tesis de diseño lo siguiente, “ es importante estudiar las diferentes generalidades de iluminación, conocer los diferentes tipos de luminarias que se encuentran en el medio de trabajo y definir la tecnología a la cual se va a optimizar

el diseño actual”, además es importante entender las características del medio donde se realizará el diseño, ellos citan, “se debe analizar más a profundidad los sectores críticos o las zonas a estudiar, y formular una metodología que verifique los niveles de iluminación existentes con las normas establecidas nacional e internacionalmente y así poder dar paso a un proceso de comparación”, por último todo ello aportará al desarrollo del sistema de iluminación con bases de datos y variables fiables para el pertinente diseño de un sistema de optimización de energía eléctrica e iluminación en los sectores críticos. (Pesántez Pesántez & Valdez Salamea, 2014)

4.2. Investigaciones nacionales.

PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EPM EN COLOMBIANO.

La empresa pública de Medellín realiza diferentes proyectos de capacitación sobre la asesoría y diseño relacionados al mantenimiento del alumbrado público, EPM explica que el sistema de alumbrado público debe cumplir 3 objetivos, “1. Brindar seguridad en las noches para que las personas se desplacen a sus hogares, ya sea caminando o en vehículos. Una buena iluminación de las vías, calles, parques, senderos peatonales y espacios de encuentro comunitario, evita el hurto, el vandalismo, los choques y los accidentes, 2. Embellecer y resaltar la arquitectura de los municipios, 3. Orientar al uso eficiente de los recursos tecnológicos sin generar altos costos y con una conciencia de ahorro energético e impacto ambiental.” Según la resolución 2424 del 2006 es responsabilidad del municipio brindar estos cuidados al sistema de alumbrado, EPM explica que, un correcto mantenimiento preventivo y correctivo a dicho sistema conllevará a un servicio de calidad del alumbrado en el municipio, y facilitará el buen proceder para implementar medidas pertinentes de sustitución, modernización y expansión de proyectos de alumbrado público. (*Servicio de alumbrado público para municipios, 2021*)

4.3. Investigaciones regionales.

PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN LOS MUNICIPIOS DE TUNJA Y ATIOQUIA.

La implementación de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios público a significado un puente entre la eficiencia energética y la calidad del servicio suministrado a la población de un territorio tanto rural como urbano de las diferentes

regiones colombianas, En el municipio de Antioquia se realizó un proyecto de investigación para la implementación de un sistema de alumbrado público LED para el mejoramiento de la eficiencia energética, según la autora María Benjumea Mesa, relata en su proyecto que, Las lámparas LED consumen el 50% menos de energía que las lámparas convencionales, estas tienen una vida útil de 100.000 horas, la temperatura del color que emite es más blanca y agradable a los ojos, no contiene elementos tóxicos y contaminantes que generarían daños para el medio ambiente, (Pública & Antioquia, 2009).

Es evidente que la diferencia entre el uso de luminarias LED y luminarias de metal halide y/o HID, son abismales ya que el mejoramiento del sistema de alumbrado es notable, otro ponente en el desarrollo de estas tecnologías lo cita el autor en un proyecto de optimización de alumbrado público en el municipio de Tunja, Los beneficios que presenta esta tecnología LED son, menor consumo de energía eléctrica de hasta el 90% en comparación con bombillas incandescentes, mayor expectativa de vida útil de la luminaria, baja temperatura de funcionamiento, con muy reducida emisión de calor minimiza los riesgos de incendio y de deterioro de los materiales próximos al punto de emisión de luz, encendido inmediato y la reducción de las emisiones de CO₂. Es decir, el impacto positivo que conlleva el uso de nuevas tecnologías es muy importante para el ámbito social, energético y ambiental. (cambio de tecnología del alumbrado público visto desde un punto económico y energético, TUNJA, n.d.)

5. MARCO TEÓRICO

Los proyectos de iluminación de alumbrado público se encuentran colmados de definiciones, conceptos y normas, con el fin de asegurarle a los usuarios con disposición final que usan de manera diaria la vía de las zonas urbanas y rurales de un municipio, así como los peatones y conductores, toda la claridad, comodidad y seguridad adecuada durante la vida nocturna de los mismos. Para desarrollar un proyecto de iluminación para un sistema de alumbrado público no solo cumple con conocer el tipo de luminaria que vamos a implementar, sino que también se debe tener un pleno conocimiento de todas las normas que verifican el cumplimiento para cada configuración de vía los parámetros luminotécnicos mínimos permitidos.

El autor del libro historia del alumbrado público cita que, a través de la historia se han inventado varios tipos de lámparas, siempre con el fin de proporcionar iluminación a los diversos lugares que cualquier persona pueda habitar. Además, la iluminación en un comienzo de la historia fue la de frotar unas rocas y crear fuego

a través del proceso de combustión, además este proceso ya se ha tecnificado para contar con unas condiciones aptas para el proceso de iluminación, estos temas serán definidos y explicados en el presente capítulo.

Según el manual del Retilap, el alumbrado público tiene como objetivo proporcionar la visibilidad adecuada para el desarrollo normal de las actividades vehiculares y peatonales, como los de brindar seguridad, disminuir la accidentalidad y mejorar la estética de las vías dentro del perímetro del municipio en forma cómoda y segura, (RETILAP, 2010).

Identificando el objetivo claro del proyecto de iluminación se procede con el tipo de luminaria a determinar, este es uno de los primeros pasos para el diseño de iluminación vial de un sistema de alumbrado público, ya que cada tipo de lámpara proporciona características físicas diferentes que podrían interferir en el resultado final de la vía a iluminar. Adicional al tipo de lámpara debemos conocer cómo va a ser el tráfico de la vía a iluminar, ya que la velocidad y la cantidad de vehículos que la transitan, estos son factores que nos dan un primer acercamiento de la cantidad de iluminación que debe presentar la vía.

En el presente marco teórico, se expondrán los conceptos básicos de iluminación, iluminación pública y normatividades existentes para el diseño de proyectos de iluminación vial con el fin de identificar y comprender toda información básica para el correcto diseño luminotécnico de cada uno de los perfiles proyectados; de acuerdo a estos parámetros se logrará determinar el tipo de lámpara que se puede llegar a reemplazar por las utilizadas actualmente y con estos datos se podrá conocer el beneficio ambiental, económico y social que se presentan debido a la nueva proyección implementada.

5.1. Antecedentes.

Antes de las lámparas LED, las lámparas incandescentes e incluso mucho antes de las lámparas de descarga, se usaba el alumbrado por gas. Dichas farolas requerían del trabajo de una persona que recorriese las calles en cada atardecer para ir encendiéndolas, mucho tiempo después se comenzaron a emplear dispositivos de encendido automático que consistía en una especie de sensor el cual al detectar el paso del gas encendía la llama, con el paso del tiempo se fueron implementando nuevos métodos y con el avance de la tecnología apareció el término energía eléctrica, esto represento un antes y un después en los sistemas

de alumbrado público, dejando así atrás el uso del gas y el fuego como iluminación para exteriores.

Las primeras farolas eléctricas fueron desarrolladas en 1875 por el ruso Pavel Yablochkov, se trataban de lámparas de arco eléctrico con electrodos de carbón que empleaban corriente alterna, estas fueron usadas por primera vez en 1880 para iluminar los grandes almacenes Grand Magasins de Louvre, en París. Un tiempo después más de 4000 de estas lámparas ya se encontraban en uso por todo el país. En América, el primer país pionero en usar alumbrado eléctrico con arco diferencial fue Estados Unidos a mediados de 1881, para 1890 ya habían instalado alrededor de 130000 luminarias por todo su territorio.

A finales del siglo XIX con el desarrollo de lámparas incandescentes baratas, brillantes y fiables, las de luz de arco eléctrico quedaron en desuso para el alumbrado público. En 1891, el inventor estadounidense, Daniel McFarlane Moore comenzó a realizar experimentos con tubos de descarga gaseosa de esta manera creó así en 1894 la «lámpara Moore», que se trataba de una lámpara fluorescente comercial para alumbrado público, está en comparación a las lámparas de luz incandescentes eran un poco más eficientes. En 1904, las primeras de estas lámparas se instalaron en unos almacenes de la ciudad estadounidense de Newark. La lámpara fluorescente se usó brevemente después de la lámpara incandescente en alumbrado público, principalmente debido a que no es una fuente puntual de luz y las labores de instalación, mantenimiento y reparación eran dificultosas.

Posteriormente en 1901, se desarrolló la primera lámpara de vapor de mercurio a alta presión. Peter Cooper Hewitt la define como, “una lámpara de arco eléctrico cuya descarga ocurre dentro de un gas bajo alta presión”, por lo que se llamó HID, por sus siglas en inglés High Intensity Discharge, también se conocen como DAI, Descarga en Alta Intensidad. Un tiempo después se desarrolló la lámpara de vapor de sodio de baja presión, que emite una luz monocromática, después se desarrolló la lámpara de vapor de sodio de alta presión, cuya luz es ámbar, pero tiene un índice de rendimiento de color un poco mayor, es una fuente de luz más puntual y de un tamaño menor que la lámpara de vapor de sodio de baja presión, lo que facilita su manejo y permite un mejor diseño de las luminarias.

En Colombia, durante el siglo XIX, el primer momento histórico más cercano a la iluminación de alumbrado público fue en el año de 1890, Bogotá fue irrumpida por una luz generada por un centenar de lámparas de 1.800 bujías que iluminaban sus calles centrales, significando con esto un enorme paso al progreso y desarrollo.

Después llegó el turno para Bucaramanga en 1891, Barranquilla en 1892, Cartagena y Santa Marta 1893 y Medellín en 1898 quienes impulsaron el nuevo sistema de alumbrado público. Para aquella época se crearon los primeros sistemas eléctricos, desarrollados por empresas privadas y mixtas, las cuales prestaban el servicio de alumbrado público a través de concesiones con determinados municipios.

En el Departamento de Santander para el año de 1890 dos distinguidos empresarios Rinaldo Goelkel y Julio Jones crearon una empresa en Chitota, la cual fue la primera en Colombia en prestar el servicio de luz incandescente para el alumbrado público.

5.1.1. Municipio de Landázuri Santander (Zona urbana - Casco urbano - Barrios).

El municipio de Landázuri del departamento de Santander (ver Figura 1), cuenta con un total de 8 corregimientos distribuidos a lo largo de su territorio y además cuenta con un casco urbano con un total de 17 barrios en su eje territorial, además, posee 4 fuentes hídricas que atraviesan todo su territorio, un lugar de antaño donde aún en la actualidad y a pesar de poseer el 100% de su capacidad hídrica tanto de acueducto como de alcantarillado se refleja el atraso en un aspecto muy importante y de gran vitalidad para la población de dicho municipio, el cual es la impuesto del servicio de A.P., actualmente dicho servicio es prestado por la electrificadora de Santander ESSA, la cual ilumina a través de su red todo el casco urbano y una gran parte de la zona rural.

Figura 1. Casco urbano del municipio de Landázuri, Santander.



FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

Los 17 barrios que conforman el casco urbano del municipio de Landázuri Santander son:

- Chapinero
- El Centro
- El Colegio
- El Hospital
- El Jardín
- El Morro
- El Progreso
- La Atalaya
- La Cadena
- La Melona
- La primavera
- Las Brisas
- Las Palmas
- Los Altos del Jardín
- Pueblo Nuevo
- Villa Adelaida
- Villa Alicia

5.1.2. Municipio de Landázuri Santander (Zona rural-Corregimientos-Centros poblados).

En el municipio de Landázuri, el territorio se divide en 8 corregimientos y un casco urbano, a continuación, se nombran los corregimientos del municipio:

- Corregimiento de Bajo Jordán
- Corregimiento del Kilómetro 15
- Corregimiento de la India
- Corregimiento de Miralindo
- Corregimiento de Plan de Armas
- Corregimiento de Rio Blanco
- Corregimiento de San Ignacio
- Corregimiento de Chorolò

Además, los corregimientos cuentan con un centro poblado con la única excepción el cual es el corregimiento de Chorolò que a lo largo de su territorio se distribuyen una serie de veredas con un aporte poblacional del 4%, con un total de 502 habitantes, según la base del SISBÉN.

5.1.2.1. Corregimiento de Bajo Jordán.

El corregimiento de Bajo Jordán (ver **Figura 2. Centro poblado del corregimiento de Bajo Jordán** Figura 2) se encuentra ubicado a 9.3 Km del casco urbano vía Landázuri-Barbosa, cuenta con un centro poblado con un aporte poblacional del 3% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 419 habitantes, el centro poblado de bajo jordán cuenta con una distribución de alumbrado público del 11% a lo largo de su territorio con una aglomeración de lámparas en el centro poblado, el corregimiento de bajo jordán cuenta con 7 veredas registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son:

- La Mantellina Alta y Baja
- La Guayabita
- Altamira
- Las Yolandas
- La Iberia
- El Limoncito.

Figura 2. Centro poblado del corregimiento de Bajo Jordán.



FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

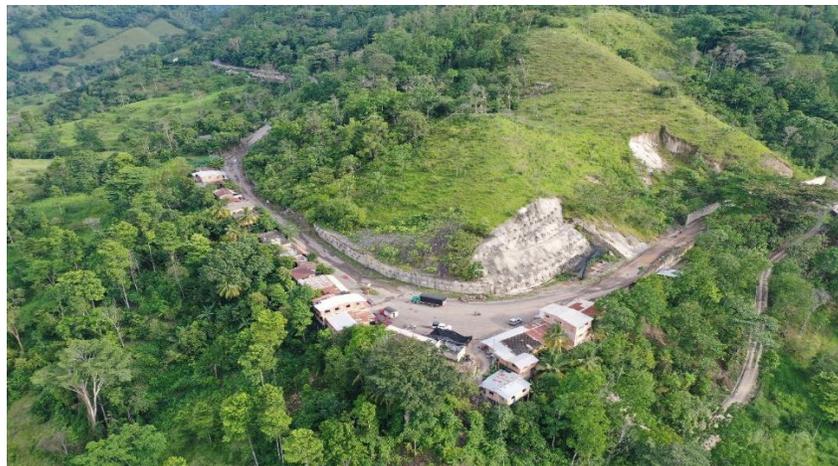
5.1.2.2. Corregimiento del Kilómetro 15.

El corregimiento del Kilómetro 15 (ver Figura 3) se encuentra ubicado a 15 Km del casco urbano vía Landázuri-Cimitarra, cuenta con un centro poblado con un aporte

poblacional del 9% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 1050 habitantes, el centro poblado de bajo jordan cuenta con una distribución de alumbrado público del 5% a lo largo de su territorio con una mayor aglomeración de lámparas en el centro poblado, el corregimiento de bajo jordan cuenta con 15 veredas registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son:

- San Fernando
- Vizcaínos
- Cerro de Armas
- Morro Negro
- El Triunfo
- Quebrada Negra
- Kilómetro 21
- Pedregales
- Quebraditas
- Los Balsos
- Las Flores
- Los Guamos
- La Victoria
- San Marino
- La Azufrada

Figura 3. Centro poblado del corregimiento del Kilómetro 15.



FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

5.1.2.3. Corregimiento de la India (La Reubicación).

El corregimiento de la India (ver

Figura 4) ha tenido un pasado bastante especial, debido a la violencia presente por parte de grupos armados ha tenido un atraso en cuanto a servicios públicos, además el corregimiento antiguamente se ubicaba a orillas del río Carare, en los

últimos años el río se ha venido desplazando, haciendo que el terreno sea inestable llegando a ser un lugar de alto riesgo, por ende se realizó la reubicación del centro poblado a unos 10 Km del muelle, el corregimiento se encuentra ubicado a 94 Km del casco urbano, cuenta con un centro poblado con un aporte poblacional del 3% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 312 habitantes, el centro poblado de la India cuenta con una distribución de alumbrado público del 30% a lo largo de su territorio con una mayor aglomeración de lámparas en el centro poblado, la reubicación, el corregimiento de la India cuenta con 5 veredas registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son:

- El Horta Medio
- La Amarilla
- La Torova Media
- El Brasil
- Villanueva

Figura 4. Centro poblado del corregimiento de la India (La Reubicación).



FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

5.1.2.4. Corregimiento de Miralindo.

El corregimiento de Miralindo (ver Figura 5) se encuentra ubicado a 26 Km del casco urbano vía Borrascoso, cuenta con un centro poblado con un aporte poblacional del 5% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 612 habitantes, el centro poblado de Miralindo cuenta con una distribución de alumbrado público del 12% a lo largo de su territorio con una mayor aglomeración

de lámparas en el centro poblado y en expansión, el corregimiento de Miralindo cuenta con 8 veredas registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son:

- Valparaíso
- La Soledad
- Santa Sofía
- La Dorada
- El Diamante
- Espinal
- Portones
- Soplaviento

Figura 5. Centro poblado del corregimiento de Miralindo.



FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

5.1.2.5. Corregimiento de Plan de Armas.

El corregimiento de Plan de armas (ver Figura 6) se encuentra ubicado a 12 Km del corregimiento de Miralindo y a su vez a 38 Km del casco urbano vía Borrascoso, cuenta con un centro poblado con un aporte poblacional del 3% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 346 habitantes, el centro poblado de Plan de Armas cuenta con una distribución de alumbrado público del 8% a lo largo de su territorio con una mayor aglomeración de lámparas en el centro poblado y con tecnología de iluminación de sodio de alta presión, sodio de baja presión, incandescente y en minoría LED, el corregimiento de Plan de Armas cuenta con 4 veredas registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son:

- Popayán

- El Diviso
- Buenos Aires
- Cucuchonal

Figura 6. Centro poblado del corregimiento de Plan de Armas.



FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

5.1.2.6. Corregimiento de Rio Blanco.

El corregimiento de Rio Blanco (ver Figura 7) se encuentra ubicado a 60 Km del corregimiento de Miralindo y a su vez a 86 Km del casco urbano vía Borrascoso, cuenta con un centro poblado con un aporte poblacional del 3% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 340 habitantes, el corregimiento de Rio Blanco cuenta con una distribución de alumbrado público del 2% a lo largo de su territorio todas en su centro poblado y con tecnología de iluminación de sodio de alta presión y sodio de baja presión, el corregimiento de Rio Blanco cuenta con 7 veredas registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son:

- | | |
|--------------|---------------|
| • La Aurora | • La Bodega |
| • La Muñeca | • El Mirador |
| • La Culebra | • Chontarales |

- Quebrada Larga

Figura 7. Centro poblado del corregimiento de Rio Blanco.



FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

5.1.2.7. Corregimiento de San Ignacio.

El corregimiento de San Ignacio (ver Figura 8) se encuentra ubicado a 22 Km del corregimiento de Miralindo y a su vez a 48 Km del casco urbano vía Borrascoso, cuenta con un centro poblado con un aporte poblacional del 4% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 492 habitantes, el corregimiento de San Ignacio cuenta con una distribución de alumbrado público del 13% a lo largo de su territorio con una mayor aglomeración de lámparas en el centro poblado y con tecnología de iluminación de sodio de baja presión y en su minoría LED, el corregimiento de San Ignacio cuenta con 4 veredas registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son:

- Delicias
- San Pedro Opón
- Tagual
- Pitalito

Figura 8. Centro poblado del corregimiento de San Ignacio.

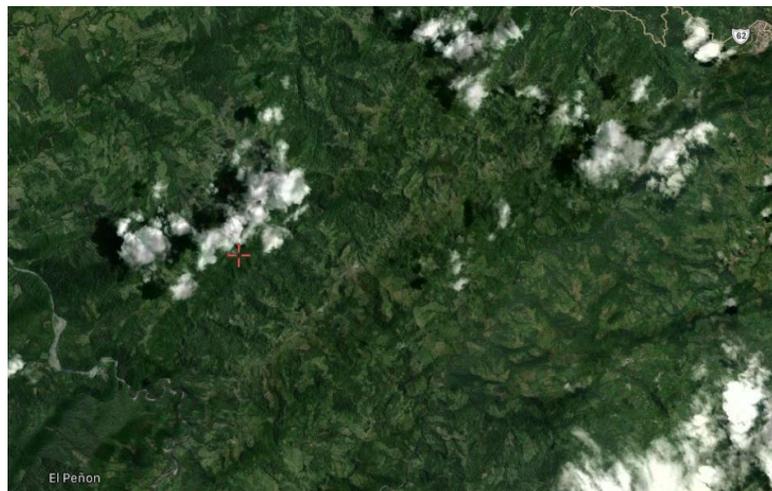


FUENTE. Gómez E., Fotógrafo.

5.1.2.8. Corregimiento de Chorolò.

El corregimiento de Chorolò (ver Figura 9) se encuentra ubicado a 25 Km del casco urbano vía Aguachica, a lo largo de su territorio existen 4 veredas principales registradas por el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial), las cuales son: Chorolò Alto, Villa Alicia, Morales Bajo y Morales Alto, así mismo da un aporte poblacional del 4% al municipio, según el censo del Sisbén trimestral del 2021, dando un total de 502 habitantes, el corregimiento de Chorolò cuenta con una distribución de alumbrado público nulo ya que es un corregimiento con tan poca población en un territorio tan extenso, además no posee centro poblado, conjuntamente los pequeños asentamientos cuentan con red residencial la cual usan para el sistema de iluminación de los mismos.

Figura 9. Corregimiento de Chorolò.



FUENTE. Satellites.pro/mapa de Landázuri/Chorolò, Web.

5.2. Lámparas y luminarias.

Existe una confusión entre el concepto de lampará y luminaria, a partir de aquí se definirá de manera consecutiva cada termino hasta llegar a entender cómo se relaciona el termino de vida útil con la definición de iluminación.

Según el artículo de Wikipedia, las lámparas son dispositivos que soportan o emiten luz artificial. Por el contrario, las luminarias son aparatos que sirven para repartir,

filtrar o transformar la luz de las lámparas, las cuales incluyen todas las piezas necesarias para fijar, proteger y conectar de manera adecuada la lámpara al circuito de alimentación, (*Lámpara - Wikipedia, la enciclopedia libre, 2017*).

5.2.1. Factor de vida útil de las lámparas.

La vida útil de una lámpara está determinada por el tiempo durante el cual la bombilla funciona sin perder rendimiento luminoso. A mayor temperatura, mayor flujo luminoso y mayor velocidad de evaporación del material que compone el filamento.

Según las condiciones de uso de las lámparas, existen diferentes parámetros para asignarles su vida útil.

- **Vida individual.**
- **Vida promedio.**
- **Vida útil.**

El valor de la vida útil es de suma importancia ya que ayuda a determinar los períodos de reposición de las lámparas.

Factores que influyen en la vida útil de las lámparas:

Fenómenos de la calidad de la energía: Estos fenómenos provocan interrupciones e intermitencias que interfieren en el número de apagados y encendidos presentes en la luminaria, generando un desgaste de la vida útil y por último daño de la foto celda, blasto y/o componentes del mismo.

La temperatura: Los LED's no generan tanto calor como las lámparas standard, sin embargo, es importante liberar el calor que genera el chip, para tener un funcionamiento eficiente y su vida útil sea la máxima posible.

La humedad: Es un factor que produce corrosión directa en los elementos físicos de la lámpara, en comparación con las lámparas de descarga, las lámparas LED son más resistentes a la humedad aun así es un factor a tener en cuenta a la hora de la elección de la luminaria que posea un índice de protección contra humedad para zonas de altas precipitación y bajas temperaturas.

Por ende, la vida útil de una lámpara permite determinar los periodos de reposición de acuerdo a la tecnología usada en el sistema de alumbrado público, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar la vida promedio de las lámparas según su tipo.

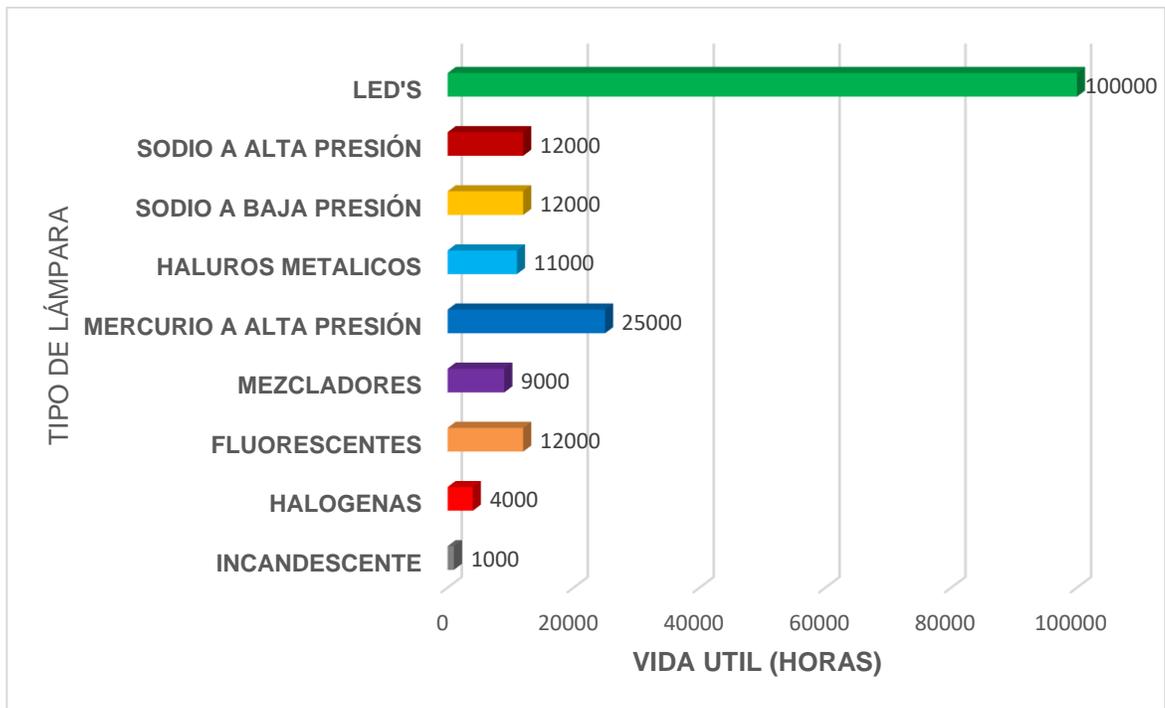
Tabla 1. Cuadro comparativo de la vida promedio de las lámparas según el tipo de tecnología.

TIPO DE TECNOLOGÍA	VIDA PROMEDIO (HORAS)
Incandescente	1000
Halógenas	2000-4000
Fluorescentes	7500-12000
Mezcladores	9000
Mercurio a alta presión	25000
Haluros metálicos	11000
Sodio a baja presión	8000-12000
Sodio a alta presión	8000-12000
LED'S	>50000

FUENTE. (Pública & Antioquia, 2009)

En la Gráfica 1, se puede observar como la tecnología led posee la mayor vida promedio con respecto a las demás tecnologías.

Gráfica 1. Comparación de la vida útil de acuerdo al tipo de lámpara.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

- Las lámparas LED no presentan fallos por vibración debido a sus componentes electrónicos internos.
- Los componentes de este tipo de lámparas no son tóxicos a diferencia de las lámparas fluorescentes y además son reciclables.
- La luz LED es mucho más clara, brillante y nítida, estando en las mismas condiciones de intensidad luminosa que los otros tipos de luminarias.
- La degradación en la intensidad de la luz en el transcurso de su vida útil es más lenta que en los halogenuros y las lámparas fluorescentes.

5.2.2. Tipos de lámparas.

5.2.2.1. Lámparas incandescentes convencionales.

Figura 10. Luminaria incandescente convencional.



FUENTE. Revista MuyInteresante.Es/Tecnología.

Su principio de funcionamiento se basa en el calentamiento de un alambre (filamento), el cual, a altas temperaturas emite una radiación que se genera en el campo visible del espectro. Es la fuente de luz más antigua y con la que se obtiene la mejor reproducción de los colores, con una luz muy cercana a la luz del sol.

Figura 11. Luminaria incandescente halógena de tungsteno convencional.



FUENTE. Revista Cambio2000.

Su principio de funcionamiento se basa en el calentamiento de un alambre (filamento), a diferencia de las lámparas incandescentes normales, esta posee Halogenuro en la ampolla, factor que ayuda a conservar el filamento y, por ende, a prolongar su vida útil.

5.2.2.2. Lámparas de descarga convencionales.

Figura 12. Luminaria de sodio de baja presión convencional.



FUENTE. Alibaba/español.

Según Wikipedia el funcionamiento de las lámparas de sodio consiste en, la luz se produce al convertir la radiación ultravioleta de la descarga del sodio en radiación visible por medio de un polvo fluorescente en la superficie interna de la lámpara. La luz producida por este tipo de lámpara es de color amarillo. (*Presión de vapor - Wikipedia, la enciclopedia libre, 2020*)

Figura 13. Luminaria de sodio de alta presión convencional.



FUENTE: Amazon/Sylvania/LamparaDeSodio.

Según Wikipedia el funcionamiento de las lámparas de sodio de alta presión consiste en, la diferencia de este tipo de lámpara con las lámparas de sodio de baja presión, radica en las diferencias de presiones en el tubo de descarga que como su nombre lo indica es más alta en las lámparas de sodio de alta presión. El exceso de sodio en el tubo de descarga, da como resultado un vapor saturado que sumado a los excesos de mercurio y xenón mejoran las condiciones de color y temperatura, (*Presión de vapor - Wikipedia, la enciclopedia libre, 2020*).

Figura 14. Luminaria de mercurio de baja presión convencional.



FUENTE: TiposDelInfo/LamparaMercurioB.P.

En este tipo de lámparas la luz es producida por los polvos fluorescentes emitidos, gracias a la energía ultravioleta de la descarga de mercurio.

Figura 15. Luminaria de mercurio de alta presión convencional.



FUENTE: Bombillas/LamparaMercurioA.P.

Según Wikipedia el funcionamiento de las lámparas de mercurio de alta presión consiste en, la luz es producida en este tipo de lámparas dentro de un tubo de descarga en el cual se encuentra una cantidad de mercurio y un relleno de gas inerte que asiste el encendido. Como producto de esta descarga se produce una parte de la radiación visible del espectro como luz, pero otra parte es emitida en la región ultravioleta. Esta última radiación UV es convertida en radiación visible por medio de un polvo fluorescente que cubre la ampolla en su interior, (*Lámpara de vapor de mercurio - Wikipedia, la enciclopedia libre, 2020*).

Figura 16. Luminarias mezcladoras convencionales.



FUENTE: Revista, Electricasas/Mezcladoras.

Esta lámpara es una mezcla entre la lámpara de mercurio de alta presión convencional y la lámpara incandescente. La lámpara mezcladora posee a diferencia de la lámpara de mercurio un balasto al interior en forma de filamento de

tungsteno el cual está conectado en serie con el tubo de descarga de magnesio. Las dos luces emitidas se combinan para lograr una lámpara con mejores y diferentes características operativas a las lámparas incandescentes y las de mercurio.

Figura 17. Luminarias de halogenuros metálicos convencionales.



FUENTE: Wikipedia, LamparaHaluroMetal.

Las lámparas de halogenuros metálicos, con muy similares a las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, su única diferencia con estas, es que poseen además del vapor de mercurio otros haluros metálicos. En el momento que la lámpara alcanza su temperatura operativa deseada, los haluros son evaporados y disociados dentro de una zona central caliente del arco en halógeno y metal. El metal vaporizado irradia su espectro apropiado.

5.2.2.3. LED'S.

Figura 18. Luminaria tipo LED.



FUENTE: Revista FreePik/Colección Bombilla.

Historia

Sus siglas en español traducen, diodo emisor de luz.

El primer led con emisión en el espectro visible (rojo) fue desarrollado en 1962 por Nick Holonyak.Jr cuando trabajaba en la General Electric. Holonyak presentó un informe en la revista Applied Physics Letters el 1 de diciembre de 1962. En 1972 M. George Craford, un estudiante de grado de Holonyak, inventó el primer led amarillo y mejoró la luminosidad de los ledes rojo y rojo-naranja en un factor de diez. En 1976, T. P. Pearsall construyó los primeros ledes de alto brillo y alta eficiencia para las telecomunicaciones a través de fibras ópticas. Para ello descubrió nuevos materiales semiconductores expresamente adaptados a las longitudes de onda propias de la citada transmisión por fibras ópticas.

Hoy en día por las relaciones de costo-eficiencia ha hecho que este tipo de lámparas este revolucionando el mercado de la iluminación. Las luces LED blancas son los suficientemente eficientes para ser aplicadas a todo tipo de sistemas de iluminación tanto de interior como de exterior. El diodo emisor de luz, más comúnmente llamado LED, usa menos energía que los demás tipos de lámparas, tienen mayor vida útil y una de las cosas más importantes es que no dejan residuos de mercurio que dañan la capa de ozono como lo hacen las luces incandescentes (O'Donnell, Sandoval & Paukste, 2007).

Principio de funcionamiento.

Las luces LED usan un tipo especial de diodo, el cual al ser atravesado por energía eléctrica desprende un tipo de luz. Una explicación más científica consiste en que cuando la corriente atraviesa a través de un diodo semiconductor, esta inyecta huecos y electrones en las regiones p y n. Las regiones tipo p (positivo) y n (negativo) se refieren a dos tipos de materiales semiconductores alterados que permiten que la energía fluya en una dirección siempre que el material tipo p este en una tensión superior a la n.

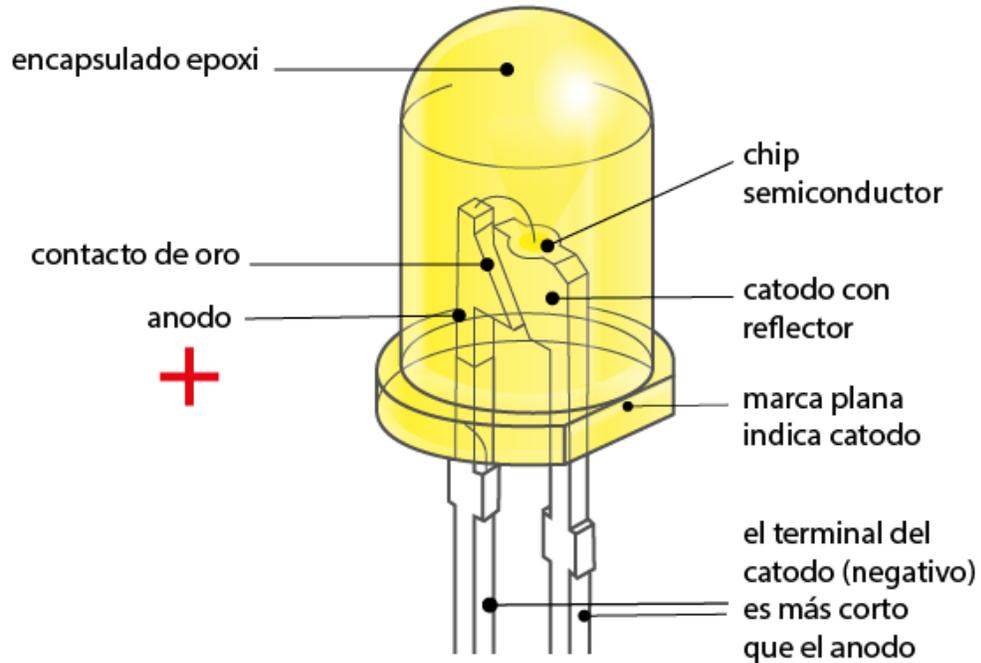
Características.

Los diodos emisores de luz se caracterizan por su larga duración, bajo consumo energético y resistencia a los impactos. El color de la luz se mantiene constante ya que son luces reguladas. Permiten dirigir la luz con exactitud ya que poseen una fuente de luz puntual. Su encendido es inmediato, por esta razón son usadas en escenas de luz dinámicas y no requiere enfriamiento para un posterior reencendido.

Partes de los LED.

Los LED poseen una lente hecha de una resina especial, esta puede ser clara o difusa. Esta resina encapsula el LED y a su vez provee un control óptico ya que evita las reflexiones en la superficie del semiconductor e incrementa el flujo luminoso. Los componentes que conforman un LED se pueden observar en la Figura 19.

Figura 19. Componentes físicos de un LED convencional.



FUENTE: Revista/AlfalitePartesLED.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de las lámparas LED.

DESVENTAJAS	VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> El precio es sin duda alguna una de las desventajas principales del led, ya que su precio es comparativamente alto con respecto al resto de las lámparas existentes en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> No posee ni filamentos ni electrodos como lo hacen las lámparas incandescentes y de descarga que son susceptibles a romperse o quemarse. Con el transcurso del tiempo el rendimiento de estas lámparas ha crecido por encima de 400%. A su vez, los costos han disminuido en un 20% Bajo consumo energético. Baja temperatura de funcionamiento ya que la tensión con la que este sistema se alimenta es muy baja, por lo tanto, consume menos energía y la temperatura de funcionamiento es mínima. Alta rapidez de respuesta. Larga vida aproximadamente de 100.000 horas.

FUENTE. (Pública & Antioquia, 2009)

Tabla 3. Comparación de los diferentes tipos de lámparas por vida útil.

TIPO DE LAMPARA	APARIENCIA DE COLOR	TEMPERATURA DE COLOR (°K)	REPRODUCCION DE COLOR	VIDA UTIL (horas)
Incandescente normal	Blanco cálido	2600	Ra 100	1000
Incandescente halógena de tungsteno	Blanco	29000	Ra 100	2000-5000
Sodio de alta presión	Blanco amarillo	2000-2500	Ra 25 - Ra 80	8000-12000
Sodio de baja presión	Amarillo	1800	No aplicable	14000
Mercurio de alta presión	Blanco	4000	Ra 45	16000
Mercurio de baja presión	Diferentes blancos	2600-6500	Ra 50 - Ra 95	10000
Mezcladoras	Blanco	3600	Ra 60	6000
Halogenuros metálicos	Blanco frío	4800-6500	Ra 65 - Ra 95	9000
LED's	Diferentes blancos	3200-5500	Ra 60-70	100000

FUENTE. (Pública & Antioquia, 2009)

5.3. Luminarias.

- **Ópticamente las luminarias tienen la función de controlar y distribuir la luz emitida por la lámpara.**

Además de las características ópticas, estas deben cuidar la forma y la distribución de la luz. Los materiales de la misma deben facilitar la instalación y mantenimiento de las mismas. Una de las funciones principales de las luminarias, es la de proteger la lámpara y en ningún momento constituirse en un peligro para la ciudadanía.

- **Clasificación de las luminarias en función de su utilización.**

De interior

Se caracterizan, por no estar sujetas a exigencias mecánicas muy rigurosas ni de estanqueidad, dependiendo de la situación o tipo de trabajo que se realice en la zona.

Este tipo de lámparas se pueden subdividir en:

- ✓ **Industriales.**

- ✓ **Funcionales.**
- ✓ **Decorativas.**
- ✓ **Especiales.**

De exterior

Las luminarias de tipo exterior están diseñadas como su nombre lo indica para estar ubicadas en zonas exteriores sin presentar deterioros en las características ópticas ni eléctricas.

Este tipo de luminarias se clasifican en:

- ✓ **Reflectores.**
- ✓ **Wall pack.**

- **Marcación.**

Según el reglamento del Retilap cada luminaria debe llevar una marcación en forma legible, durable e indeleble en impreso o marcación láser e incluir la siguiente información que le aplique:

Para luminarias de alumbrado público y exterior en una placa metálica exterior de fácil visualización.

- ✓ Marca de fábrica.
- ✓ Mes y año de fabricación o Código del fabricante.
- ✓ Potencia.
- ✓ IP o equivalente NEMA para conjunto óptico Modelo y referencia IP o equivalente NEMA para conjunto eléctrico.
- ✓ Tensiones de conexión. IK del Refractor o cubierta.
- ✓ Tipo de fuente luminosa

La información técnica que debe ir grabada en cada uno de los elementos que conforman el conjunto eléctrico, se relacionan en las especificaciones de cada componente.

5.4. Alumbrado público.

Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de

libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o Distrito. El servicio de alumbrado público comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición y la expansión del sistema de alumbrado público, (Por el cual se regula la prestación del servicio de alumbrado público, Decreto 2424 del 2006).

Es el servicio público que no está a cargo de las personas naturales. Este se encarga de la iluminación de vías públicas, parques y otros espacios de libre circulación. Su función principal es la de proporcionar la visibilidad necesaria para el desarrollo de todo tipo de actividades. Las lámparas más utilizadas en el alumbrado público son las de sodio y mercurio de alta y baja presión.

5.4.1 Objetivos del alumbrado público.

El objeto del alumbrado público es proporcionar la visibilidad adecuada para el desarrollo normal de las actividades tanto vehiculares como peatonales en espacios de libre circulación con tránsito vehicular y peatonal, (Ministerio de Minas y Energía, 2008).

- ✓ Proporcionar a los transeúntes seguridad y comodidad.
- ✓ Permitir a los transeúntes una clara visualización de bordes, geometría, obstáculos y superficie de la vía que están transitando.
- ✓ Disminuir la accidentalidad vial.
- ✓ Contribuir a detener o disminuir las acciones vandálicas.
- ✓ Producir un sistema de iluminación ahorrador de energía de fácil mantenimiento y económico.

Para cumplir este propósito el sistema de iluminación vial debe cumplir tanto aspectos cuantitativos como cualitativos que permitan una rápida y confortable visibilidad en las condiciones medio ambientales más adversas. Incrementa la seguridad individual y colectiva en las vías.

5.4.2 Criterios de diseño alumbrado público.

Para elaborar un buen diseño del alumbrado público se debe tener en cuenta una serie de factores como lo son la visibilidad, factores económicos, estéticos, ambientales y características técnicas de los equipos.

El proceso para elaborar un buen diseño de alumbrado público cuenta con los

siguientes pasos:

1. Reconocimiento del sitio y objeto a iluminar.
2. Clasificación de la vía a iluminar.
3. Selección de los requerimientos de iluminación.
4. Selección de luminarias y fuentes luminosas.
5. Selección del arreglo geométrico y cálculos.

5.5. Glosario de términos.

Alumbrado Público: Es el servicio público no domiciliario que se presta con el objeto de proporcionar exclusivamente la iluminación de los bienes de uso público y demás espacios de libre circulación con tránsito vehicular o peatonal, dentro del perímetro urbano y rural de un municipio o Distrito.

Balasto: Dispositivo electrónico que tiene como fin el proporcionar las condiciones adecuadas de intensidad de corriente, tensión y forma de onda para el encendido de una luminaria o lámpara de descarga.

Candela (cd): Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lúmen por estereorradián. Una candela se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de una frecuencia de 540×10^{12} Hz y en la cual la intensidad radiante en esa dirección es $1/683$ W por estereorradián.

Contaminación lumínica: Propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno.

Densidad de flujo luminoso: Cociente del flujo luminoso por el área de la superficie cuando ésta última está iluminada de manera uniforme.

Deslumbramiento: Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo.

Eficacia luminosa de una fuente: Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa (bombilla) y la potencia de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lúmenes/vatio (lm/W).

Eficiencia de una luminaria: Relación de flujo luminoso, en lúmenes, emitido por una luminaria y el emitido por la bombilla o bombillas usadas en su interior.

Foto control: Dispositivo utilizado, normalmente, para conectar y desconectar en forma automática luminarias de alumbrado público en función de la variación del nivel luminoso.

Flujo luminoso (Φ): Cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Su unidad es el lúmen (lm).

Fotometría: Medición de cantidades asociadas con la luz.

Iluminancia (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).

Lúmen (lm): Unidad de medida del flujo luminoso en el Sistema Internacional (SI). Radiométricamente, se determina de la potencia radiante; fotométricamente, es el flujo luminoso emitido dentro de una unidad de ángulo sólido (un estereorradián) por una fuente puntual que tiene una intensidad luminosa uniforme de una candela.

Luminancia (L): En un punto de una superficie, en una dirección, se interpreta como la relación entre la intensidad luminosa en la dirección dada producida por un elemento de la superficie que rodea el punto, con el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie sobre un plano perpendicular en la dirección dada.

Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más bombillas o fuentes luminosas y que incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de las bombillas, pero no las bombillas mismas y, donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.

Lux (lx): Unidad de medida de iluminancia en el Sistema Internacional (SI). Un lux es igual a un lúmen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).

Radiación electromagnética: Radiación de energía asociada a un campo eléctrico y a un campo magnético variables periódicamente y que se desplazan a la velocidad de la luz.

Tensión nominal: Valor de la tensión de alimentación especificado por el fabricante y según el cual se determinan las condiciones de aislamiento y de funcionamiento de un equipo. Se expresa en voltios (V).

Nota: Toda la terminología vistos en el glosario son fragmentos del documento a continuación citado. Tomado de (Velasco Gomez, 2018).

6. MARCO LEGAL

6.1. Normas Internacionales Alumbrado Público.

A nivel internacional existen distintas entidades que establecen normatividad para las instalaciones del servicio de alumbrado público estas son comprendidas por:

- Las Directivas y Reglamentos de la Unión Europea.
- La legislación española.
- Las normas UNE.
- Publicaciones de la Comisión Internacional de Iluminación (CIE).
- Las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Tomado de: (Nacional & Distancia, 2018)

6.2. Normas Nacionales Alumbrado Público.

El Ministerio de Minas y Energía, es el ente encargado de la normativa del alumbrado público en Colombia y es quien establece las responsabilidades en cuanto a administración, operación, mantenimiento, modernización y expansión del servicio de alumbrado que le corresponden a cada municipio, es decir deben ser las alcaldías municipales quienes establezcan el desarrollo de la prestación del servicio de una manera eficaz y eficiente cumpliendo con la normatividad que rige estos servicios, tal como se describen en la

Figura 20. (Martines, 2007)

Figura 20. Responsabilidades del alumbrado público.



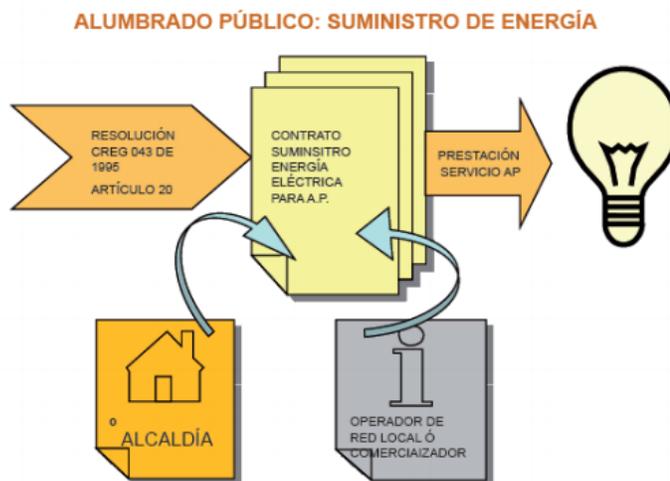
FUENTE. (Martinez, 2007)

El alcalde como representante del municipio tiene la responsabilidad de garantizar la prestación del servicio de alumbrado público, dicha prestación implica eficiencia y eficacia, criterios que aplicados al alumbrado público tiene las siguientes características:

- Según la NTC 900, el servicio debe ser prestado con calidad, y esto implica el cumplimiento de unos niveles mínimos de iluminación. Dichos niveles se miden y se evalúan con metodologías establecidas por la norma técnica vigente, utilizando equipos para medición de luminancia e iluminancia.
- Calidad implica que todas las luminarias instaladas en un municipio, incluyendo la cabecera municipal y las zonas rurales funcionen correctamente; lo que conlleva acciones de mantenimiento preventivo y correctivo en caso de falla.
- Garantizar niveles de iluminación adecuados implica programación de trabajos de limpieza que tengan como objetivo recuperar las condiciones de flujo emitido por las luminarias.
- Mediante la implementación de medidas de la URE se mejora la eficiencia, por ejemplo, la sustitución de bombillas de mercurio por luminarias LED; esto sin olvidar el cumplimiento de los niveles mínimos de iluminación, pero procurando la eficiencia energética y económica.
- En caso de proyectos nuevos, se debe garantizar la optimización desde el diseño que tenga como objetivo el uso eficiente de la energía utilizando fuentes de luz con potencias adecuadas y, ante todo, garantizando condiciones de mantenimiento que eviten desde el inicio, la instalación de luminarias de mayor potencia.

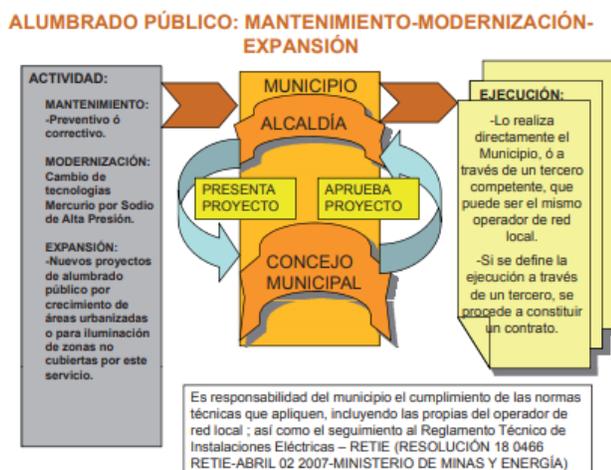
Para la prestación del servicio de alumbrado público, el municipio debe garantizar el suministro de la energía eléctrica; para lo cual el mecanismo contemplado en la regulación, es la constitución de un Contrato de Prestación del Servicio entre el municipio y el operador de red o comercializador, en este contrato el cliente es el municipio, como se muestra en la Figura 21. (Martínez, 2007)

Figura 21. Sistema de suministro de energía del alumbrado público.



Desde el punto de vista técnico, y considerando el diseño, construcción, mantenimiento y gestión del alumbrado público, una importante referencia técnica es la Norma Técnica Colombiana NTC 900 “Reglas generales y especificaciones para el alumbrado público 2006-10-25”; la cual contiene información detallada respecto a los requisitos de niveles de iluminación, y las metodologías para medir y evaluar, como se observa en la Figura 22. (Martínez, 2007)

Figura 22. Sistema de mantenimiento-modernización y expansión del alumbrado público.



Llegando así a las normas finales que delimitan a nivel municipal los criterios que se deben seguir para cumplir con la optimización y/o mantenimiento de sistema de alumbrado público para el mejoramiento de la prestación del servicio de energía a la población, junto con el cual se regula el sistema de cobro del servicio como se observa en la Figura 23, estas son:

- RETILAP, Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público.
- RETIE, Reglamento técnico de instalaciones eléctricas.

Figura 23. Sistema de cobro del servicio de alumbrado público en Colombia.



FUENTE. (Martinez, 2007)

7. METODOLOGÍA

7.1. Metodología tipo Exploratorio (Aplicada al Proyecto).

Se aborda la metodología de tipo exploratorio en el proyecto de investigación, teniendo en cuenta que hay poca experiencia documentada e información técnica sobre el diseño, se pretende examinar de manera visual el estado actual del sistema de alumbrado público del casco urbano y de cada uno de los centros poblados de 7 corregimientos con la excepción del corregimiento de Choroló debido a que hay una existencia del 0% del alumbrado público en el territorio en el municipio de Landázuri Santander.

La metodología de tipo exploratorio contempla esencialmente 2 tipos de acciones:

1. El estudio de la documentación, que se refiere a la construcción del trabajo realizado por otros: revisión de archivos, informes, estudios y otro tipo de

documentos o publicaciones, comúnmente proyectos elaborados y encontrados en páginas web.

2. Los contactos directos con la problemática a estudiar que se pueden realizar después o simultáneamente con la revisión de la documentación. Probablemente, solo una pequeña parte del conocimiento y la experiencia existente se encuentre en forma escrita, lo demás se encuentra en campo, observando y dialogando con la población que usa el sistema de alumbrado público en el municipio.

7.2 Técnicas para la recolección de información.

Teniendo en cuenta la delimitación y alcance del presente trabajo de grado se hace necesario realizar una visita de campo con el propósito de obtener una base de datos técnicos sobre el sistema de alumbrado público actual de la zona, por eso se recurre a los métodos observacionales, los niveles de análisis de la técnica de observación necesaria son de artefactos, sistemas y de organizaciones.

Con la visita de campo se conoce el estado de la infraestructura del sistema de alumbrado público del municipio, además se deja un registro fotográfico para determinar las características propias del estado actual del sistema de alumbrado.

Para conocer más información de distintas fuentes sobre el estado actual de la infraestructura del sistema de alumbrado, se recurre al método de la conversación activa con los pobladores del municipio y así poder determinar los diagnósticos claves para comprender como afecta el estado actual del sistema de alumbrado público a la población.

7.3. Metodología en Cascada (Aplicada al diseño).

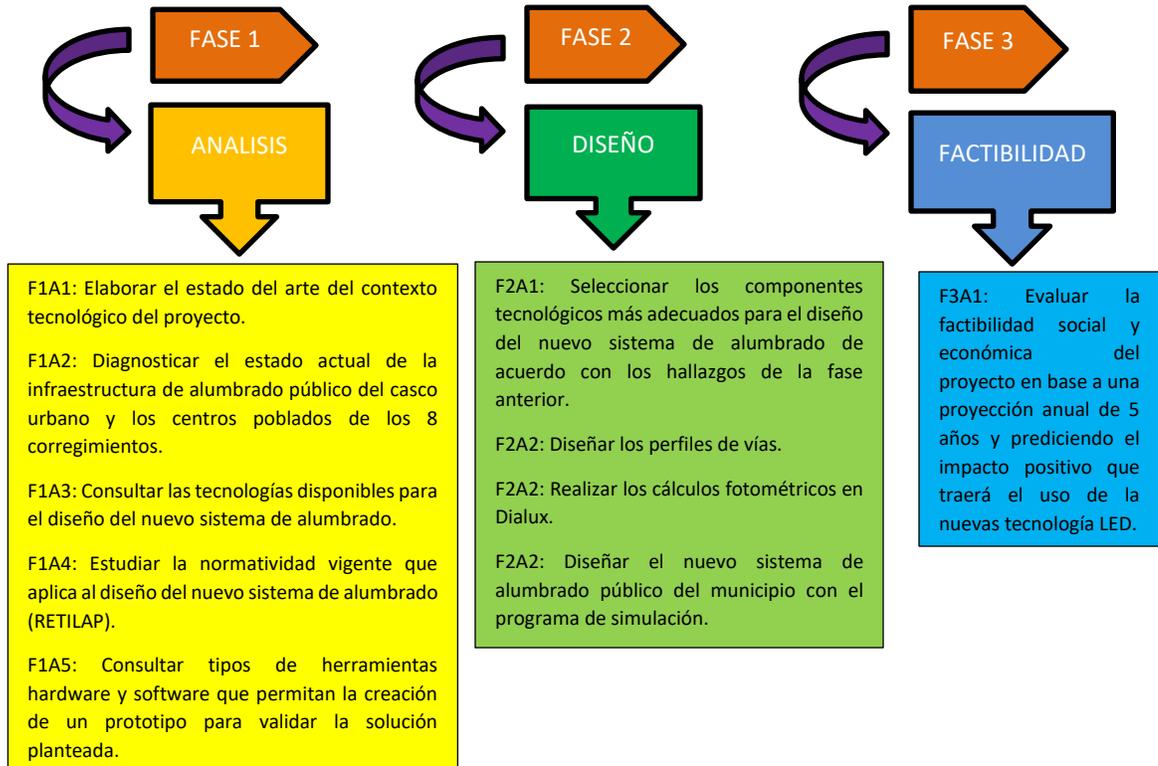
Para el diseño del presente trabajo de grado se utilizó la metodología de tipo Cascada (INTECO, 2009) por su gran facilidad de aplicación, siguiendo un modelo lineal secuencial, ajustándose y permitiendo gestionar, controlar y abordar cada una de las fases propuesta en el proyecto. Esta metodología se adapta perfectamente en escenarios donde se encuentren claramente definidos los requerimientos y las herramientas a utilizar, de igual manera es utilizada en casos donde no se presente simultaneidad durante las fases y cambios significativos que provoquen retroceder de una a otra.

La metodología de tipo cascada está orientada comúnmente en abordar procesos de desarrollo de software, sin embargo, no significa que solo pueda ser utilizada para este tipo de escenarios, teniendo en cuenta el gran potencial que este tipo de metodología permite y por su gran sencillez se tomó la decisión de utilizarla como referencia para el presente trabajo de grado. Aunque la metodología de tipo cascada genera signos poco visibles hasta que no se realice una entrega final, no es motivo para indicar que no es la adecuada, por su gran rigidez durante el

desarrollo de cada fase permite disminuir la presencia de errores, logrando pasar de una fase a otra cumpliendo con lo requerido.

Las fases y tareas a realizar para el diseño del presente trabajo de grado son las siguientes:

Ilustración 1. Diagrama de fases y tareas.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Fase 1 - Análisis: En esta fase se realiza una consulta bibliográfica sobre las temáticas que abarcan el proyecto, la normatividad correspondiente además del diagnóstico de la infraestructura con la que cuenta el municipio actualmente.

Fase 2 - Diseño: En esta fase se realizan todas las actividades que corresponden al diseño de los elementos que componen el nuevo sistema de alumbrado público.

Fase 3 - Factibilidad: En esta fase se realiza la validación de la factibilidad del diseño del sistema propuesto mediante una proyección a 5 años evidenciando el cambio en la facturación y recaudo por consumo de energía en alumbrado público y una reducción positiva de los accidentes de vías nocturnos e inseguridad social,

además un impacto positivo en el medio ambiente por la reducción del consumo por alumbrado público.

A continuación, se presenta un fragmento del cronograma de actividades, en el Anexo 1 se puede observar el cronograma completo.

Tabla 4. Fragmento de Cronograma y descripción de Actividades.

ACTIVIDAD	SEMANAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Investigación documental del estado actual del sistema de alumbrado público del municipio.													
2. Creación de la base de datos de acuerdo a la información recopilada.													

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Descripción de actividades:

1. Investigación documental del estado actual del sistema de alumbrado público del municipio.

Se dispondrá de un periodo de 4 semanas para realizar una investigación de tipo local de los documentos referentes al sistema de alumbrado público actual del municipio de Landázuri -Santander, dicha recopilación de información encierra todo sobre el estado de facturación y recaudo por parte de la Electrificadora de Santander S.A. ESP del alumbrado público del último año 2020 y comienzos del año 2021, además incluye información sobre la tipología de las luminarias que componen el alumbrado y distribución de la red de alumbrado público en el casco urbano y rural del municipio.

2. Creación de la base de datos de acuerdo a la información recopilada.

En esta actividad se consolidará toda la información antes recolectada en una base de datos digital, donde se especificará el tipo de luminaria, sus características físicas, código de ubicación geográfica UTM y código de poste donde se encuentra ubicada la luminaria, además la base de datos se dividirá en dos zonas, rural y urbana la zona rural constará de 8 corregimientos y la zona urbana encerrará el casco urbano, todo ello para organizar la información de manera escalonada.

3. Análisis Y diagnóstico de la base de datos recolectada.

Se realizará un análisis sobre la base de datos antes creada para conformar un diagnóstico completo sobre el estado actual en que se encuentra el sistema de alumbrado público del municipio, el diagnóstico hará énfasis en el ámbito económico, social y ambiental.

4. Georreferenciación de datos.

En esta actividad se implementará un método de georreferenciación para posicionar cada una de las luminarias en un plano geográfico y así tener un punto de referencia en cuanto a la ubicación del sistema de distribución del alumbrado público del municipio.

5. Estructuración de la base de datos.

En esta actividad se realizará una estructura de datos definida y escalonada con los puntos de georreferenciación antes posicionados en un plano, dicha estructura se llevará acabo con el fin de facilitar el diseño del plano eléctrico actual del sistema de alumbrado público.

6. Diseño del plano eléctrico actual del sistema de alumbrado público.

De acuerdo a la recopilación de la base de datos y a la información suministrada por la georreferenciación se realizará el diseño del plano eléctrico del alumbrado público actual del municipio.

7. Aplicación de la normatividad RETILAP.

La aplicación de normativa RETILAP consistirá en realizar las pertinentes correcciones y diagnosticar el estado actual del sistema de alumbrado público en base a los criterios de la norma vigente en Colombia y resaltar como la implementación de la nueva tecnología LED en el nuevo sistema de alumbrado público mejorará la eficiencia energética.

8. Diseño fotométrico y cálculos de luminancia e iluminancia para el nuevo sistema de alumbrado público con luz LED en DIALux.

En la siguiente actividad se realizarán todos los cálculos pertinentes sobre los parámetros de iluminancia y luminancia para el nuevo diseño de alumbrado público con luz LED para el municipio.

Una vez realizada la verificación de los datos se desarrollará el diseño fotométrico según los parámetros de diseño dadas por el RETILAP, seguidamente se calcularán mediante el programa de diseño de iluminación DIALux y se evaluarán los resultados luminotécnicos soportados en las tablas de la normativa.

9. Diseño del sistema de alumbrado público proyectado con la nueva tecnología LED en DIALux.

En la siguiente actividad se realiza el diseño del plano eléctrico proyectado con la nueva tecnología LED en el programa de diseño DIALux, teniendo en cuenta el análisis fotométrico y los datos arrojados por los cálculos de diseño para el alumbrado público proyectado con la utilización de luz LED. Se realizará una evaluación de los datos arrojados por el diseño del plano eléctrico proyectado con la nueva tecnología LED y del diseño fotométrico con respecto a la norma establecida en el manual del RETILAP para espacios exteriores iluminados y así desarrollar un análisis del mejoramiento del sistema de alumbrado público del municipio con la nueva tecnología de iluminación.

10. Recopilación de información de facturación y recaudos del sistema de alumbrado público actual del último año.

Mediante la información suministrada por el operador de red al municipio se realizará una investigación básica de la facturación y recaudo del sistema de alumbrado público actual del último año hasta la actual fecha, para determinar los costos por alumbrado de cada sector del municipio por estratos y clase de servicio.

11. Diagnostico financiero del sistema de alumbrado público con tecnología led.

Se realizará un diagnóstico financiero de la factibilidad del sistema de alumbrado público con la información antes recopilada para determinar porcentajes de costos por zona, tanto rural como urbana.

12. Análisis en paralelo de la optimización de costos del alumbrado público actual con respecto al diseñado.

Se realizará un análisis riguroso sobre el mejoramiento energético, la optimización de costos de facturación y recaudo y la ventaja que trae el uso de tecnologías LED en un sistema de alumbrar público con respecto a uno que usa tecnología de vapor de alta presión, mediante gráficos de Excel.

8. TOMA DE DATOS Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL DEL MUNICIPIO DE LANDÁZURI SANTANDER

Este proceso consiste en determinar la ubicación geográfica del casco urbano y los centros poblados de cada corregimiento del municipio de Landázuri Santander, en este caso los antes mencionados en el inciso **5.1.1.** y **5.1.2.** del marco teórico, cuantificar el área total del territorio, y así poder determinar las rutas que se recorrerán tanto en la zona urbana como en la zona rural. La ubicación del municipio se muestra en la Figura 24; la zona urbana, en la Figura 25; el esquema de seguimiento de ruta de la zona urbana, en la

Figura 26 y por último el esquema de seguimiento de ruta en la zona rural, en la **Figura 28.**

Este proyecto se desarrolló conforme al cronograma y actividades que se muestran en la Tabla 4. Se utilizó un formato para la toma de datos, y estos datos se verificaron diariamente con el número de referencia del poste registrado (punto físico) y la evidencia fotográfica de cada luminaria expuesta en el

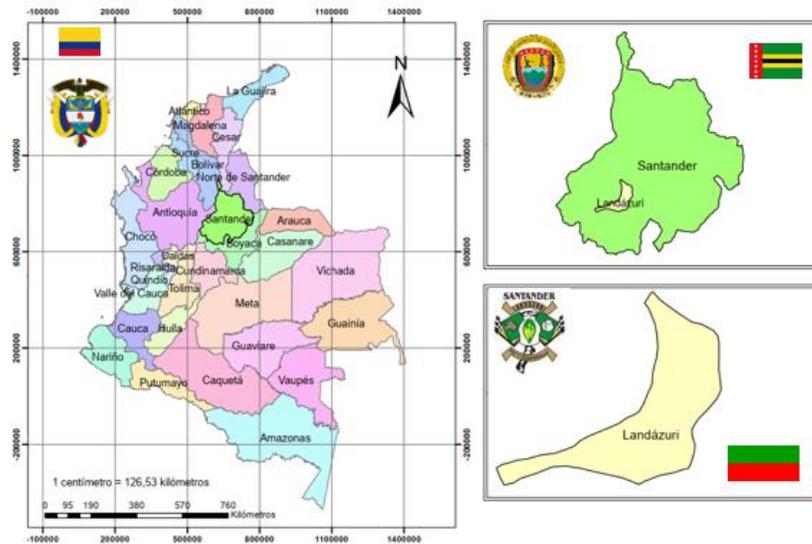
Anexo 2 para evitar repeticiones; tal como se muestra en la Tabla 34.

A continuación, se describen las etapas de determinación del territorio de estudio y de planificación para la adquisición de datos.

8.1. Identificación visual del territorio de estudio.

El municipio de Landázuri se encuentra ubicado en la provincia de Vélez, cerca al centro del departamento de Santander como se observa en la Figura 24.

Figura 24. Ubicación de Landázuri en Colombia.



FUENTE. Ariza Y, "ArcGIS (10.4)".

El casco urbano de Landázuri se divide en 17 barrios, 15 contemplados dentro del esquema de ordenamiento territorial y 2 en proceso de censo, en la Figura 25 se observa la imagen satelital del casco urbano del municipio.

Figura 25. Imagen satelital del casco urbano del municipio de Landázuri.



FUENTE. (*Servicio de alumbrado público para municipios, 2021*)

En cuanto a la zona rural, se contemplan 8 corregimientos, 7 de ellos cuentan con centro poblado con la única excepción del corregimiento de Choroló el cual, debido a su gran extensión de tierra y pocas veredas, no existe centro poblado.

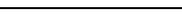
8.2. Planificación para la adquisición de datos.

Teniendo en cuenta que es un territorio que abarca 630 Km², se trazó una ruta previa específica diaria pensada para hacer un recorrido eficiente tanto en la zona urbana como en la zona rural durante un periodo de dos semanas, con el objetivo de reducir las probabilidades de error que se puedan producir al repetir uno o varios datos para un mismo punto eléctrico en un área determinada del municipio.

En la

Figura 26, se evidencia el trazado por barrios del caso urbano, cada barrio se encuentra identificado por un color, a continuación, en la Tabla 5 se presenta la nomenclatura del barrio por color y la secuencia que se siguió para una eficiente toma de datos por día:

Tabla 5. Esquema de seguimiento de ruta por barrios para la toma de datos del alumbrado público.

SECUENCIA	BARRIOS	COLOR DE TRAZADO
1	El progreso	
2	Las brisas	
3	Las palmas	
4	Altos del jardín	
5	La primavera	
6	El morro	
7	El colegio	

8	La melona	
9	La atalaya	
10	Villa Alicia	
11	El hospital	
12	Villa Adelaida	
13	Pueblo nuevo	
14	Chapinero	
15	La cadena	
16	El centro	
17	El jardín	

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 26. Trazado de ruta del casco urbano por barrios.



FUENTE. (Servicio de alumbrado público para municipios, 2021)

La recolección de datos tuvo el siguiente patrón:

- Barrio el progreso - Las brisas - Las palmas - Altos del jardín - La primavera - El morro - El colegio - La melona - La atalaya - Villa Alicia - El hospital - Villa Adelaida - Pueblo nuevo – Chapinero - La cadena - El centro - El jardín.

En la **Figura 28**, se evidencia el trazado de ruta del centro poblado por corregimientos, se realizó la visita de cada corregimiento por día, debido a que el trazado de ruta realizado en los otros corregimientos es igual al antes mencionado solo se mostrará en este capítulo el desarrollo de la ruta del corregimiento de la India, los demás son mostrados en el

Anexo 3.

La recolección de datos tuvo el siguiente patrón:

- En el día 1 se visitaron los corregimientos de la india y Kilómetro 15.
- En el día 2 se visitó el corregimiento de Bajo Jordán.
- En el día 3 se visitaron los corregimientos de Plan de Armas y Miralindo.
- En el día 4 se visitaron los corregimientos de Rio blanco y San Ignacio.

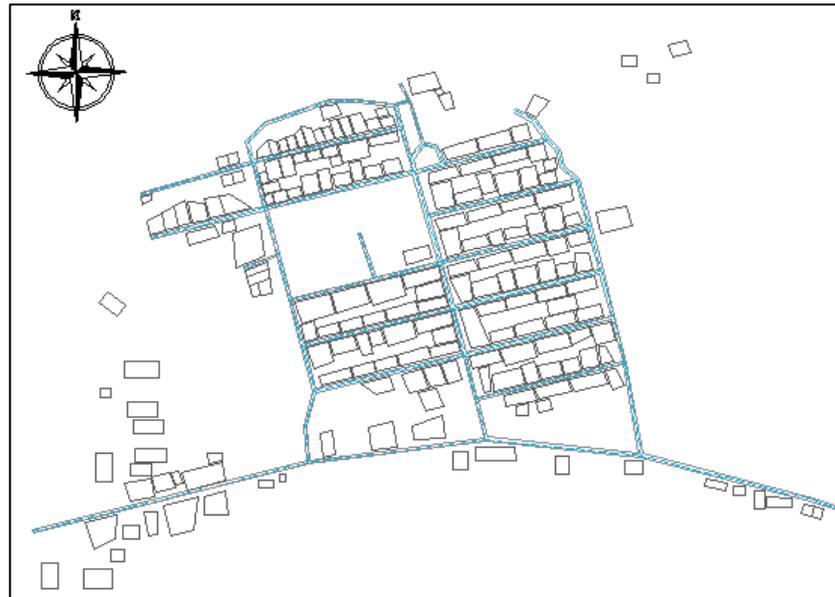
Figura 27. Imagen satelital del centro poblado del corregimiento de la India (La Reubicación).



FUENTE. (*Servicio de alumbrado público para municipios, 2021*)

El color azul claro en forma de línea punteada representa el trazado de la ruta seguido para la recolección de información, para el diseño del trazado se usó la herramienta de simulación AUTOCAD.

Figura 28. Trazado de ruta del levantamiento por corregimientos, zona rural (La india (La reubicación)).



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

En simultáneo con el recorrido de la ruta, se realizaron esquemas aproximados de los circuitos ramales en AUTOCAD pertenecientes a los diferentes centros de distribución que se fueron encontrando. El diseño de los ramales se muestra en el capítulo 11.

8.3. Diagnóstico del estado actual del sistema de alumbrado público en la zona urbana del municipio.

Actualmente existe un registro de 657 luminarias que componen todo el sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri, de las cuales 307 se encuentran en la zona urbana de acuerdo al último aforo realizado por el operador de red de la zona, ESSA en junio del 2020.

La red de alta tensión que viaja de Barbosa a cimitarra Santander es la fuente de suministro de energía del municipio de Landázuri, esta trasporta 115KV hasta la subestación de cimitarra la cual trasforma de 115KV a 34.5KV, la ruta continua hasta la subestación de Landázuri, allí se trasforma de 34.5KV a 13.8KV reduciendo así el nivel de alta tensión a media tensión, además la red de media tensión también es alimentada por una derivación externa proveniente del corregimiento de la

hermosura del municipio de Bolívar-Santander, dicha derivación transporta 34.5KV, la cual llega a un punto de distribución en la subestación para adaptarlo al nivel de 13.8KV y así continuar la ruta en los centros de distribución los cuales transforman de 13.8KV a 220V, considerado baja tensión.

Figura 29. Subestación de Landázuri-Santander (34.5KV/13.8KV).



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Existe un total de 17 transformadores de distribución los cuales alimentan las redes de baja tensión, los puntos de distribución se encuentran en buen estado y de manera balanceada, la carga que soportan no supera el umbral de funcionamiento del trafo, en la Tabla 6 se muestra la localización de cada transformador por barrio junto con la capacidad en Voltio-Amperios y la capacidad del medidor de corriente (TC) usado.

Tabla 6. Información de los 17 centros de distribución en la zona urbana.

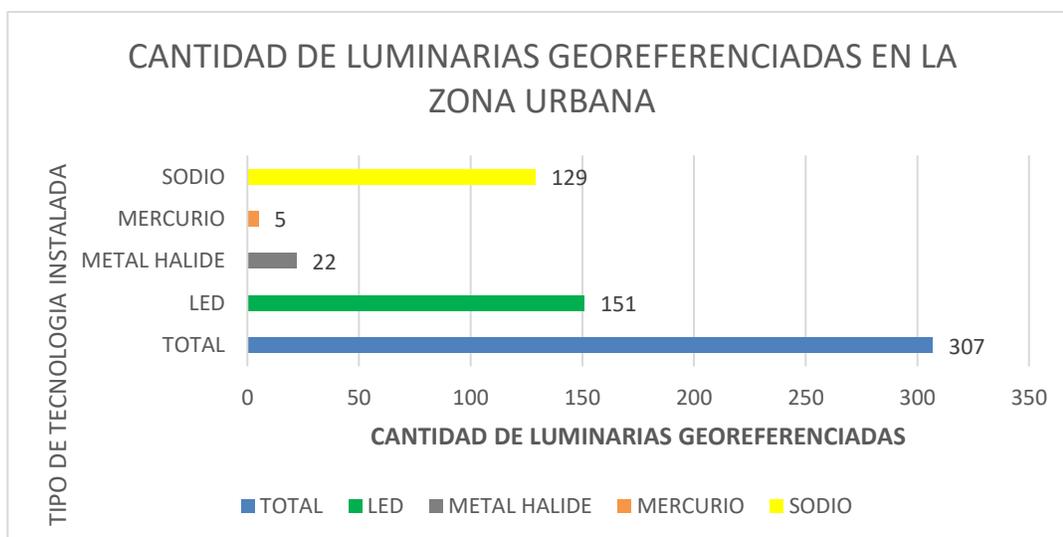
TRANSFORMADOR	NÚMERO CD	POTENCIA (KVA)	TC'S (A)	UBICACIÓN
1	7008951	45	200/5	EL PROGRESO
2	1411776403	45	200/5	EL PROGRESO
3	5084594	45	300/5	LAS BRISAS
4	2016021330	45	300/5	LAS PALMAS
5	4600030833	45	300/5	LAS PALMAS

6	7009113	30	100/5	LAS BRISAS
7	1841681	30	100/5	EL COLEGIO
8	4600030838	45	300/5	EL MORRO
9	5123984	45	200/5	LA CADENA
10	5124016	75	300/5	LA CADENA
11	1341684	45	200/5	CHAPINERO
12	2017100417	45	-	LA ATALAYA
13	4600030834	50	200/5	PUEBLO NUEVO
14	4600030835	75	200/5	BARRIO CENTRO
15	5078243	25	100/5	BARRIO CENTRO
16	2015091423	30	100/5	LAS BRISAS
17	2018090069	30	100/5	EL JARDIN

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

En la Gráfica 2, se muestra la distribución de luminarias existentes de acuerdo al tipo de lámpara, 129 lámparas de sodio el cual corresponde al 42.02%, 5 lámparas de mercurio con un 1.63%, 22 lámparas de metal halide con un 7.17% y 151 lámparas led con un 49.19% de ocupación, para un total de 307 lámparas.

Gráfica 2. Cantidad de luminarias georreferenciadas en la zona urbana.



FUENTE. (Informaci & Redes, 2020)

El sistema de alumbrado público maneja un rango de potencia amplio desde los 40W hasta los 400W, en el último aforo se dividió la cantidad de luminarias existentes entre los diferentes rangos de potencia, teniendo en cuenta la tecnología existente, a continuación, se presenta la información completa de potencias por luminaria del casco urbano del municipio.

Tabla 7. Potencia instalada del sistema de alumbrado público en la zona urbana.

TECNOLOGIA EXISTENTE	LUMINARIAS GEOREFERENCIADAS	POTENCIA (W)	PERDIDAS BALASTO (W)	PERDIDAS ARRANCADOR (W)	PERDIDAS CONDENSADOR (W)	POTENCIA CON PERDIDAS (W)	POTENCIA INSTALADA (KW)
LED	2	40	-	-	-	40	0.08
	1	50	-	-	-	50	0.05
	1	100	-	-	-	100	0.10
	145	120	-	-	-	120	17.4
	2	200	-	-	-	200	0.40
METAL HALIDE	4	250	19	-	1	270	1.08
	18	400	27	-	1	428	7.70
MERCURIO	3	125	12	-	1	138	0.41
	2	250	19	-	1	270	0.54
SODIO	127	70	11	0.05	0.4	81.45	10.34
	2	150	19	0.12	0.4	169.52	0.34
TOTAL	307	36295	2071	6.59	78.6	-	38.45

FUENTE. (Informaci & Redes, 2020)

La potencia total consumida por las lámparas del casco urbano es de 38450 W, incluyendo las pérdidas por componentes electrónicos internos la cual es de 2156.19 W, pérdidas presentes en las lámparas de sodio, mercurio y metal halide, obteniendo así una potencia neta consumida por las lámparas sin pérdidas de 36295 W.

Actualmente existe una serie de luminarias averiadas en el sistema de alumbrado público del casco urbano como se presente en el capítulo 10, debido a que el sistema de alumbrado público no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, que prevenga el mal funcionamiento de las lámparas.

8.4. Diagnóstico del estado actual del sistema de alumbrado público en la zona rural del municipio.

Actualmente existe un registro de 657 luminarias que componen todo el sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri, de las cuales 350 se encuentran en la zona rural de acuerdo al último aforo realizado por el operador de red de la zona ESSA en junio del 2020.

La red de alta tensión que viaja de Barbosa a cimitarra Santander es la fuente de suministro de energía del municipio de Landázuri, esta trasporta 115KV hasta la subestación de cimitarra la cual trasforma de 115KV a 34.5KV, la ruta continua hasta la subestación de Landázuri, allí se trasforma de 34.5KV a 13.8KV reduciendo así el nivel de alta tensión a media tensión.

La red de media tensión se distribuye a lo largo del territorio a través de las vías principales y montañas, para expandir de esta manera lo más posible el suministro de energía de media tensión a los corregimientos y veredas del municipio, existe un corregimiento de los 8 que no se alimenta de la red de media tensión del municipio si no de la red de media tensión del municipio de Cimitarra Santander el cual es el corregimiento de la India, debido a los problemas de delimitación que posee el municipio de Landázuri con los municipios limítrofes, Cimitarra y Bolívar más sin embargo el coste por consumo de energía por alumbrado público de aquella zona se le aplica al municipio de Landázuri.

Existe un total de 18 transformadores de distribución los cuales alimentan las redes de baja tensión de los centros poblados de cada corregimiento, los puntos de distribución se encuentran en buen estado y de manera balanceada, con la excepción del corregimiento de la india el cual de los 6 trasformadores que se usan para distribuir la carga solo 3 funcionan, los otros 3 se encuentran fuera de funcionamiento, debido a la falta de mantenimiento, con respecto a los demás transformadores la carga que soportan no supera el umbral de funcionamiento, en la Tabla 8 se muestra la localización de cada transformador por centro poblado de cada corregimiento junto con la capacidad en Voltio-Amperios y la capacidad del medidor de corriente (TC) usado.

Tabla 8. Información de los 18 centros de distribución ubicados en los centros poblados.

TRANSFORMADOR	NÚMERO CD	POTENCIA (KVA)	TC'S (A)	UBICACIÓN (CENTRO POBLADO)
1	5560098	75	AVERIADO	LA INDIA (REUBICACIÓN)
2	5559961	75	300/5	LA INDIA (REUBICACIÓN)
3	5560179	45	AVERIADO	LA INDIA (REUBICACIÓN)
4	5559952	75	300/5	LA INDIA (REUBICACIÓN)
5	5559898	75	AVERIADO	LA INDIA (REUBICACIÓN)

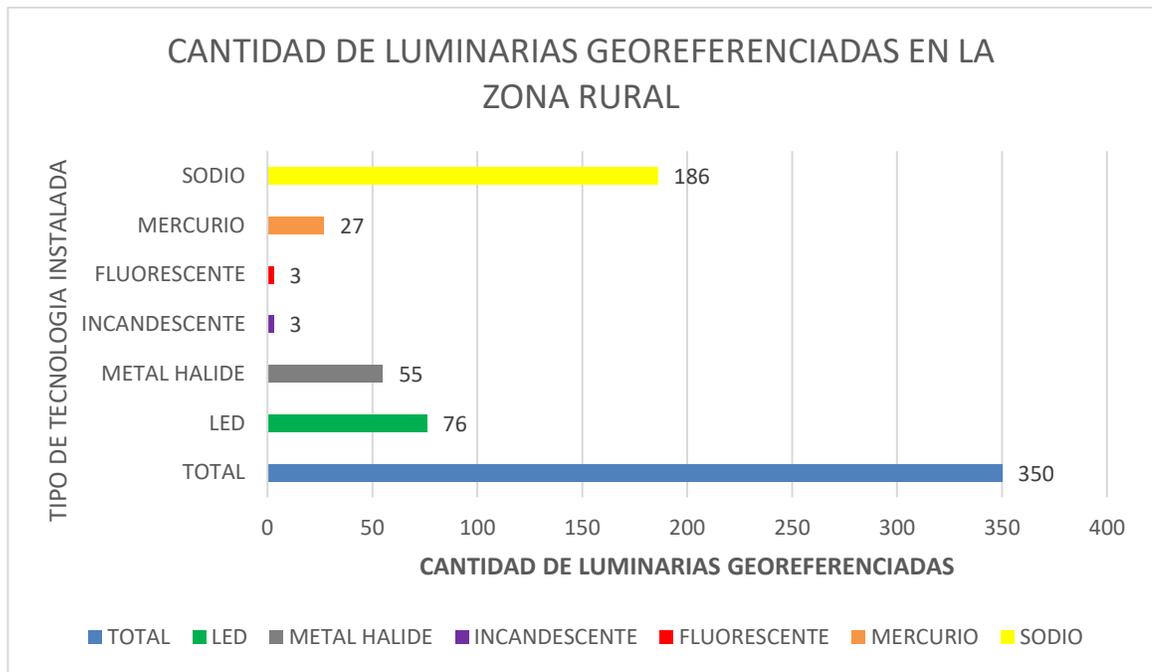
6	2018050132	30	300/5	LA INDIA (REUBICACIÓN)
7	5028302	75	300/5	LA INDIA (AZODECAR)
8	7854498	30	100/5	BAJO JORDAN
9	3004492	30	100/5	BAJO JORDAN
10	8092061	25	100/5	PLAN DE ARMAS
11	5471664	75	300/5	MIRALINDO
12	8751675	45	200/5	SAN IGNACIO
13	4261623	25	100/5	RIO BLANCO
18	-	30	100/5	KILOMETRO 15

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

La gran mayoría de luminarias se encuentran ubicadas en los centros poblados de cada corregimiento con la excepción de la zona de Choroló el cuál no posee centro poblado y su distribución de alumbrado público es nulo, dando un total del 56.86% de ocupación por lámparas en los centros poblados, el otro 43.14% pertenece a las lámparas distribuidas por todo los caminos y escenarios deportivos existentes a lo largo de los corregimientos los cuales no se tuvieron en cuenta para el desarrollo de este proyecto debido a la extensión del territorio.

En la Gráfica 3, se muestra la distribución de luminarias existentes de acuerdo al tipo de lámpara, 186 lámparas de sodio el cual corresponde al 53.14%, 27 lámparas de mercurio con un 7.71%, 3 lámparas fluorescentes con un 0.86%, 3 lámparas incandescente con un 0.86%, 55 lamparás de metal halide con un 15.71% y 76 lámparas led con un 21.72% de ocupación, para un total de 350 lamparás.

Gráfica 3. Cantidad de luminarias georreferenciadas en la zona rural.



FUENTE. (Informaci & Redes, 2020)

Se puede inducir que más del 50% de las lámparas existentes en el sistema de alumbrado público en la zona rural son de tipo descarga, el cual es un punto de inflexión en el sistema ya que la contaminación por el uso de lámparas de descarga es alta.

La distancia mínima entre ubicación de luminarias en los centros poblados es amplia debido a que hay tan pocas lámparas instaladas, esto ha ocasionado que zonas importantes queden oscuras por falta de iluminación, según los pobladores de algunas áreas rurales.

El sistema de alumbrado público en la zona rural maneja un rango de potencia amplio desde los 15W hasta los 400W, en el último aforo se dividió la cantidad de luminarias existentes entre los diferentes rangos de potencia, teniendo en cuenta la tecnología existente, a continuación, se presenta la información completa de potencias por luminaria de la zona rural del municipio.

Tabla 9. Potencia instalada del sistema de alumbrado público en la zona rural.

TECNOLOGIA EXISTENTE	LUMINARIAS GEOREFERENCIADAS	POTENCIA (W)	PERDIDAS BALASTO (W)	PERDIDAS ARRANCADOR (W)	PERDIDAS CONDENSADOR (W)	POTENCIA CON PERDIDAS (W)	POTENCIA INSTALADA (KW)
LED	1	15	-	-	-	15	0.02
	10	25	-	-	-	25	0.25
	1	30	-	-	-	30	0.03
	4	40	-	-	-	40	0.16
	32	50	-	-	-	50	1.60
	16	100	-	-	-	100	1.60
	1	101	-	-	-	101	0.10
	1	200	-	-	-	200	0.20
	10	300	-	-	-	300	3
METAL HALIDE	2	70	11	-	1	82	0.16
	1	150	19	-	1	170	0.17
	18	250	19	-	1	270	4.86
	34	400	27	-	1	428	14.55
INCANDESCENTE	3	100	-	-	-	100	0.30
FLUORESCENTE	1	45	-	-	-	45	0.05
	2	80	-	-	-	80	0.16
MERCURIO	27	125	12	-	1	138	3.73
SODIO	182	70	11	0.05	0.4	81.45	14.82
	4	150	19	0.12	0.4	169.52	0.68
TOTAL	307	42566	3703	9.58	156.4	3868.98	46.44

FUENTE. (Informaci & Redes, 2020)

La potencia total consumida por las lámparas del casco urbano es de 46440 W, incluyendo las perdidas por componentes electrónicos internos la cual es de 3868.98 W, perdidas presentes en las lámparas de sodio, mercurio y metal halide, obteniendo así una potencia neta consumida por las lámparas sin pérdidas de 42566 W.

Actualmente existen muchas zonas en los cascos poblados de cada corregimiento por iluminar y poder tener una calidad de iluminación nocturna óptima para el desarrollo de las actividades que realizan los pobladores durante la noche.

9. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS PUNTOS FÍSICOS DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DEL MUNICIPIO

La georreferenciación de cada uno de los puntos eléctricos es un aspecto fundamental en la caracterización de los circuitos, pues permite estructurar los circuitos ramales de una manera más global, determinando la relación entre cada luminaria y los centros de transformación con mayor precisión y certeza.

Cada uno de estos puntos es posicionado espacialmente en una localización geográfica única y bien definida mediante el sistema de coordenadas Universal Transverse Mercator (UTM).

A continuación, se presenta la base de datos en Excel conformadas por 6 columnas para cada uno de los centros de distribución, donde la columna 1 (de izquierda a derecha) indica el número de luminaria definido por diseño, la columna 2 el número del centro de distribución, la columna 3 el punto físico, la columna 4 indica la coordenada X y la columna 5 indica la coordenada Y.

Además, se asocian los datos correspondientes a las 17 zonas establecidas para el análisis en el sector urbano, los cuales son los barrios que conforman el casco urbano del municipio.

Los círculos verdes en cada una de las zonas rural y urbana es la simbología usada para representar un punto eléctrico en cada una de las zonas y los triángulos rojos representan al centro de distribución de aquella zona.

Figura 30. Zona Urbana 1. Barrio el Progreso.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 7008951
- 1411776403
- 2015091423

Tabla 10. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 1.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
1	7008951	EL PROGRESO	7200722	630840.084	687233.905
2		EL PROGRESO	7197705	630939.430	687267.957
3		EL PROGRESO	7200927	630951.821	687218.050
4		EL PROGRESO	7200937	630978.326	687227.322
5		EL PROGRESO	ILEGIBLE	631087.045	687266.998
6	1411776403	EL PROGRESO	ILEGIBLE	631122.303	687293.316
7		EL PROGRESO	7197691	631137.757	687316.899
8		EL PROGRESO	7196693	631168.719	687340.333
9		EL PROGRESO	9265422	631200.732	687374.493
10		EL PROGRESO	7208995	631215.366	687366.787
11		EL PROGRESO	7208987	631233.070	687379.651
12		EL PROGRESO	7208979	631255.790	687388.621
13		EL PROGRESO	7208944	631267.234	687413.890
14		EL PROGRESO	7209029	631256.698	687480.090
15		EL PROGRESO	7209037	631270.512	687523.717
16		EL PROGRESO	7197641	631285.661	687517.744
17		EL PROGRESO	7209070	631333.362	687554.004
20	2015091423	EL PROGRESO	7199619	631369.238	687651.964
21		EL PROGRESO	7199597	631388.263	687687.532
22		EL PROGRESO	7199589	631411.671	687704.426
23		EL PROGRESO	7199520	631433.988	687711.663
254	7008951	EL PROGRESO	7200943	631002.967	687223.471

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 31. Zona Urbana 2. Barrio las Brisas.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 5084594
- 2016021330
- 4600030838

Tabla 11. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 2.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
18	5084594	LAS BRISAS	7199856	631378.113	687582.112
19		LAS BRISAS	7197524	631390.938	687619.804
24		LAS BRISAS	7197608	631427.133	687675.090
25		LAS BRISAS	7199503	631424.749	687662.813
26		LAS BRISAS	7197616	631413.035	687625.676
27		LAS BRISAS	ILEGIBLE	631422.730	687620.059
28		LAS BRISAS	7199635	631404.784	687599.677
29		LAS BRISAS	7199643	631409.347	687582.882
30		LAS BRISAS	7199651	631404.880	687557.039
31		LAS BRISAS	7199652	631398.302	687529.237
32		LAS BRISAS	7199686	631387.647	687499.621
33		LAS BRISAS	7199694	631394.370	687479.367
34		LAS BRISAS	7199708	631379.770	687438.907

35		LAS BRISAS	7199716	631384.693	687427.089
36		LAS BRISAS	9215263	631383.761	687412.604
37		LAS BRISAS	9215271	631374.339	687379.342
38		LAS BRISAS	9215298	631358.425	687395.263
39		LAS BRISAS	ILEGIBLE	631327.419	687408.350
40		LAS BRISAS	9215310	631347.044	687375.190
41	2016021330	LAS BRISAS	ILEGIBLE	631374.591	687333.091
42		LAS BRISAS	ILEGIBLE	631370.781	687295.089
43		LAS BRISAS	8433577	631207.067	687179.816
44		LAS BRISAS	8433585	631228.294	687176.841
45		LAS BRISAS	8433593	631258.777	687165.080
46		LAS BRISAS	5017200	631308.783	687166.372
88	5084594	LAS BRISAS	ILEGIBLE	631451.104	687606.340
89		LAS BRISAS	ILEGIBLE	631451.528	687582.903
90		LAS BRISAS	7199830	631465.765	687553.417
100	4600030838	LAS BRISAS	7200098	631501.629	687359.469
101		LAS BRISAS	7200102	631458.421	687371.386
102		LAS BRISAS	7200111	631429.421	687399.513
103		LAS BRISAS	7200129	631430.058	687429.623

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 32. Zona Urbana 3. Barrio las Palmas.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 2016021330
- 4600030833

Tabla 12. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 3.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)	
47	2016021330	LAS PALMAS	9817182	631302.914	687103.193	
48		LAS PALMAS	9817166	631317.655	687097.735	
49		LAS PALMAS	9817191	631330.924	687119.618	
50		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631318.865	687136.875	
51		LAS PALMAS	8433747	631350.040	687131.380	
52		LAS PALMAS	5019460	631347.749	687160.489	
53		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631342.287	687213.728	
54		LAS PALMAS	5019443	631355.770	687239.371	
55		LAS PALMAS	7200251	631378.152	687184.401	
56		LAS PALMAS	7200510	631369.509	687151.030	
57		LAS PALMAS	9265317	631403.205	687162.677	
58		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631407.977	687168.732	
59		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631452.816	687191.128	
60		LAS PALMAS	5019478	631414.229	687209.689	
61		LAS PALMAS	7200528	631460.660	687167.155	
62		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631499.908	687184.306	
63		LAS PALMAS	7200579	631560.805	687208.839	
64		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631579.893	687233.057	
65		LAS PALMAS	8433631	631605.487	687268.051	
66		LAS PALMAS	7200412	631544.927	687275.064	
67		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631517.328	687224.698	
68		LAS PALMAS	ILEGIBLE	631472.139	687209.561	
69		4600030833	LAS PALMAS	7198205	631445.359	687257.298
70			LAS PALMAS	7200498	631467.391	687242.644
71			LAS PALMAS	ILEGIBLE	631431.393	687264.932
72			LAS PALMAS	7200382	631440.624	687300.553
73			LAS PALMAS	724455	631462.793	687290.984
74			LAS PALMAS	7200404	631498.456	687269.395
75	LAS PALMAS		7200358	631553.207	687304.786	
76	LAS PALMAS		ILEGIBLE	631527.507	687300.785	
77	LAS PALMAS		7200331	631530.730	687319.513	
78	LAS PALMAS		7200315	631483.580	687318.707	
79	LAS PALMAS		7200323	631469.877	687325.088	
80	LAS PALMAS		7198191	631507.749	687343.710	

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 33. Zona Urbana 4. Barrio Altos del Jardín.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 4600030833

Tabla 13. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 4.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
81	4600030833	LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200421	631592.605	687288.217
82		LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	631598.344	687293.352
83		LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200188	631588.757	687316.658
84		LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	631582.753	687347.232
85		LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200226	631604.125	687329.223
86		LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	631602.295	687367.619
87		LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200137	631554.163	687358.040
104		LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	631531.889	687348.482
177		LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200245	631605.810	687355.060

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 34. Zona Urbana 5. Barrio la Primavera.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

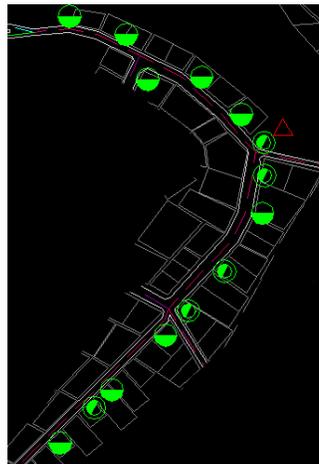
- 4600030838
- 1341684

Tabla 14. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 5.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
112	4600030838	LA PRIMAVERA	9789405	631652.501	687510.277
113		LA PRIMAVERA	9265007	631675.615	687492.750
114		LA PRIMAVERA	8433721	631627.375	687449.082
115		LA PRIMAVERA	9815708	631632.866	687415.928
116		LA PRIMAVERA	8433712	631609.561	687402.829
117	1341684	LA PRIMAVERA	9817069	631643.768	687401.469
118		LA PRIMAVERA	ILEGIBLE	631667.512	687384.312
119		LA PRIMAVERA	7201974	631691.672	687413.185
120		LA PRIMAVERA	7201958	631686.801	687434.991
121		LA PRIMAVERA	7201923	631704.254	687460.274
122		LA PRIMAVERA	7201940	631688.427	687470.668
123		LA PRIMAVERA	7201990	631721.333	687486.846
124		LA PRIMAVERA	7201893	631725.438	687492.752
125		LA PRIMAVERA	ILEGIBLE	631739.310	687526.761
126		LA PRIMAVERA	SIN POSTE	631688.714	687557.308

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 35. Zona Urbana 6. Barrio el Morro.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 4600030838

Tabla 15. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 6.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
91	4600030838	EL MORRO	ILEGIBLE	631513.564	687562.295
92		EL MORRO	7209118	631549.187	687558.321
93		EL MORRO	ILEGIBLE	631562.867	687545.748
94		EL MORRO	7209096	631600.693	687519.226
95		EL MORRO	7209088	631613.205	687514.574
105		EL MORRO	7193183	631515.735	687372.399
106		EL MORRO	7209240	631533.606	687393.335
107		EL MORRO	7209223	631542.322	687410.675
108		EL MORRO	7209215	631562.413	687434.158
109		EL MORRO	7198175	631599.139	687451.156
110		EL MORRO	7209207	631615.079	687473.082
111		EL MORRO	7198159	631614.744	687506.765

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 36. Zona Urbana 7. Barrio el Colegio.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

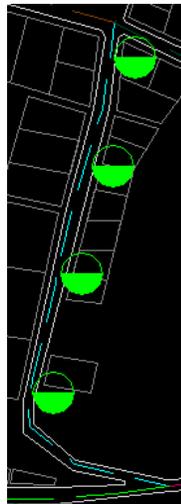
- 1841681

Tabla 16. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 7.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
96	1841681	EL COLEGIO	7199783	631534.882	687502.421
97		EL COLEGIO	7199775	631519.405	687472.315
98		EL COLEGIO	5019641	631554.319	687453.967
99		EL COLEGIO	ILEGIBLE	631559.747	687448.451

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 37. Zona Urbana 8. Barrio la Melona.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

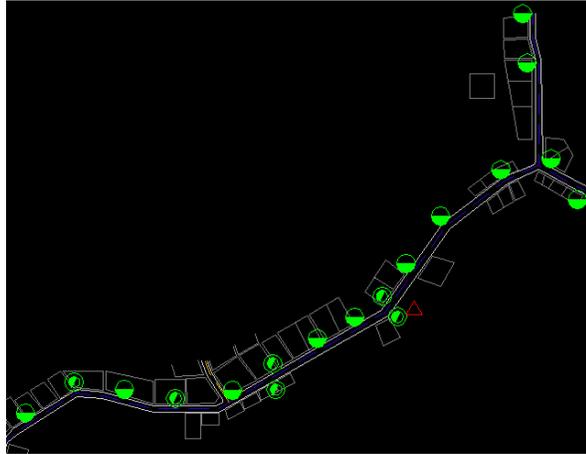
- 5124016

Tabla 17. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 8.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
203	5124016	LA MELONA	7202229	631489.485	687596.403
204		LA MELONA	7193015	631489.512	687617.740
205		LA MELONA	7199007	631502.246	687646.256
206		LA MELONA	7197918	631498.153	687668.137

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 38. Zona Urbana 9. Barrio la Atalaya.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 1341684
- 2017100417

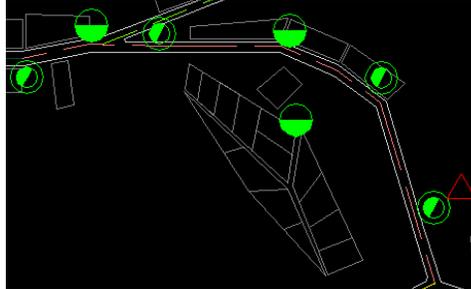
Tabla 18. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 9.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
127	1341684	LA ATALAYA	ILEGIBLE	631719.072	687519.087
128		LA ATALAYA	7202041	631744.677	687548.774
129		LA ATALAYA	7198230	631782.831	687541.084
130		LA ATALAYA	ILEGIBLE	631807.987	687555.734
131		LA ATALAYA	7198248	637571.075	687571.075
132		LA ATALAYA	9215409	631849.574	687555.718
133	2017100417	LA ATALAYA	719856	631890.043	687574.345
134		LA ATALAYA	ILEGIBLE	631918.328	687566.891
135		LA ATALAYA	ILEGIBLE	631916.889	687596.259
136		LA ATALAYA	7198272	631949.156	687600.017
137		LA ATALAYA	ILEGIBLE	631958.843	687647.395
138		LA ATALAYA	ILEGIBLE	631980.563	687672.061
139	2017100417	LA ATALAYA	ILEGIBLE	632002.717	687685.967
140		LA ATALAYA	ILEGIBLE	632053.392	687669.572
141		LA ATALAYA	ILEGIBLE	632029.670	687693.399
142		LA ATALAYA	7199210	632022.950	687745.050
143		LA ATALAYA	7199236	632029.300	687775.099

174	LA ATALAYA	ILEGIBLE	632749.771	688479.611
175	LA ATALAYA	ILEGIBLE	632752.337	688443.870
176	LA ATALAYA	ILEGIBLE	632752.337	688443.870

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 39. Zona Urbana 10. Barrio Chapinero.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

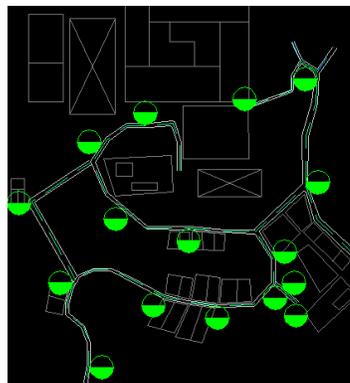
- 1341684

Tabla 19. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 10.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
178	1341684	CHAPINERO	5019575	631683.314	687550.073
179		CHAPINERO	7198124	631670.065	687601.968
180		CHAPINERO	7202134	631650.583	687621.051
181		CHAPINERO	7202156	631640.295	687609.861
182		CHAPINERO	7199040	631606.065	687620.988

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 40. Zona Urbana 11. Barrio el Hospital.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

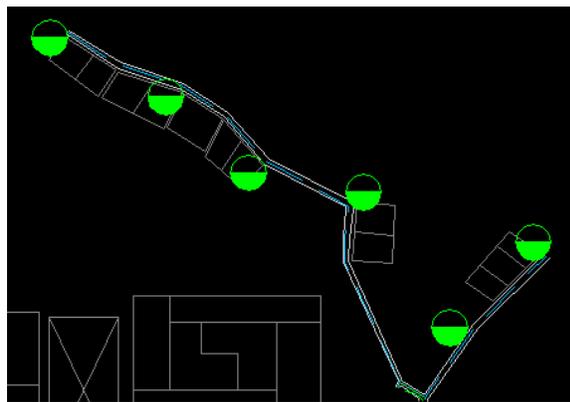
- 4600030834

Tabla 20. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 11.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
155	4600030834	EL HOSPITAL	7198621	631737.997	687764.013
156		EL HOSPITAL	7198850	631767.737	687769.461
157		EL HOSPITAL	7198841	631776.425	687749.764
158		EL HOSPITAL	ILEGIBLE	631815.410	687751.916
159		EL HOSPITAL	ILEGIBLE	631827.124	687739.265
160		EL HOSPITAL	ILEGIBLE	631829.656	687751.395
161		EL HOSPITAL	ILEGIBLE	631804.931	687775.883
162		EL HOSPITAL	7198779	631827.417	687790.490
163		EL HOSPITAL	7198752	631822.197	687834.886
169		EL HOSPITAL	7198795	631769.820	687783.322
170		EL HOSPITAL	ILEGIBLE	631741.773	687800.469
171		EL HOSPITAL	7198655	631777.421	687834.564
172		EL HOSPITAL	7198647	631751.899	687833.953
173		EL HOSPITAL	7198787	631703.862	687799.093

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 41. Zona Urbana 12. Barrio Villa Adelaida.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 4600030834

Tabla 21. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 12.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
164	4600030834	VILLA ADELAIDA	ILEGIBLE	631850.771	687880.499
165		VILLA ADELAIDA	ILEGIBLE	631907.225	687950.130
166		VILLA ADELAIDA	9762027	631805.712	687906.673
167		VILLA ADELAIDA	8564230	631775.926	687921.752
168		VILLA ADELAIDA	9762043	631730.112	687953.968

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 42. Zona Urbana 13. Barrio Villa Alicia.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

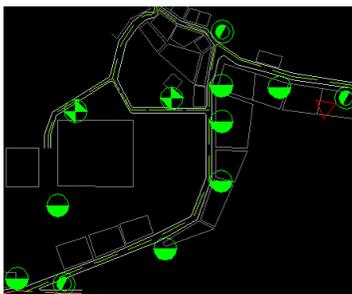
- 2017100417

Tabla 22. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 13.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
144	2017100417	VILLA ALICIA	8801177	631836.685	687595.747
145		VILLA ALICIA	9215409	631854.957	687570.618
146		VILLA ALICIA	8801169	631861.301	687603.247
147		VILLA ALICIA	7202121	631828.086	687625.062
148		VILLA ALICIA	8801185	631846.049	687621.933
149		VILLA ALICIA	8801186	631846.049	687621.933
150		VILLA ALICIA	5019213	631818.402	687642.324
151		VILLA ALICIA	9215417	631793.216	687673.555
152		VILLA ALICIA	9215425	631780.533	687688.157
153		VILLA ALICIA	9215433	631750.607	687699.255
154		VILLA ALICIA	7198612	631738.859	687726.942

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 43. Zona Urbana 14. Barrio Pueblo Nuevo.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 4600030834
- 1341684

Tabla 23. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 14.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
193	4600030834	PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	631591.078	687670.557
194		PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	631607.938	687695.396
195		PUEBLO NUEVO	7198027	631673.111	687732.027
196		PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	631686.837	687715.659
197		PUEBLO NUEVO	7198035	631725.516	687705.206
198		PUEBLO NUEVO	7198558	631667.054	687719.963
199	1341684	PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	631648.579	687703.780
200		PUEBLO NUEVO	7198574	631663.044	687688.297
201	4600030834	PUEBLO NUEVO	7198591	631673.531	687660.792
202		PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	631652.506	687640.218

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 44. Zona Urbana 15. Barrio la Cadena.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 5124016

Tabla 24. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 15.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
183	5124016	LA CADENA	7199031	631561.099	687589.709
184		LA CADENA	ILEGIBLE	631520.702	687588.734
185		LA CADENA	7202237	631518.933	687632.953
186		LA CADENA	ILEGIBLE	631552.433	687648.911
187		LA CADENA	7198051	631534.064	687668.107
188		LA CADENA	7198043	631565.738	687687.747
189		LA CADENA	7198001	631577.890	687744.453
190		LA CADENA	7198922	631594.693	687761.922
191		LA CADENA	7198989	631572.825	687753.323
192		LA CADENA	ILEGIBLE	631624.883	687748.944

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 45. Zona Urbana 16. Barrio el Centro.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 5078243
- 2015091423
- 5124016

Tabla 25. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 16.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
207	5078243	EL CENTRO	ILEGIBLE	631500.771	687691.876
208		EL CENTRO	ILEGIBLE	631510.203	687720.789
209		EL CENTRO	ILEGIBLE	631529.161	687753.188
210		EL CENTRO	7197853	631515.901	687744.092
211		EL CENTRO	7197985	631488.340	687759.287
212		EL CENTRO	ILEGIBLE	631448.568	687777.255
213		EL CENTRO	7197756	631449.501	687791.335
214		EL CENTRO	7198302	631441.369	687745.288
215		EL CENTRO	ILEGIBLE	631460.792	687702.731
216	2015091423	EL CENTRO	7197934	631459.890	687691.673
217	5124016	EL CENTRO	7197870	631518.866	687761.567

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 46. Zona Urbana 17. Barrio el Jardín.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- **5078243**
- **2018090069**

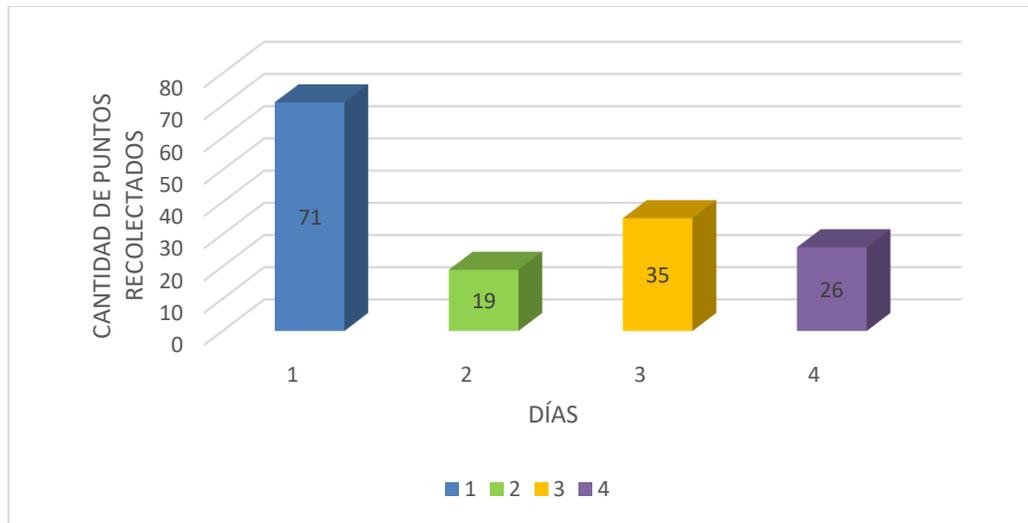
Tabla 26. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona urbana 17.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
218	5078243	EL JARDÍN	8694338	631421.209	687768.718
219		EL JARDÍN	7197713	631399.597	687761.925
220		EL JARDÍN	1596951	631376.932	687744.296
221	2018090069	EL JARDÍN	1596977	631330.019	687704.611
222		EL JARDÍN	9215450	631312.479	687684.819
223		EL JARDÍN	9215476	631266.948	687657.078
224		EL JARDÍN	9215484	631252.043	687669.043
225		EL JARDÍN	8854360	631263.908	687705.900
226		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631265.076	687714.453
227		EL JARDÍN	8854351	631280.710	687707.449
228		EL JARDÍN	7198442	631324.775	687759.804
229		EL JARDÍN	7198434	631359.185	687750.668
230		EL JARDÍN	7201079	630994.702	687783.313
231		EL JARDÍN	ILEGIBLE	630989.002	687761.299
232		EL JARDÍN	ILEGIBLE	630996.618	687722.990
233		EL JARDÍN	ILEGIBLE	630973.996	687653.473
234		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631014.445	687647.962
235		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631004.193	687653.541
236		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631052.091	687667.873
237		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631110.543	687674.048
238		EL JARDÍN	7205571	631085.234	687628.552
239		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631109.936	687580.736
240		EL JARDÍN	9431667	631090.452	687551.064
241		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631049.658	687594.716
242		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631048.022	687530.257
243		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631160.505	687562.387
244		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631150.841	687603.676
245		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631175.831	687593.303
246		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631185.342	687636.847
247		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631188.269	687654.764
248		EL JARDÍN	7197748	631201.074	687685.343
249		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631189.222	687693.166
250		EL JARDÍN	ILEGIBLE	631225.420	687697.448
251	EL JARDÍN	ILEGIBLE	631245.935	687713.857	
252	EL JARDÍN	ILEGIBLE	631221.633	687731.860	
253	EL JARDÍN	ILEGIBLE	631369.547	687795.062	

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

La Gráfica 4 corresponde a la cantidad de puntos eléctricos encontrados durante 1 semana, resultando un promedio de 71 puntos levantados el día 1, 19 puntos levantados el día 2, 35 puntos levantados el día 3, 26 puntos el día 4 y totalizando un valor de 151 luminarias en los centros poblados de la zona rural, en donde el 76.57% utilizan tecnología de vapor de sodio a alta presión.

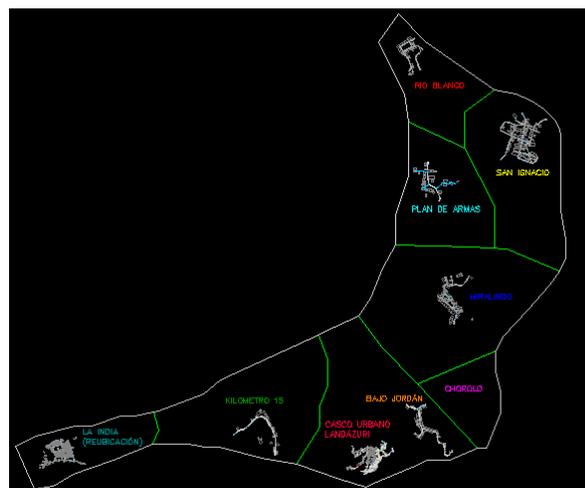
Gráfica 4. Puntos levantados por día durante una semana en los centros poblados de la zona rural de Landázuri.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

En la zona rural del municipio de Landázuri se presentan 18 centros de distribución abarcando 7 centros poblados, uno por cada corregimiento, que se encuentran delimitados de la siguiente manera:

Figura 47. Corregimientos del municipio de Landázuri.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Los lugares que connotan la palabra “ILEGIBLE” son espacios donde obtener el punto físico y/o coordenada fue imposible debido a que se encuentra eliminada la nomenclatura o el lugar de acceso fue complicado.

La zona rural se compone principalmente de los siguientes centros de distribución, ubicados en los centros poblados de cada corregimiento:

Figura 48. Zona Rural 1. Corregimiento de Bajo Jordán.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 7854498
- 3004492

Tabla 27. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 1.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
72	7854498	BAJO JORDAN	ILEGIBLE	638408.355	686881.781
73		BAJO JORDAN	7221619	638413.780	686925.244
74		BAJO JORDAN	7221801	638408.891	686968.757
75		BAJO JORDAN	7854455	638366.228	687094.032
76		BAJO JORDAN	7854455	638366.228	687094.032
77	3004492	BAJO JORDAN	9212558	638290.292	687138.998
78		BAJO JORDAN	7754421	638256.957	687147.432
79		BAJO JORDAN	9212566	638219.128	687158.252
80		BAJO JORDAN	7221703	638206.360	687129.218
81		BAJO JORDAN	7221703	638190.027	687101.981
82		BAJO JORDAN	7854404	638191.862	687172.965
83		BAJO JORDAN	7221614	638168.829	687202.357

84	BAJO JORDAN	7854391	638189.400	687210.476
85	BAJO JORDAN	9269304	638172.078	687240.213
86	BAJO JORDAN	7854382	638177.662	687263.775
87	BAJO JORDAN	7221592	638178.156	687305.974
88	BAJO JORDAN	7318014	638162.251	687332.765
89	BAJO JORDAN	7221576	638137.134	687349.069
90	BAJO JORDAN	7221568	638124.283	687355.377

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 49. Zona Rural 2. Corregimiento del Kilómetro 15.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

El corregimiento del kilómetro 15 no presenta número de centro de distribución debido a que el transformador se encuentra en una zona de muy difícil acceso por ende obtener su nomenclatura fue inaccesible.

Tabla 28. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 2.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
63	-	KILOMETRO 15	9264698	625693.168	691863.638
64		KILOMETRO 15	5444462	625715.195	691883.621
65		KILOMETRO 15	ILEGIBLE	625739.321	691860.053
66		KILOMETRO 15	ILEGIBLE	625753.904	691823.531
67		KILOMETRO 15	ILEGIBLE	625774.200	691786.504
68		KILOMETRO 15	7562314	625790.921	691756.288
69		KILOMETRO 15	7562322	625814.687	691693.180
70		KILOMETRO 15	7562381	625785.227	691610.611
71		KILOMETRO 15	ILEGIBLE	ILEGIBLE	ILEGIBLE

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 50. Zona Rural 3. Corregimiento de la India (La Reubicación).



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende los siguientes centros de distribución:

- 5559961
- 2018050132
- 5559952

Tabla 29. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 3.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
1	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0340	602086.968	685160.522
2		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602214.481	685173.826
3		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602214.481	685173.826
4		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602217.737	685157.360
5		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560063	602251.925	685165.340
6		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602183.477	685147.535
7		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560209	602139.980	685137.841
8		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5500241	602110.340	685095.522
9		LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0336	602041.467	685108.521
10		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602001.708	685103.587
11		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560233	602086.123	685091.500
12		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560225	602064.110	685078.711
13		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560250	602149.139	685119.026
14		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560021	602216.797	685122.092
15		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560030	602271.494	685133.021

16		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560047	602303.902	685162.779
17		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559961	602221.519	685094.167
18		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559987	602329.112	685107.547
19		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559995	602337.655	685079.666
20		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560004	602298.763	685067.548
21		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602234.265	685060.213
22		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560187	602192.617	685032.650
23	2018050132	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602185.616	685048.263
24		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602185.616	685048.263
25		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602174.604	685066.632
26		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560195	602166.318	685031.499
27		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560179	602127.745	685027.599
28		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560179	602127.745	685027.599
29	5559952	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560152	602084.335	685053.282
30		LA INDIA (REUBICACIÓN)	1661710	601929.555	684847.976
31		LA INDIA (REUBICACIÓN)	1664701	601989.652	684868.754
32		LA INDIA (REUBICACIÓN)	1664702	601989.652	684868.754
33		LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961219	602034.636	684876.423
34		LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961235	602121.248	684902.443
35		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602137.368	684997.435
36		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559880	602167.333	685002.389
37		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559901	602203.187	685012.953
38		LA INDIA (REUBICACIÓN)	9924540	602230.591	685018.345
39		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602229.004	685056.666
40		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559910	602248.835	685023.019
41		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559628	602290.517	685030.904
42		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559839	602322.990	685023.038
43		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559847	602295.095	685000.990
44		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559952	602263.314	684994.854
45		LA INDIA (REUBICACIÓN)	9215590	602242.517	684986.747
46	2018050132	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961243	602176.469	684911.273
47		LA INDIA (REUBICACIÓN)	7837283	602295.998	684929.648
48		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602295.998	684929.648
49		LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961286	602264.796	684953.399
50		LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559812	602362.796	684979.476
51		LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961316	602412.849	684909.805
52		LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961324	602469.336	684894.316
53		LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	602596.726	684829.791
54		LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961375	602654.586	684772.405

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 51. Zona Rural 4. Corregimiento de Miralindo.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 5471664

Tabla 30. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 4.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
105	5471664	MIRALINDO	5116279	637888.826	698559.896
106		MIRALINDO	3110252	637886.924	698503.932
107		MIRALINDO	5471966	637813.317	698501.257
108		MIRALINDO	5116198	637772.471	698524.998
109		MIRALINDO	5471761	637873.699	698478.226
110		MIRALINDO	5471664	637885.444	698428.918
111		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
112		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
113		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
114		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
115		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
116		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
117		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
118		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
119		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630
120		MIRALINDO	S.P.	637913.661	698435.630

121	MIRALINDO	5116448	637951.556	698415.255
122	MIRALINDO	5116457	637945.221	698409.236
123	MIRALINDO	5116457	637945.221	698409.236
124	MIRALINDO	ILEGIBLE	637897.770	698469.836
125	MIRALINDO	5110503	637949.397	698351.561

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 52. Zona Rural 5. Corregimiento de Plan de Armas.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 8092061

Tabla 31. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 5.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
91	8092061	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637943.345	704823.312
92		PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637897.896	704830.386
93		PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637981.570	704812.939
94		PLAN DE ARMAS	8092061	637948.694	704790.314
95		PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637969.376	704782.591
96		PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637969.376	704782.591
97		PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637985.633	704797.934
98		PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637985.633	704797.934

99	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637929.287	704778.492
100	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637942.056	704740.431
101	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	637970.936	704736.764
102	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	638009.247	704730.654
103	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	638009.247	704730.654
104	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	638038.686	704770.099

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Zona Rural 6. Corregimiento de San Ignacio.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 8751675

Las coordenadas UTM en el corregimiento de San Ignacio son ilegibles debido a que la zona se encuentra muy alejada del punto de red de wifi y señal de telefonía, por este motivo el obtener su referencia geográfica es ilegible.

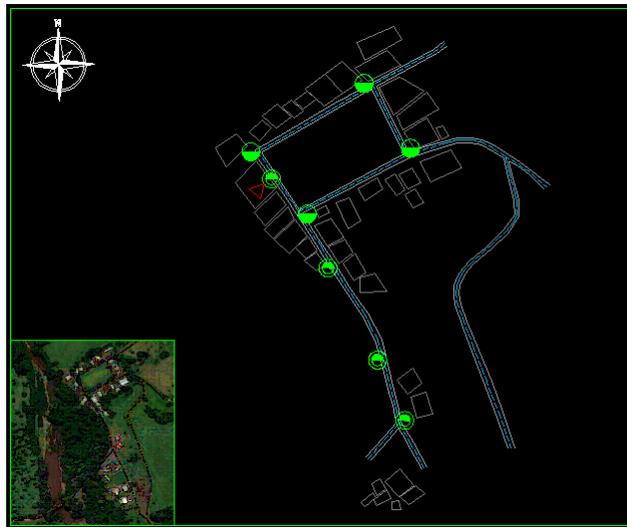
Tabla 32. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 6.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
126	8751675	SAN IGNÁCIO	ILEGIBLE	ILEGIBLE	ILEGIBLE
127		SAN IGNÁCIO	8751686	ILEGIBLE	ILEGIBLE
128		SAN IGNÁCIO	8709483	ILEGIBLE	ILEGIBLE
129		SAN IGNÁCIO	8754781	ILEGIBLE	ILEGIBLE
130		SAN IGNÁCIO	8751675	ILEGIBLE	ILEGIBLE

131	SAN IGNÁCIO	8754811	ILEGIBLE	ILEGIBLE
132	SAN IGNÁCIO	8754756	ILEGIBLE	ILEGIBLE
133	SAN IGNÁCIO	8754667	ILEGIBLE	ILEGIBLE
134	SAN IGNÁCIO	8754764	ILEGIBLE	ILEGIBLE
135	SAN IGNÁCIO	8754621	ILEGIBLE	ILEGIBLE
136	SAN IGNÁCIO	8751560	ILEGIBLE	ILEGIBLE
137	SAN IGNÁCIO	8961631	ILEGIBLE	ILEGIBLE
138	SAN IGNÁCIO	8754616	ILEGIBLE	ILEGIBLE
139	SAN IGNÁCIO	ILEGIBLE	ILEGIBLE	ILEGIBLE
140	SAN IGNÁCIO	8754632	ILEGIBLE	ILEGIBLE
141	SAN IGNÁCIO	8754589	ILEGIBLE	ILEGIBLE
142	SAN IGNÁCIO	8754721	ILEGIBLE	ILEGIBLE
143	SAN IGNÁCIO	8754683	ILEGIBLE	ILEGIBLE
144	SAN IGNÁCIO	8754713	ILEGIBLE	ILEGIBLE
145	SAN IGNÁCIO	8754705	ILEGIBLE	ILEGIBLE
146	SAN IGNÁCIO	8754659	ILEGIBLE	ILEGIBLE
147	SAN IGNÁCIO	8709475	ILEGIBLE	ILEGIBLE

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Figura 53. Zona Rural 7. Corregimiento de Rio Blanco.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Comprende el siguiente centro de distribución:

- 4261623

Las coordenadas UTM en el corregimiento de Rio Blanco son ilegibles debido a que la zona se encuentra muy alejada del punto de red de wifi y señal de telefonía, por este motivo el obtener su referencia geográfica es ilegible.

Tabla 33. Georreferenciación asociada a los puntos eléctricos de la zona Rural 7.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
148	4261623	RÍO BLANCO	ILEGIBLE	ILEGIBLE	ILEGIBLE
149		RÍO BLANCO	ILEGIBLE	ILEGIBLE	ILEGIBLE
150		RÍO BLANCO	1242215	ILEGIBLE	ILEGIBLE
151		RÍO BLANCO	ILEGIBLE	ILEGIBLE	ILEGIBLE

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

10. ESTRUCTURACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Se estructuró una base de datos cualitativa y cuantitativa con el fin de caracterizar cada uno de los puntos eléctricos recolectados en la georreferenciación; la base de datos contiene los siguientes elementos:

1. Numero de luminaria (Diseñador).
2. Numero de CD.
3. Barrio.
4. Punto físico.
5. Potencia de la luminaria.
6. Tecnología existente.
7. Material del poste.
8. Altura del poste.
9. Ancho de calzada.
10. Ancho de andén 1.
11. Ancho de andén 2.
12. Coordenadas UTM en X.
13. Coordenadas UTM en Y.

Donde cada uno de los anteriores puntos, describe lo siguiente:

1. Número de luminaria: Se refiere al número asignado por el diseñador del proyecto para referenciar el punto eléctrico de la luminaria con respecto a la evidencia fotográfica tomada y vista en el

Anexo 2.

2. Número de CD: Se refiere al código único asignado para el transformador o centro de distribución.

3. Barrio: Se refiere a la división territorial del casco urbano del municipio de Landázuri.

4. Punto físico: Código o numeración única que se asigna al poste. Este se ubica de forma longitudinal a la estructura.
5. Potencia de la luminaria: Es la potencia en vatios asignada al tipo de tecnología que está siendo utilizada actualmente por el sistema de iluminación.
6. Tipo de Tecnología actual: Tecnología utilizada por la luminaria existente.
7. Material del poste: Se utiliza para determinar el material con el cual está fabricado el poste.
8. Altura del poste: Determina la altura del poste existente.
9. Ancho de calzada: Es el ancho en metros (m) de la calzada vehicular medida entre los extremos de los andenes en una vía determinada.
10. Ancho de andén: Es el ancho en metros (m) del andén peatonal medida entre los extremos del andén en una vía determinada.
12. Coordenadas UTM (X, Y): Es la coordenada UTM tanto en X como en Y de una posición geográfica, ejemplo los puntos eléctricos en los mapas de georreferenciación.

Con el fin de realizar el proceso de adquisición de datos de una manera conjunta, ordenada y eficaz se estructuró un formato de base de datos como se muestra en la Tabla 34.

Tabla 34. Formato para la toma de datos.

ELEMENTO	CASILLAS PARA RELLENAR SEGÚN LA INFORMACIÓN RECOLECTADA
# DE LUMINARIA (DISEÑADOR)	Casilla para rellenar
CENTRO DE DISTRUBICÓN CD	Casilla para rellenar
BARRIO (ZONA URBANA)	Casilla para rellenar
PUNTO FÍSICO (POSTE)	Casilla para rellenar
POTENCIA DE LA LUMINARIA (W)	Casilla para rellenar
TECNOLOGÍA EXISTENTE	Casilla para rellenar
MATERIAL DEL POSTE	Casilla para rellenar
ALTURA DEL POSTE (m)	Casilla para rellenar
ANCHO DE LA CALZADA (m)	Casilla para rellenar
ANCHO DEL ANDEN (m)	Casilla para rellenar
COORDENADA EN X (UTM)	Casilla para rellenar

COORDENADA EN Y (UTM)	Casilla para rellenar
-----------------------	-----------------------

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

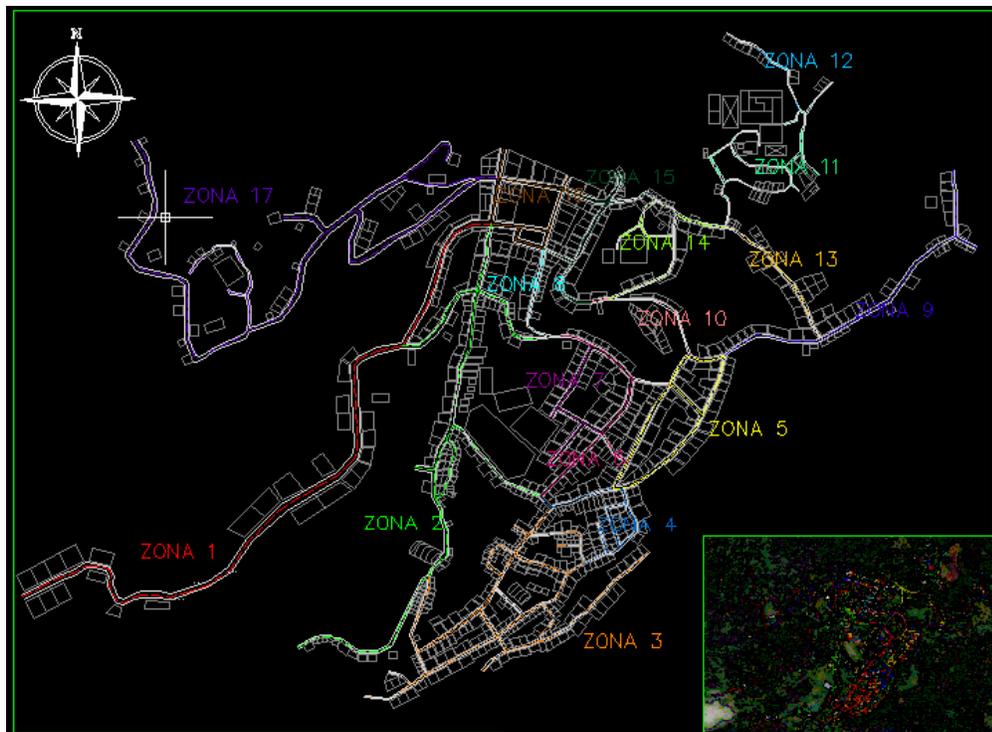
En el caso de recolección de datos, fue necesario utilizar el formato de forma transpuesta, es decir, cada una de las filas se transformó en una columna debido al alto volumen de datos para la verificación y digitación de los mismos.

10.1. Resultado de la identificación visual y recopilación de datos de la zona urbana y rural del municipio de Landázuri Santander.

En el periodo de tiempo de este estudio se realizó el levantamiento de hasta 86 puntos durante jornadas de 8 horas para la zona urbana en un periodo de 5 días. Mientras que para la zona rural se realizaron entre 19 y 71 puntos durante 4 días. Cada medición varió dependiendo del clima y otras circunstancias propias de la zona.

Tan pronto se obtuvo la caracterización específica se logró determinar con mayor precisión los datos obtenidos. Además, se realizó una división del casco urbano en 17 zonas para determinar luminarias y centros de distribución con mayor detalle.

Figura 54. División de la zona urbana por barrios en Landázuri.

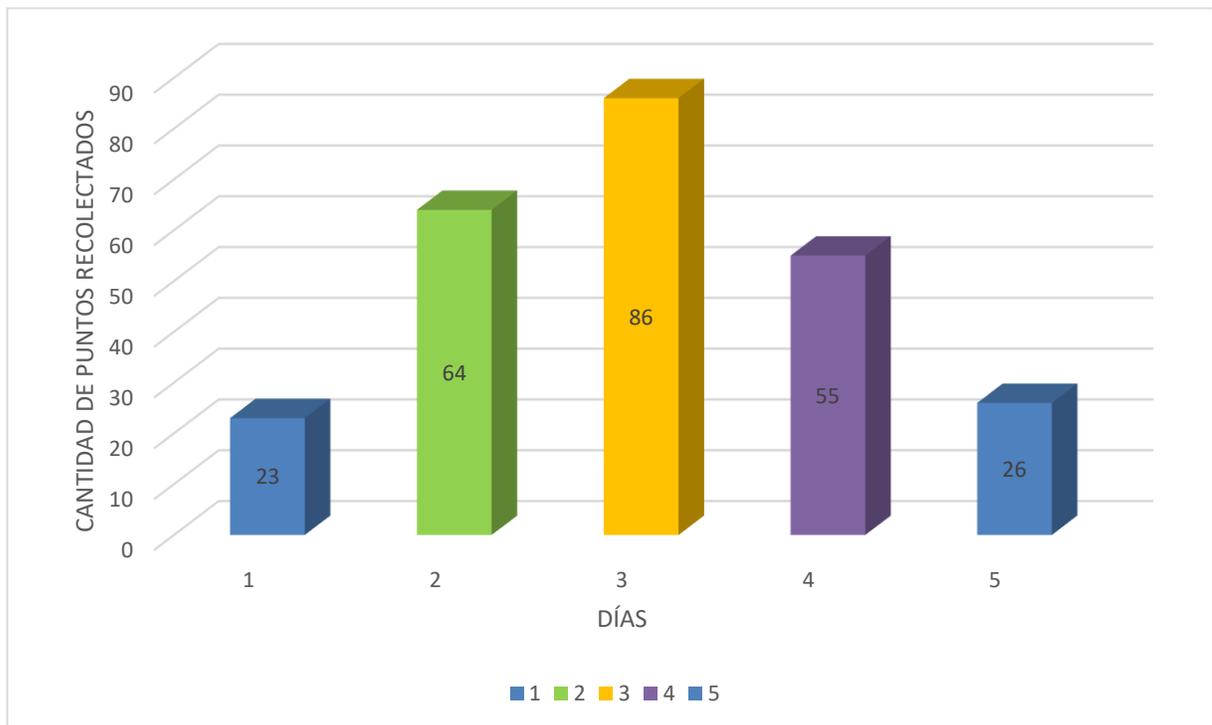


FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

La división del área urbana en cuatro zonas permite que, mediante una toma de datos global, se puedan hacer análisis más específicos y por lo tanto menos robustos, esto a su vez significa una mayor claridad y facilidad de manipular los datos obtenidos para los estudios pertinentes para este proyecto.

En la Gráfica 5 se muestra los datos recolectados durante un periodo de 5 días.

Gráfica 5. Puntos levantados durante 5 días en la zona urbana de Landázuri.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

En promedio se adquiere la información de 50 puntos eléctricos cada día, con la excepción del primer y quinto día que se recolectaron en promedio 24 puntos, en la zona urbana, arrojando un valor total de 254 luminarias, donde 96 corresponden a tecnología de vapor de sodio, 129 corresponden a tecnología LED, 5 corresponden a metal halide y 24 son se encuentran en reparación, esta información es mostrada en la Tabla 35.

Tabla 35. Cantidad de luminarias por tecnología existente.

TECNOLOGIA EXISTENTE	CANTIDAD DE LUMINARIAS
Sodio	96
Led	129
Metal halide	5
En reparación	24
TOTAL	254

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Además, se determinaron una cantidad de 17 centros de distribución, los cuales tienen asociados un total de luminarias como lo muestra

Tabla 36.

Tabla 36. Cantidad de luminarias para cada centro de distribución CD.

#	NÚMERO CD	CANTIDAD DE LUMINARIAS
1	7008951	6
2	1411776403	12
3	5084594	22
4	2016021330	27
5	4600030833	21
6	7009113	0
7	1841681	4
8	4600030838	21
9	5123984	6
10	5124016	9
11	1341684	23
12	2017100417	25
13	4600030834	27
14	4600030835	0
15	5078243	12
16	2015091423	5
17	2018090069	34

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

A continuación, se muestra un fragmento de la base de datos realizada en Excel, correspondiente a cada uno de los puntos eléctricos asociados a los 17 centros de

distribución que se encuentran en el área urbana del municipio, para observar la base de datos completa ver Anexo 4.

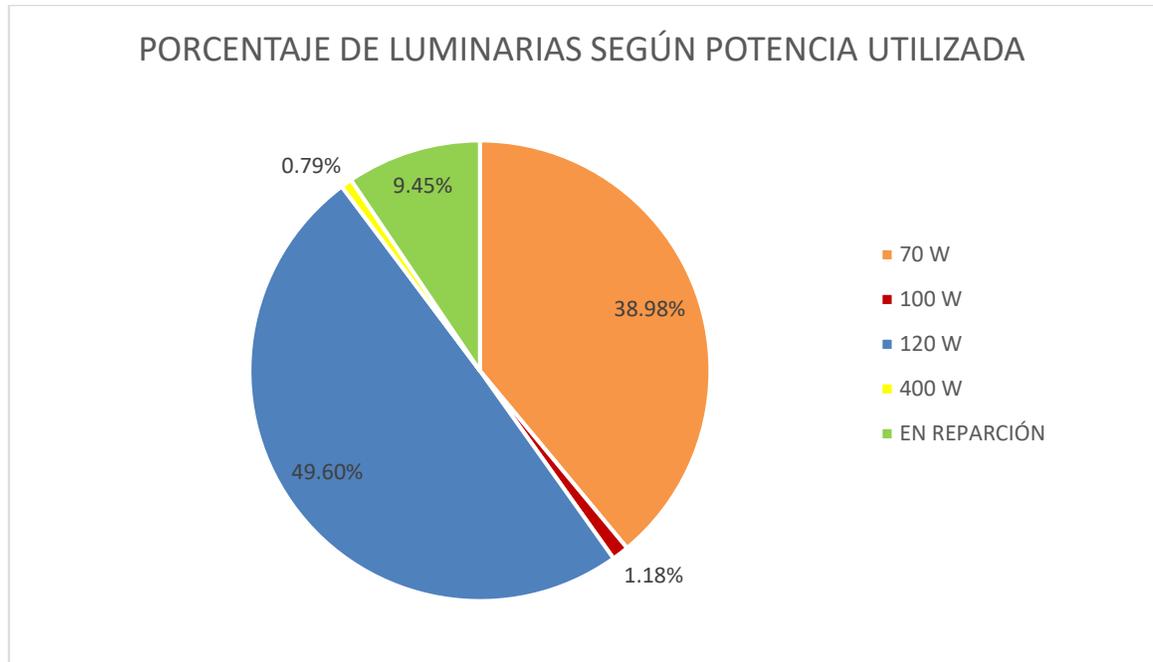
Tabla 37. Base de datos del alumbrado público, casco urbano, Landázuri.

#	NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	POTENCIA LUMINARIA	TECNOLOGÍA EXISTENTE	MATERIAL DEL POSTE	ALTURA	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
1	7008951	EL PROGRESO	7200722	70W	SODIO	CONCRETO	8	630840.084	687233.905
2	7008951	EL PROGRESO	7197705	70W	SODIO	CONCRETO	12	630939.430	687267.957
3	7008951	EL PROGRESO	7200927	70W	SODIO	CONCRETO	8	630951.821	687218.050
4	7008951	EL PROGRESO	7200937	70W	SODIO	CONCRETO	8	630978.326	687227.322
5	7008951	EL PROGRESO	ILEGIBLE	70W	SODIO	CONCRETO	8	631087.045	687266.998
6	1411776403	EL PROGRESO	ILEGIBLE	70W	SODIO	CONCRETO	8	631122.303	687293.316
7	1411776403	EL PROGRESO	7197691	120W	LED	CONCRETO	12	631137.757	687316.899
8	1411776403	EL PROGRESO	7196693	120W	LED	CONCRETO	8	631168.719	687340.333
9	1411776403	EL PROGRESO	9265422	70W	SODIO	ALUMINIO	8	631200.732	687374.493
10	1411776403	EL PROGRESO	7208995	70W	SODIO	CONCRETO	8	631215.366	687366.787
11	1411776403	EL PROGRESO	7208987	120W	LED	CONCRETO	8	631233.070	687379.651
12	1411776403	EL PROGRESO	7208979	70W	SODIO	CONCRETO	8	631255.790	687388.621
13	1411776403	EL PROGRESO	7208944	120W	LED	CONCRETO	8	631267.234	687413.890
14	1411776403	EL PROGRESO	7209029	70W	SODIO	CONCRETO	8	631256.698	687480.090
15	1411776403	EL PROGRESO	7209037	70W	SODIO	CONCRETO	8	631270.512	687523.717
16	1411776403	EL PROGRESO	7197641	70W	SODIO	CONCRETO	12	631285.661	687517.744
17	1411776403	EL PROGRESO	7209070	70W	SODIO	CONCRETO	8	631333.362	687554.004
18	5084594	LAS BRISAS	7199856	70W	SODIO	CONCRETO	8	631378.113	687582.112
19	5084594	LAS BRISAS	7197524	70W	SODIO	CONCRETO	12	631390.938	687619.804
20	2015091423	EL PROGRESO	7199619	70W	SODIO	CONCRETO	8	631369.238	687651.964
21	2015091423	EL PROGRESO	7199597	120W	LED	CONCRETO	8	631388.263	687687.532
22	2015091423	EL PROGRESO	7199589	120W	LED	CONCRETO	8	631411.671	687704.426
23	2015091423	EL PROGRESO	7199520	120W	LED	CONCRETO	8	631433.988	687711.663
24	5084594	LAS BRISAS	7197608	120W	LED	CONCRETO	12	631427.133	687675.090
25	5084594	LAS BRISAS	7199503	120W	LED	CONCRETO	8	631424.749	687662.813
26	5084594	LAS BRISAS	7197616	120W	LED	CONCRETO	12	631413.035	687625.676

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Una vez se realiza la verificación de los datos se tiene la distribución porcentual según la potencia utilizada, como se puede observar en la Gráfica 6.

Gráfica 6. Distribución porcentual de luminarias en la zona urbana.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

La distribución porcentual arrojó lo siguiente:

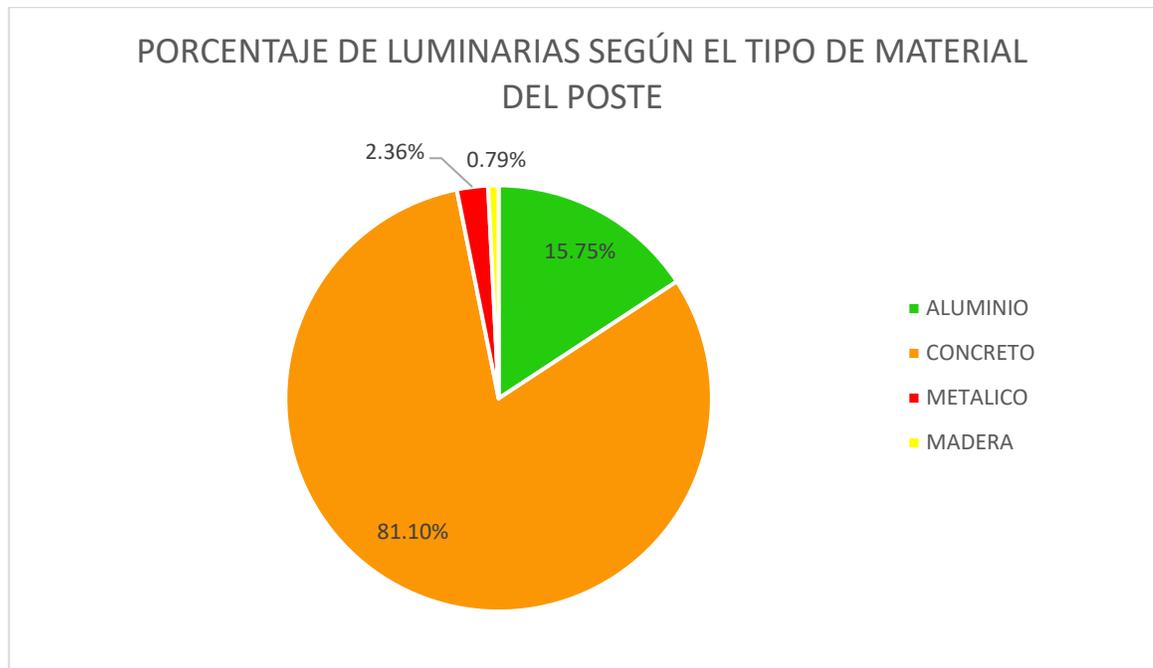
- 99 unidades de luminarias de Sodio de 70 W correspondientes al 38,98 % del total.
- 3 unidades de luminarias de luz LED de 100 W correspondientes al 1,18 % del total.
- 126 unidades de luminarias de luz LED de 120 W correspondientes al 49,60 % del total.
- 2 unidades de luminarias de metal halide de 400 W correspondiente al 0,79 % del total.
- 24 unidades de luminarias luz LED en reparación que corresponden al 9,45 % del total.

El total de potencia consumida en vatios es de 26030 W, y teniendo en cuenta que las luminarias trabajan un promedio de 12 horas durante 30 días en los 12 meses del año, esto representa un consumo de energía 112,45 MJ cada año.

Además, se observa que casi el 50% de la tecnología utilizada por las luminarias corresponde a tecnología led.

A continuación, la Gráfica 7 muestra la distribución porcentual del material de los postes correspondientes al sistema actual de alumbrado público.

Gráfica 7. Distribución porcentual del material de los postes.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

La distribución porcentual arrojó lo siguiente:

- 40 unidades de luminarias en poste de aluminio que corresponde al 15.75 % del total.
- 206 unidades de luminarias en poste de concreto que corresponde al 81.1 % del total.
- 6 unidades de luminarias en poste metálico que corresponde al 2.36 % del total.
- 2 unidades de luminarias en poste de madera que corresponde al 0.79 % del total.

Aproximadamente el 82% de las luminarias del sistema de alumbrado público del municipio se encuentran apoyadas en postes con una base en concreto con una altura de 8 metros.

A continuación, se muestra un fragmento de la base de datos del sistema de alumbrado público de los centros poblados de cada uno de los corregimientos del municipio de Landázeni Santander, para ver la base de datos completa ver Anexo 5.

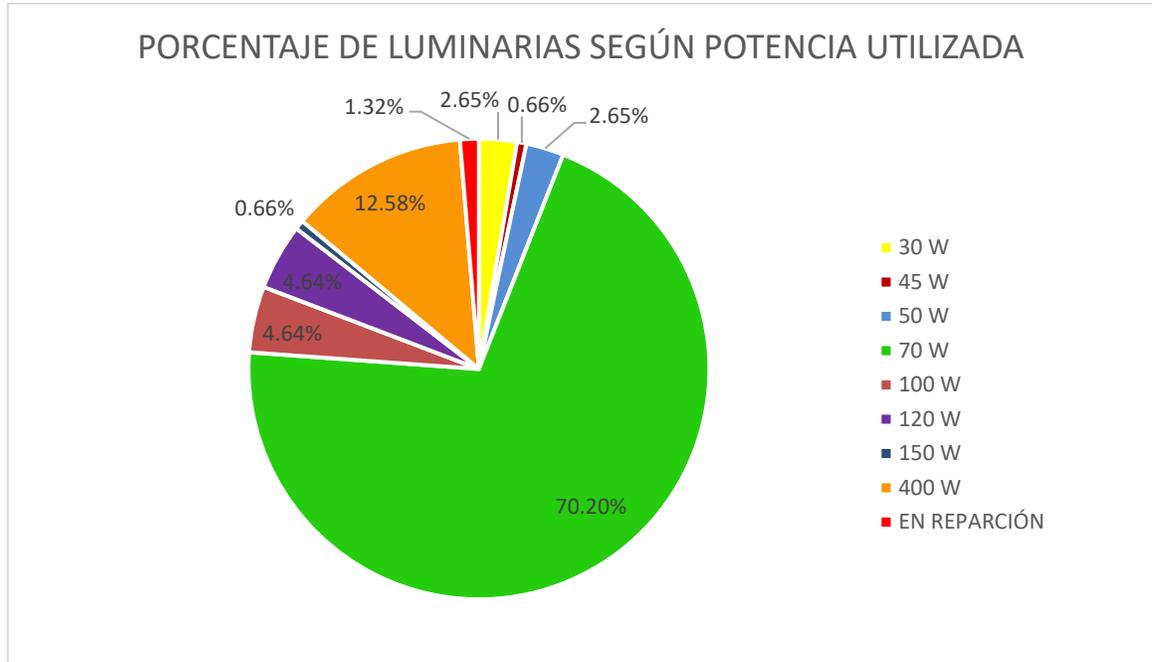
Tabla 38. Base de datos del alumbrado público, zona rural, Landázuri.

#	NÚMERO CD	CORREGIMIENTO	PUNTO FÍSICO	POTENCIA LUMINARIA	TECNOLOGÍA EXISTENTE	MATERIAL DEL POSTE	ALTURA	COORDENADA EN X (UTM)	COORDENADA EN Y (UTM)
1	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0340	70W	SODIO	CONCRETO	8	602086.968	685160.522
2	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	SODIO	CONCRETO	8	602214.481	685173.826
3	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	SODIO	CONCRETO	8	602214.481	685173.826
4	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	SODIO	CONCRETO	8	602217.737	685157.360
5	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560063	70W	SODIO	CONCRETO	8	602251.925	685165.340
6	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	SODIO	CONCRETO	8	602183.477	685147.535
7	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560209	70W	SODIO	CONCRETO	8	602139.980	685137.841
8	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5500241	400W	REFLECTOR METAL HALIDE	CONCRETO	8	602110.340	685095.522
9	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0336	70W	SODIO	CONCRETO	8	602041.467	685108.521
10	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	45W	FLOURESCENTE (CFL)	CONCRETO	8	602001.708	685103.587
11	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560233	70W	SODIO	CONCRETO	8	602086.123	685091.500
12	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560225	100W	INCANDESCENTE	CONCRETO	8	602064.110	685078.711
13	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560250	70W	SODIO	CONCRETO	8	602149.139	685119.026
14	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560021	70W	SODIO	CONCRETO	8	602216.797	685122.092
15	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560030	70W	SODIO	CONCRETO	8	602271.494	685133.021
16	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560047	70W	SODIO	CONCRETO	8	602303.902	685162.779
17	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559961	70W	SODIO	CONCRETO	12	602221.519	685094.167
18	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559987	70W	SODIO	CONCRETO	8	602329.112	685107.547
19	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559995	70W	SODIO	CONCRETO	8	602337.655	685079.666
20	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560004	70W	SODIO	CONCRETO	8	602298.763	685067.548
21	5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	SODIO	CONCRETO	8	602234.265	685060.213

FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Una vez se realiza la verificación de los datos se tiene la distribución porcentual según la potencia utilizada en la zona rural, como se puede observar en la Gráfica 8.

Gráfica 8. Distribución porcentual de luminarias en la zona rural.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

La distribución porcentual arrojó lo siguiente:

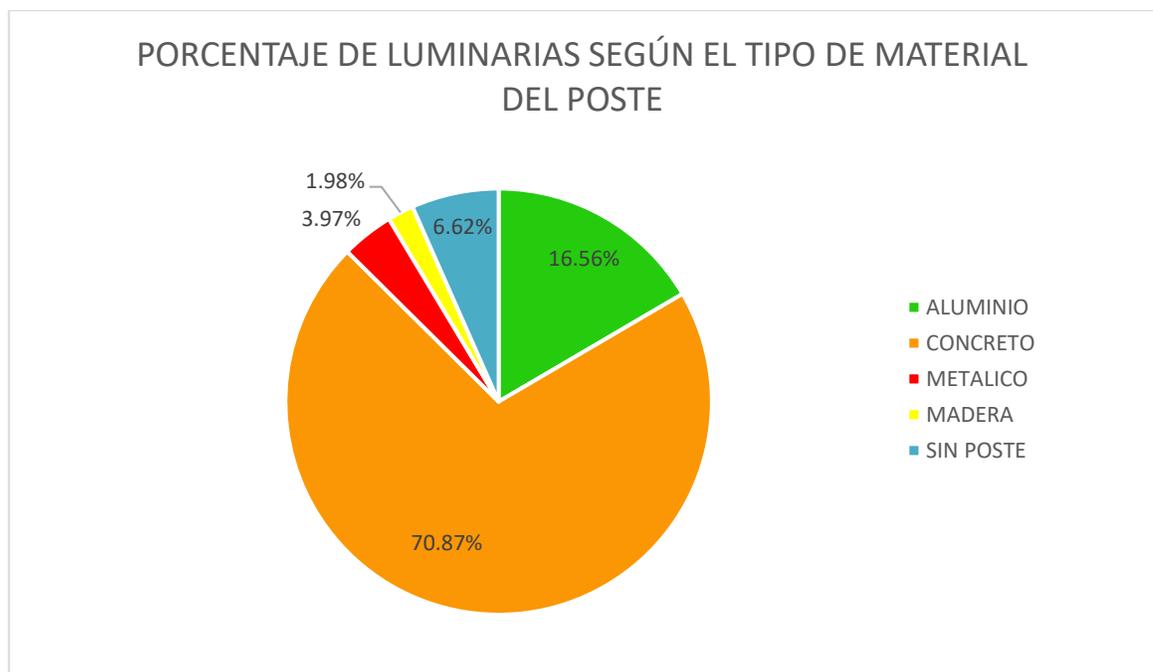
- 4 unidades de luminarias de luz LED de 30 W correspondientes al 2,65 % del total.
- 1 unidad de luminaria fluorescente (CFL) de 45 W correspondientes al 1,18 % del total.
- 4 unidades de luminarias de luz LED de 50 W correspondientes al 49,60 % del total.
- 106 unidades de luminarias de sodio de 70 W correspondiente al 0,79 % del total.
- 7 unidades de luminarias entre luz LED e incandescentes de 100 W correspondiente al % del total.
- 7 unidades de luminarias de luz LED de 120 W correspondiente al % del total.
- 1 unidad de luminaria luz LED de 150 W correspondiente al % del total.
- 19 unidades de luminarias de vapor de sodio a alta presión de 400 W correspondiente al % del total.
- 2 unidades de luminarias en reparación que corresponden al 9,45 % del total.

El total de potencia consumida en vatios es de 17215 W, y teniendo en cuenta que las luminarias trabajan un promedio de 12 horas durante 30 días en los 12 meses del año, esto representa un consumo de energía 74,37 MJ cada año.

Además, se observa que el 70% de la tecnología utilizada por las luminarias corresponde a tecnología vapor de sodio.

A continuación, la Gráfica 9 muestra la distribución porcentual del material de los postes correspondientes al sistema actual de alumbrado público.

Gráfica 9. Distribución porcentual del material de los postes.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

La distribución porcentual arrojó lo siguiente:

- 25 unidades de luminarias en poste de aluminio que corresponde al 16.56 % del total.
- 107 unidades de luminarias en poste de concreto que corresponde al 70.87 % del total.
- 6 unidades de luminarias en poste metálico que corresponde al 3.97 % del total.
- 3 unidades de luminarias en poste de madera que corresponde al 1.98 % del total.

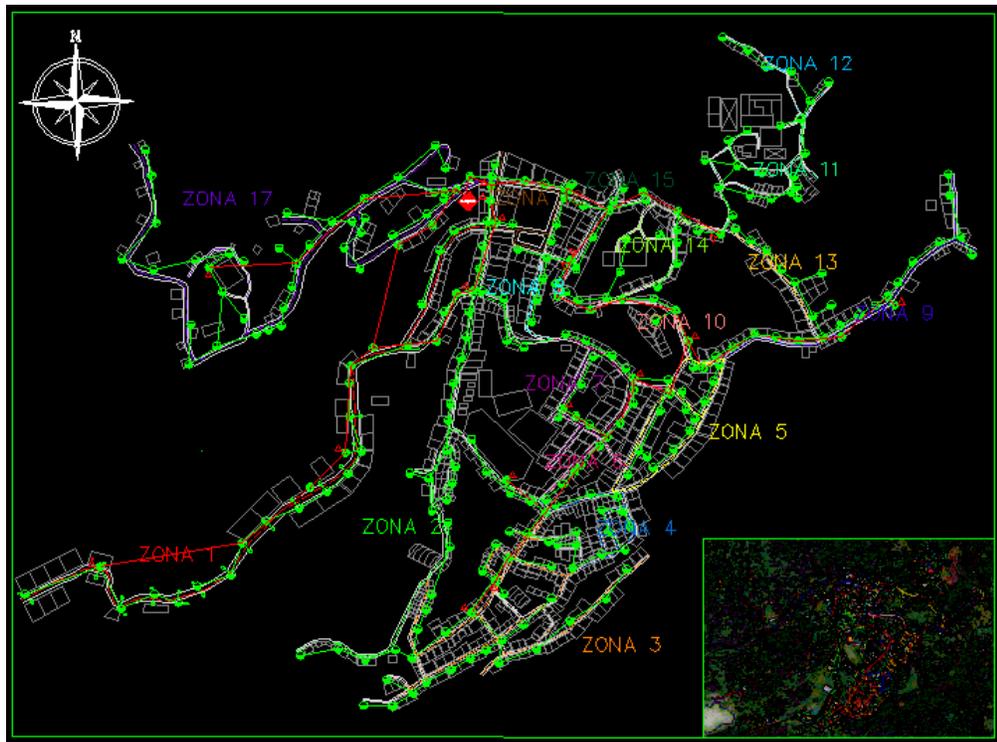
- 10 unidades de luminarias sin poste (S.P.) que corresponde al 6.62 % del total.

Aproximadamente el 70 % de las luminarias del sistema de alumbrado público del municipio se encuentran apoyadas en postes con una base en concreto a una altura de 8 metros.

11. DISEÑO DEL PLANO ELÉCTRICO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS ZONAS URBANA Y RURAL DEL MUNICIPIO

A continuación, se presentan los esquemas ramales de media y baja tensión realizados en AutoCAD (ver Anexo 6), correspondientes al casco urbano del municipio de Landázuri Santander y las configuraciones correspondientes usadas en el diseño del plano eléctrico.

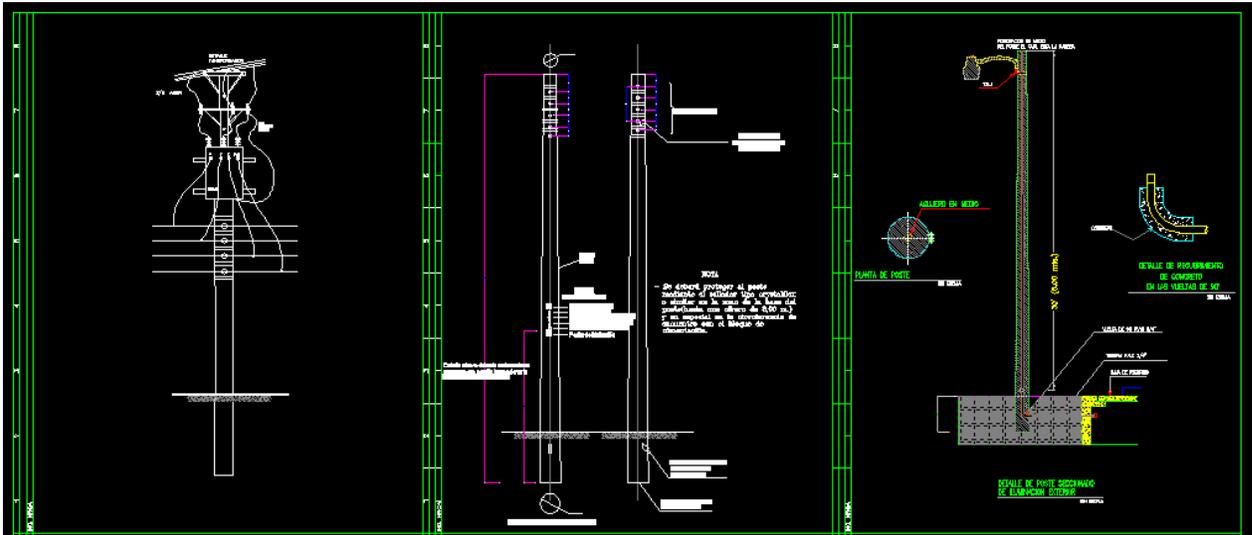
Ilustración 2. Plano eléctrico actual del sistema de alumbrado público del casco urbano.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

En la Ilustración 3 se presenta la configuración de los postes de iluminación y los postes de suspensión de las redes de media y baja tensión.

Ilustración 3. Esquemas de postes de suspensión de red de media y baja tensión y alumbrado público.



FUENTE. Villamizar E. Dimas, Autor.

Debido a que el diseño del plano eléctrico para la zona rural fue realizado de la misma manera que el de la zona urbana se omitió en este apartado y se puede observar con más detalle en el **Anexo 6**.

12. CLASIFICACIÓN DE LA ILUMINACIÓN PERTINENTE SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS DEL MUNICIPIO

Para realizar el diseño fotométrico, es necesario clasificar las vías según lo estipula la norma. En el capítulo 5, sección 510.1 del RETILAP, se clasifican las vías teniendo en cuenta factores como la velocidad de circulación, el tránsito de vehículos, la descripción de la vía (autopista, carretera, vía principal o secundaria).

Teniendo en cuenta estos factores, la vía recibe una determinada clase de iluminación que va desde la M1 (la cual es una vía con grandes requerimientos lumínicos), hasta M5 (una vía con pocos requerimientos lumínicos).

Para determinar las clases de iluminación en las vías vehiculares existentes en el municipio de Landázuri se tuvieron en cuenta medios como las señalizaciones de tránsito, e información recolectada en la alcaldía sobre las velocidades máximas que pueden darse en las calles del casco urbano y centros poblados.

Toda vía caracterizada con estas dos variables se les asignará un tipo de iluminación conforme a la Tabla 39.

Tabla 39. Clases de iluminación para vías vehiculares.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	$V > 80$	Muy importante	$T > 1000$
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	$60 < V < 80$	Importante	$500 < T < 1000$
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	$30 < V < 60$	Media	$250 < T < 500$
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	$V < 30$	Reducida	$100 < T < 250$
M5	Vías secundarias	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	$T < 100$

FUENTE. (RETILAP, 2010)

Según las condiciones previamente estipuladas y bajo las características de la Tabla 39, se determina que en el municipio de Landázuri solo existen dos tipos de vías, la M4 las cuales son vías primarias o colectoras con velocidades menores a los 30 Km/h y la M5 las cuales son vías secundarias de doble calzada con velocidades muy reducidas equivalentes al paso de un peatón.

En las calles del casco urbano se identificaron que la única vía tipo M4 es la vía nacional, como se muestra en la Figura 55, que atraviesa los barrios, la Cadena, Chapinero y la Atalaya, el resto de calles son consideradas de tipo M5 debido a que son vías de uso peatonal y de uso vehicular pequeño, todas de doble carril y doble acera como se muestra en la Figura 56.

Figura 55. Fotografía satelital vía nacional Landázuri-Colombia.



FUENTE. Google Maps.

Figura 56. Calle doble vía del barrio el Morro Landázuri Colombia.



FUENTE. Fotografía, Villamizar E. Dimas, Autor.

Para las vías con tráfico de peatones y ciclistas concurrentes se debe garantizar que los mismos puedan distinguir la textura y diseño del pavimento la configuración de bordillos, escalones marcas y señales; adicionalmente debe ayudar a evitar agresiones al transitar por estas vías. En la Tabla 40 se presentan las siete clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales.

Tabla 40. Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.

DESCRIPCIÓN DE LA CALZADA	CLASE DE ILUMINACIÓN
Vías de muy elevado prestigio urbano.	P1
Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas.	P2
Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas.	P3
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes.	P4
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.	P5
Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente	P6
Vías en donde únicamente se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias.	P7

FUENTE. (RETILAP, 2010)

Conocidas las características de las vías y sus requerimientos visuales, se deberá asignar la clase de iluminación necesaria. A cada clase de iluminación se le establecen los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo, los cuales se condensan en la Tabla 41. para luminancia, cuando este es el criterio aplicado.

Los valores son para piso seco.

Tabla 41. Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada.

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L prom (cd/m ²) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U _o Mínimo	Incremento de umbral TI % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia UI Mínimo	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2.0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R.	N.R.
M5	0,6	0,4	15	N.R.	N.R.

FUENTE. (RETILAP, 2010)

NR: No requerido.

Es por tanto necesario considerar en el diseño de iluminación los factores de depreciación luminosa incidentes en los parámetros anteriores, los cuales se condensan en un solo resultado final conocido como el Factor de Mantenimiento (FM).

En la Tabla 42 se asocian las clases de iluminación los valores de luminancia que se deben satisfacer en los distintos tipos de vías peatonales.

Tabla 42. Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal.

Clase de iluminación	Iluminancia Horizontal (luxes)	
	Valor promedio	Valor mínimo
P1	20,0	7,5
P2	10,0	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,2
P7	No aplica	No aplica

FUENTE. (RETILAP, 2010)

Los valores antes presentados son niveles mínimos de iluminación exigidos por la norma, criterios que debe cumplir un sistema de iluminación alumbrado público para el aprovechamiento de la iluminación emitida por cada luminaria.

12.1. Elección del nivel exigido de luminancia e iluminancia en el sistema de alumbrado público.

De acuerdo con los tipos de vías de cada municipio, los sistemas de alumbrado público se deben diseñar y construir con los valores fotométricos de la Tabla 43. El diseño de iluminación debe considerar no solamente las calzadas vehiculares, sino las ciclorrutas y los andenes adyacentes, como componente del espacio público.

Tabla 43. Requisitos mínimos de iluminación para vías con ciclorrutas y andenes adyacentes.

Tipo de vía	Calzadas vehiculares				Ciclo-rutas adyacentes		Relación de alrededores		
	L prom cd/m ²	Uo ≥ %	UI ≥ %	TI ≤ %	Eprom luxes	Uo ≥ %	Eprom luxes	Uo ≥ %	SR %
M1	2,0	40	50	10	20	40	13	33	50
M2	1,5	40	50	10	20	40	10	33	50
M3	1,2	40	50	10	15	40	9	33	50
M4	0,8	40	N.R.	15	10	40	6	33	N.R.
M5	0,6	40	N.R.	15	7,5	40	5	33	N.R.

FUENTE. (RETILAP, 2010)

Donde:

- Lprom es la luminancia promedio mínima mantenida.
- Lo es la uniformidad general.
- UI es la uniformidad longitudinal
- TI es la restricción del deslumbramiento.

- Eprom es la iluminancia promedio.
- N.R. no requerido.

12.2. Elección de la configuración básica de los puntos de iluminación para el sistema de alumbrado público del municipio.

Al iniciar un diseño de iluminación es necesario conocer las disposiciones que tiene el municipio que, para los diferentes operadores de servicios públicos, en cuanto a la localización de los postes y redes de energía, así como la red de alumbrado público, respecto al costado donde deben colocarse en la malla vial local, y si existe alguna restricción para la colocación de los postes exclusivos de alumbrado público en la malla arterial tanto principal como complementaria.

La localización de las luminarias en la vía está relacionada con su patrón de distribución, con el ancho de la vía (W), con los requerimientos lumínicos de la vía, con la altura de montaje (H) de las luminarias, con el perfil de la vía, la proximidad a redes de AT, MT (en donde se deberán cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE y zonas de servidumbres), líneas férreas, mobiliario urbano, etc.

Aparte de estas consideraciones, la altura de montaje se relaciona con las facilidades para el mantenimiento y el costo de los apoyos. La Inter distancia de localización de los postes de alumbrado (S) será la que resulte del estudio fotométrico de iluminación de la vía y primará sobre la distancia de ubicación de los elementos del mobiliario urbano (árboles, sillas, canecas para basura, bolardos, ciclo parqueos, etc.).

Las Inter distancias sólo se deben disminuir debido a obstáculos insalvables, como por ejemplo sumideros de alcantarillas, rampas de acceso a garajes existentes, interferencia con redes de servicios públicos existentes y que su modificación resulte demasiado onerosa comparada con el sobre costo que representa el incremento del servicio de alumbrado público, etc.

Se debe buscar obtener Inter distancias más elevadas mediante la utilización secuencial de las siguientes alternativas:

- Escoger la luminaria más apropiada.
- Calibrar el reglaje de la luminaria para aumentar su dispersión.
- Aumentar la inclinación de la luminaria (pasando de 0° hasta 20°).
- Utilizar brazos con mayor longitud y por tanto de mayor alcance.
- Aumentar la longitud del brazo para que el avance de la luminaria sobre la calzada sea mayor.

Conocidas las características de las vías y las propiedades fotométricas de las luminarias, el diseñador deberá aplicar la configuración que mejor resuelva los requerimientos de iluminación, podrá tener en cuenta la recomendación de la siguiente tabla tomada de la NTC 900:

Tabla 44. Recomendación para disposición de luminarias.

Clase de Iluminación	Altura (m)	Relación S/H	Disposición de las luminarias	
			Criterio	Disposición
M1	12 - 14	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M2	10 - 12	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M3	8,5 - 10	3,5 - 4	Ancho de la calzada menor	Unilateral
M4	7 - 9	3,5 - 4	Unilateral	
M5	6	3,5 - 4	A criterio del diseñador	

FUENTE. (RETILAP, 2010)

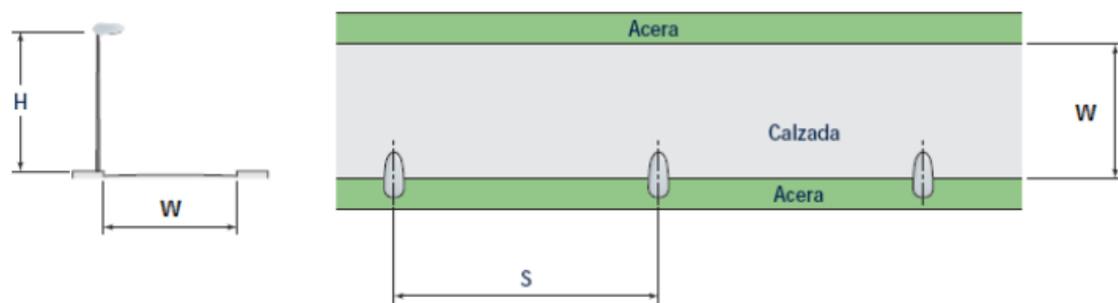
Postes exclusivos de alumbrado público de doble propósito. Debido a la disposición multipropósito de algunos proyectos en los que se contemplan vías especiales para el tráfico de vehículos, así como las vías peatonales y las ciclo-rutas, es necesario minimizar el uso de postes y apoyos para el alumbrado público. Por un lado, sirve para iluminar la calzada vehicular y, por otro lado, a igual o menor altura, sirven para colocar las luminarias del andén peatonal o la ciclo-ruta.

a) Disposición unilateral

Es una disposición donde todas las luminarias se instalan a un solo lado de la vía.

El diseñador debe utilizar la luminaria más apropiada que cumpla con los requisitos fotométricos exigidos para las alturas de montaje, Inter distancia y menor potencia eléctrica requerida.

Figura 57. Disposición unilateral.



FUENTE. (RETILAP, 2010)

12.3. Cálculos de luminancia.

Para los cálculos de luminancia se tienen en cuenta tres características, el factor especular **S1** y **S2** los cuales representan el grado de reflexión de una superficie de carretera, y el coeficiente reducido de luminancia **Qo** conocido también como el grado de claridad de la superficie. Cuando no es posible obtener las mediciones reales de estos valores para la superficie de la calzada se estiman unas características normalizadas que vienen dadas en la Tabla 45.

Tabla 45. Clasificación de la superficie según factor S1.

Clase	Variación S1	S1	S2	Qo	Reflexión
R1	$S1 < 0,42$	0,25	1,53	0,1	Casi difusa
R2	$0,42 \leq S1 < 0,85$	0,58	1,8	0,07	Difuso especular
R3	$0,85 \leq S1 < 1,35$	1,11	2,38	0,07	Ligeramente especular
R4	$S1 \geq 1,35$	1,55	3,03	0,08	Especular

FUENTE. (RETILAP, 2010)

También es fundamental determinar el tipo de superficie mediante un patrón con el que posteriormente pueden llevarse a cabo cálculos de luminancia, esto a través de la Tabla 46.

Tabla 46. Designación aproximada de superficies en las clases típicas

Clase	Características de la superficie
R1	Superficies de asfalto con un mínimo del 15% de materiales abrillantadores o materiales artificiales claros o al menos con un 30% de anortositas muy brillantes. Superficies que contienen gravas que cubran más del 80 % de la superficie de la calzada, y las gravas constan de gran cantidad de material claro, o de abilladores o están compuestas al 100% de anortositas muy brillantes. Superficies de calzada de hormigón de concreto
R2	Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales. Superficies asfálticas (pavimentos bituminosos que contienen el 10% al 15 % de abrilladores artificiales. Hormigón bituminosos grueso y rugoso, rico en gravas (más del 60 %) de tamaños mayores a 10 mm. Asfalto mastico después de ser tratado. Se conoce también como asfalto mastico en estado nuevo.
R3	Revestimiento en hormigón bituminoso (asfalto frío, asfalto cemento) con tamaño de grava superior a 10 mm, con textura rugosa. Superficies tratadas con textura rugosa pero pulimentada.
R4	Asfalto mastico después de varios meses de uso. Superficies con textura bastante suave o pulimentada

FUENTE. (RETILAP, 2010)

Salvo que se especifique lo contrario para el revestimiento asfáltico de la calzada, se debe utilizar la matriz **R3** de la CIE **Qo= 0,07** que corresponde al tipo de pavimento que se considera más usado en Colombia.

12.4. Campo de cálculo de iluminación en la vía.

El campo de cálculo, también llamado malla se determinará a través del área típica de la calzada que relacione al peatón (aceras) y al conductor (vías). Este campo se muestra en la Figura 58.

Figura 58. Campo del cálculo de iluminación para vía.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

El cálculo de iluminación se realiza entre cada una de las luminarias, que para el caso de la Ilustración 15 se encuentran encerradas en una circunferencia amarilla. Estas luminarias delimitan un área la cual describe el perfil único para la vía.

12.5. Posición del observador para la medición.

- 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.
- La edad del observador elegido es de una persona promedio de 23 años.

13. DISEÑO FOTOMÉTRICO EN DIALUX

Para realizar el diseño fotométrico del sistema de alumbrado público del municipio, primero se dividió las zonas urbana y rural en dos perfiles de vías según la clasificación de vía seleccionada en el apartado anterior, luego con la ayuda del software de simulación DIALux 4.13 según la norma RETILAP sección 520.2, se evaluarán los resultados luminotécnicos soportados en las tablas de la norma y bajo los siguientes parámetros se determinará cada uno de los perfiles de vía.

1. Nombre: PERFIL DE VIA #1

En la descripción de la Figura 59 se indica el tipo de vía seleccionado y la relación que tiene los barrios del casco urbano con respecto al perfil de vía #1 del municipio de Landázuri, la norma estándar seleccionada es la CIE 140/ EN 13201.

Figura 59. Datos generales del perfil de vía #1.

The image shows a software window with three tabs: 'General', 'Método del plan de mantenimiento', and 'Organización'. The 'General' tab is active. It contains the following fields:

- Nombre:** A text box containing 'PERFIL DE VIA #1'.
- Descripción:** A text area containing the text: 'ESTE PERFIL HACE REFERENCIA A LA VIA NACIONAL, TIPO DE VIA M4, CORRESPONDIENTE A LA VIA QUE ATRAVIESA LOS BARRIOS LA CADENA, CHAPINERO Y ATALAYA DEL MUNICIPIO DE LANDAZURI SANTANDER.'
- Estándar:** Two radio buttons. The first is selected and labeled 'CIE 140 / EN 13201'. The second is unselected and labeled 'IESNA RP-8-00'.

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

2. Factor de mantenimiento: 0.91

Las condiciones de conservación y mantenimiento de la instalación de iluminación configuran un parámetro de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado público, denominado factor de mantenimiento de la instalación FM y debe calcularse con la metodología adoptada de la IESNA (Illuminating Engineering Society of North América) que considera la valoración de ocho efectos, cuyo producto dará como resultado el factor de mantenimiento de la instalación de alumbrado público (FM).

El análisis de cada uno de estos efectos dará como resultado un valor que puede ser uno (1), si las condiciones son óptimas y menor que 1 si las condiciones no son favorables.

El factor de mantenimiento está dado por:

$$FM = FE * DLB * Fb$$

En donde:

- FM: Es el factor de mantenimiento de la instalación.
- FE: Es la depreciación de la luminaria por ensuciamiento.
- DLB: Es la depreciación por descendimiento del flujo luminoso de la bombilla.
- Fb: Es el factor de balasto.

El factor DLB está dado dependiendo el tipo de fuente luminosa con que se diseñe, para este caso esta fuente es LED y su valor se toma como 1.

El factor de balasto (Fb) (también para driver, se asumen como igual a 1, debido a que no se encuentra normalizado y por qué los fabricantes de balastos no suministran en sus documentos técnicos este valor.

La depreciación de la iluminación por ensuciamiento FE se da de acuerdo a los periodos máximos para realizar la limpieza del conjunto óptico de luminarias y del factor de ensuciamiento de las Luminarias, Según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el período de limpieza utilizado como se muestran en la Tabla 47 y la Tabla 48.

Tabla 47. Periodos máximos para realizar limpieza del conjunto óptico de luminarias.

Categoría		Nivel de partículas	Periodo de limpieza (meses)
I	Ambientes poco polucionados	< 80 µg/m ³	36 o cambio de bombilla
II	Ambientes medianamente polucionados	80 – 150 µg/m ³	24
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	150 – 300 µg/m ³	12
		300 – 400 µg/m ³	6
IV	Ambientes excesivamente polucionados	400 – 600 µg/m ³	6
		> 600 µg/m ³	3

FUENTE. (RETILAP, 2010)

Dicho esto, el periodo de limpieza del conjunto óptico de la luminaria es de 24 meses, categoría II, es decir un ambiente medianamente polucionados con un nivel de partículas entre los 80 y 150 µg/m³.

Tabla 48. Factores de ensuciamiento de las luminarias, según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el período de limpieza utilizado.

9	Nivel de contaminación	Índice de hermeticidad (IP) de la luminaria	Periodo, en meses, de limpieza del conjunto óptico de la luminaria	Factor de Ensuciamiento FE
Avenidas en el centro de algunas ciudades (*)	IV	6X (a)	6	0,91
		6X (b)	6	0,93
M2 y M3	III	6X (a)	12	0,91
		6X (b)	12	0,93
M4 y P1 a P3	II	6X (a)	24	0,89
		6X (b)	24	0,91
M5, P4 a P7 y parques	I	6X (a)	36 o cambio de la bombilla	0,90
		6X (b)		0,95

FUENTE. (RETILAP, 2010)

Notas: (a) - Cierre del conjunto óptico mediante ganchos u otros elementos que cumplan esa función.

(b) - Conjunto óptico completamente sellado.

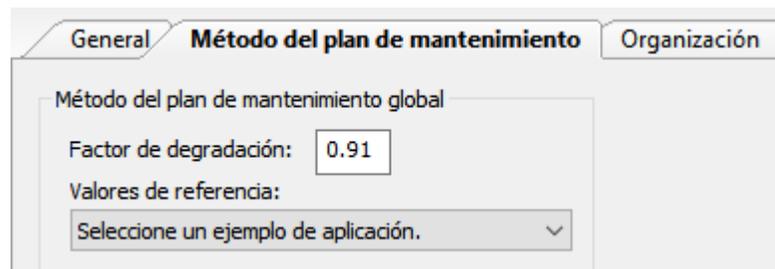
(*) - Para avenidas del centro de algunas ciudades con categorías de contaminación I o II el factor de ensuciamiento es el mismo, pero con un periodo de limpieza cada 12 meses.

El factor FE es de 0.91 con un nivel de contaminación II para un tipo de vía M4 y tipo de iluminación P1 a P3.

Entonces el factor de mantenimiento es el siguiente:

$$FM = 0.91 * 1 * 1 = 0.91$$

Figura 60. Factor de mantenimiento o factor de degradación.

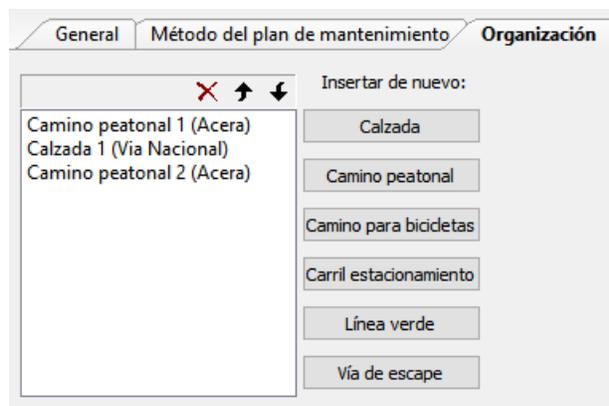


FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3. Organización del perfil de vía #1:

El perfil de vía #1 se compone de la calzada vehicular y dos caminos peatonales (aceras), la organización de la vía permite tener una visión clara sobre la jerarquía de diseño y las respectivas características físicas de las aceras y de la calzada a iluminar.

Figura 61. Organización del perfil de vía #1.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.1. Camino peatonal 1:

En la Figura 62 se presentan las dimensiones del camino peatonal 1, en metros y con tipo de superficie en pavimento.

Figura 62. Características del camino peatonal 1.

General	Superficies
Nombre:	Camino peatonal 1 (Acera)
Anchura:	1.000 m
Altura:	0.200 m

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.2. Calzada vehicular:

En la Figura 63 se evidencia las características físicas de la calzada principal la cual consta de un ancho de 8 metros y dos carriles de vía.

Figura 63. Características generales de la calzada (vía nacional).

General	Pavimento	Observador	Superficies
Nombre:	Calzada 1 (Via Nacional)		
Anchura:	8.000 m		
Cantidad de carriles de vía:	2		
<input type="checkbox"/>	Calle de sentido único		

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.2.1. Pavimento:

En el capítulo 12 se habló sobre las características del tipo de pavimento, el factor especular y el grado de claridad el cual fue determinado a partir de la Tabla 45 y la Tabla 46, siendo $Q_0=0.07$ y el tipo de pavimento clase R3.

Figura 64. Elección de parámetros para designación de superficie.

The screenshot shows the 'Pavimento' (Pavement) tab in the software interface. It contains two rows of settings. The first row is for the main pavement, with a dropdown menu set to 'R3' and a text box for 'q0' containing '0.070'. The second row is for 'Pavimento para uniformidad con calzada mojada' (Pavement for uniformity with wet pavement), with a dropdown menu set to 'W3' and a text box for 'q0' containing '0.200'. The tabs 'General', 'Observador', and 'Superficies' are visible at the top.

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.2.2. Promedio de edad del observador: 23 años

Según la norma del RETILAP se deben cumplir las características de un observador de 23 años para la simulación del diseño fotométrico en DIALux como se especificó en la sección [12.5](#) de este proyecto.

Figura 65. Designación del observador.

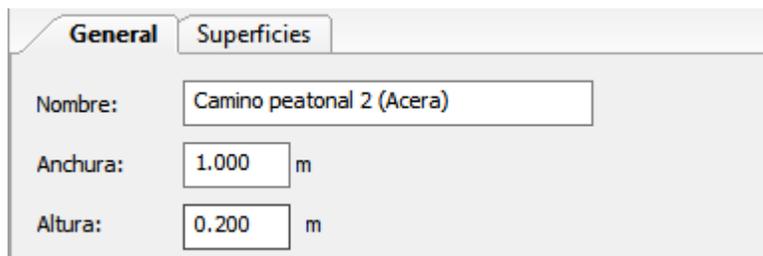
The screenshot shows the 'Observador' (Observer) tab in the software interface. On the left, there is a list box containing 'Observador 1' (highlighted) and 'Observador 2'. To the right, the 'Promedio de edad del observador:' (Average age of the observer:) is set to '23' in a text box, followed by the unit 'Años'. At the bottom, the 'Posición del observador:' (Observer position:) is defined by three text boxes: 'X: -60.000 m', 'Y: 2.000 m', and 'Z: 1.500 m'. The tabs 'General', 'Pavimento', and 'Superficies' are visible at the top.

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.3. Camino peatonal 2:

En la Figura 66 se presentan las dimensiones del camino peatonal 2, en metros y con tipo de superficie en pavimento.

Figura 66. Características del camino peatonal 2.



General	Superficies
Nombre:	Camino peatonal 2 (Acera)
Anchura:	1.000 m
Altura:	0.200 m

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

4. Tipo de luminaria:

En la Figura 67 se presenta la luminaria seleccionada para el análisis de perfil de vía #1 es decir el perfil diseñado para representar las vías nacionales que atraviesan los barrios del casco urbano, la atalaya, la cadena y chapinero, también los centros poblados de los corregimientos, el Kilómetro 15 y Bajo jordán.

Figura 67. Schröder Avento 1 / 5261 / 192 leds / 233ma / NW 740 / 141 W/430202.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

Las características generales son las siguientes:

- 192 leds.
- Corriente de alimentación 233 mA.
- Voltaje 208 – 220 voltios.
- Flujo luminoso de 22656 lm.
- Potencia de 141 W.

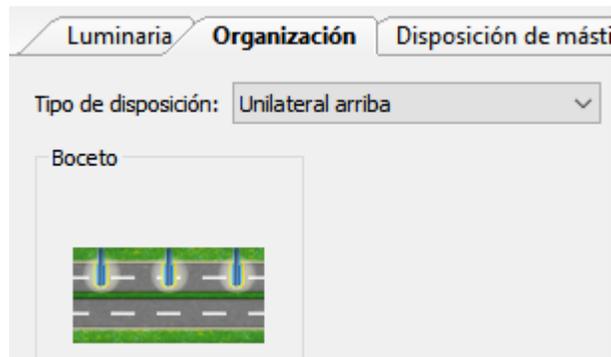
En el Anexo 7 se encuentran la hoja de características de la lámpara antes mencionada.

A continuación, se presenta el diseño fotométrico para el perfil de vía #1 con la respectiva disposición de luminarias.

4.1. Tipo de disposición:

El tipo de disposición seleccionado para el perfil de vía #1 fue unilateral arriba debido a que toda la iluminación en la vía nacional se encuentra en el andén izquierdo.

Figura 68. Disposición de luminaria sobre la vía de ambos perfiles.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

4.2. Disposición de mástiles:

La disposición del mástil en el perfil de vía #1, es fundamental para lograr un mejor equilibrio fotométrico en la vía, a continuación, se presentan las características de la disposición en mástil seleccionada:

Figura 69. Disposición de mástiles.

Luminaria	Organización	Disposición de mástiles
Altura de montaje de las luminarias:	8.000	m
Altura del punto de luz:	8.020	m
Cantidad de luminarias por mástil:	1	
Distancia entre dos mástiles:	35.000	m
Desplazamiento longitudinal:	0.000	m

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

5. Brazo de luminaria:

A continuación, se expone las especificaciones del brazo que sostiene la luminaria del perfil de vía #1, para extender de manera uniforme el rango de iluminación sobre la vía.

Figura 70. Características del brazo de la luminaria.

Organización	Disposición de mástiles	Brazo
		Longitud del brazo (a): 0.800 m
		Inclinación del brazo (b): 0.0 °
		Saliente sobre la calzada: 0.500 m
		Distancia Mástil-Calzada: 0.560 m
		Ángulos de rotación: 0.0 °

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

6. Cálculos.

En la Figura 71 se observa el simulador de cálculos del perfil de vía #1 del programa de DIALux 4.13, el cual toma las características de la vía y del tipo de luminaria expuestas en la disposición para calcular la escena, la luminancia e iluminancia del perfil.

Figura 71. Página de entrada del simulador de cálculos del software de DIALux, perfil de vía #1.

Escena	Incluir objetos	Calcular también luminarias	Calcular de forma simplificada los objetos d...
<input checked="" type="checkbox"/> PERFIL DE VIA #1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Todos Todos Todos Todos

Opciones de cálculo

Estándar (cálculo recomendado)

Muy exacto (largos tiempos de cálculo)

Aceptar Cancelar

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

Para ver los resultados de los cálculos efectuados anteriormente remítase al capítulo [14.1](#) de este documento.

A continuación, se presenta el diseño fotométrico para el perfil de vía #2 con la respectiva disposición de luminarias y los cálculos de iluminación.

1. Nombre: PERFIL DE VIA #2

En la descripción de la Figura 59 se indica el tipo de vía seleccionado y la relación que tiene los barrios del casco urbano y los centros poblados de los corregimientos con respecto al perfil de vía #2 del municipio de Landázuri, la norma estándar seleccionada es la CIE 140/ EN 13201.

Figura 72. Datos generales del perfil de vía #2.

The image shows a software interface with three tabs: 'General', 'Método del plan de mantenimiento', and 'Organización'. The 'General' tab is active. It contains the following fields:

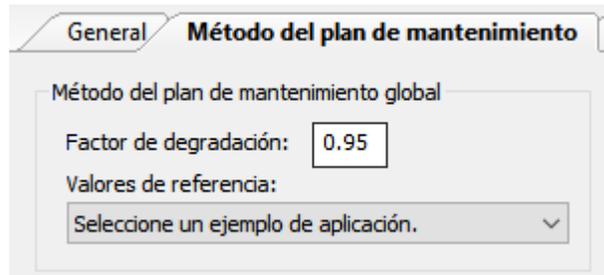
- Nombre:** A text box containing 'PERFIL DE VIA #2'.
- Descripción:** A text area containing the text: 'ESTE PERFIL HACE REFERENCIA A TODA VÍA COMÚN, TIPO DE VIA M5, CORRESPONDIENTE A LA VIA QUE ATRAVIESA LOS BARRIOS LAS BRISAS, EL PROGRESO, LAS PALMAS, ALTOS DEL JARDÍN, LA PRIMAVERA, VILLA ADELAIDA, EL HOSPITAL, VILLA ALICIA, EL CENTRO, LA MELONA, EL MORRO, EL COLEGIO, EL JARDÍN Y PUEBLO NUEVO, ADEMAS LAS'.
- Estándar:** Two radio buttons. The first is selected and labeled 'CIE 140 / EN 13201'. The second is labeled 'IESNA RP-8-00'.
- Below the standard selection, there is a dropdown menu showing 'D2' and a button labeled 'Asistente...'.

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

2. Factor de mantenimiento: 0.95

El factor de mantenimiento seleccionado para este tipo de vía es de 0.95 debido a que el tipo de vía es M5, como se muestra en la Tabla 48 a un periodo de limpieza del conjunto óptico de 36 meses como se muestra en la Tabla 47.

Figura 73. Factor de mantenimiento o factor de degradación.

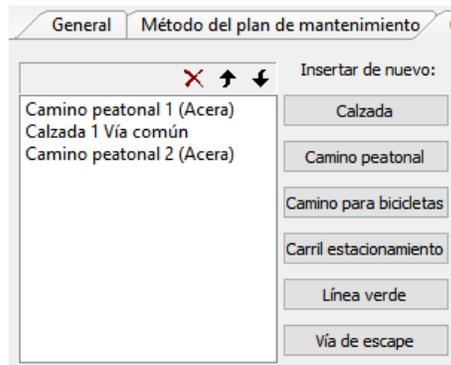


FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3. Organización del perfil de vía #2:

El perfil de vía #2 se compone de la calzada vehicular y dos caminos peatonales (aceras), la organización de la vía permite tener una visión clara sobre la jerarquía de diseño y las respectivas características físicas de las aceras y de la calzada a iluminar.

Figura 74. Organización del perfil de vía #2.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.1. Camino peatonal 1:

En la Figura 75 se presentan las dimensiones del camino peatonal 1, en metros y con tipo de superficie en pavimento.

Figura 75. Características del camino peatonal 1.

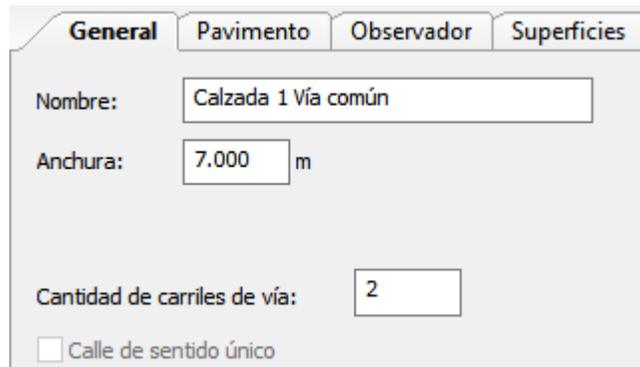


FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.2. Calzada vehicular:

En la Figura 76 se evidencia las características físicas de la calzada principal la cual consta de un ancho de 7 metros y dos carriles de vía.

Figura 76. Características generales de la calzada (vía común).



The image shows a software interface with four tabs: 'General', 'Pavimento', 'Observador', and 'Superficies'. The 'General' tab is active. It contains the following fields:

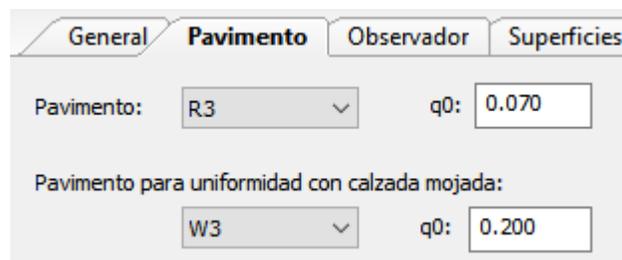
- Nombre: Calzada 1 Vía común
- Anchura: 7.000 m
- Cantidad de carriles de vía: 2
- Calle de sentido único

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.2.1. Pavimento:

En el capítulo 12 se habló sobre las características del tipo de pavimento, el factor especular y el grado de claridad el cual fue determinado a partir de la Tabla 45 y la Tabla 46, siendo $Q_0=0.07$ y el tipo de pavimento clase R3.

Figura 77. Elección de parámetros para designación de superficie.



The image shows a software interface with four tabs: 'General', 'Pavimento', 'Observador', and 'Superficies'. The 'Pavimento' tab is active. It contains the following fields:

- Pavimento: R3 (dropdown menu)
- q0: 0.070
- Pavimento para uniformidad con calzada mojada: W3 (dropdown menu)
- q0: 0.200

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.2.2. Promedio de edad del observador: 23 años

Según la norma del RETILAP se deben cumplir las características de un observador de 23 años para la simulación del diseño fotométrico en DIALux como se especificó en la sección [12.5](#) de este proyecto.

Figura 78. Designación del observador.

General Pavimento **Observador** Superficies

Observador 1
Observador 2

Promedio de edad del observador:
23 Años

Posición del observador:
X: -60.000 m Y: 2.000 m Z: 1.500 m

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

3.3. Camino peatonal 2:

En la Figura 79 se presentan las dimensiones del camino peatonal 2, en metros y con tipo de superficie en pavimento.

Figura 79. Características del camino peatonal 2.

General **Superficies**

Nombre: Camino peatonal 2 (Acera)

Anchura: 1.000 m

Altura: 0.200 m

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

4. Tipo de luminaria:

La luminaria de la Figura 80 es la seleccionada para el análisis del perfil de vía #2 es decir el perfil diseñado para representar las vías de las calles de los barrios del casco urbano, las brisas, el progreso, las palmas, altos del jardín, la primavera, villa

Adelaida, el hospital, villa Alicia, el centro, la melona, el morro, el colegio, el jardín y pueblo nuevo, también este perfil representa las vías de los centros poblados de los siguientes corregimientos, la India, Rio blanco, Miralindo, San Ignacio y Plan de Armas.

Figura 80. Schröder Voltana 3 / 5119 / 24 leds / 1000ma / NW 740 / 79 W / 423872.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

Las características generales son las siguientes:

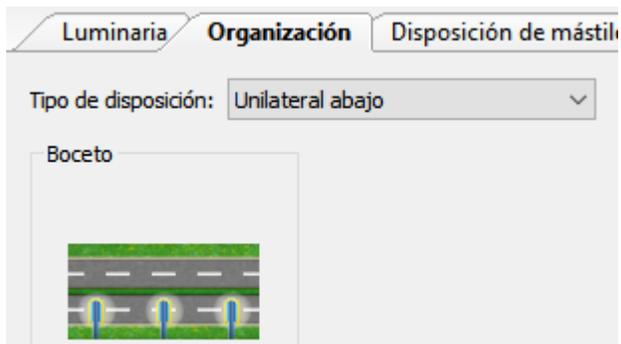
- 24 leds.
- Corriente de alimentación 1000 mA.
- Voltaje 208 – 220 voltios.
- Flujo luminoso de 11035 lm.
- Potencia de 79 W.

En el Anexo 8 se encuentran la hoja de características de la lámpara antes mencionada.

4.1. Tipo de disposición:

El tipo de disposición seleccionado para el perfil de vía #2 fue unilateral abajo debido a que toda la iluminación en la vía común de cada barrio y centro poblado del municipio se encuentra en el andén derecho.

Figura 81. Disposición de luminaria sobre la vía de ambos perfiles.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

4.2. Disposición de mástiles:

La disposición del mástil en el perfil de vía #2, es fundamental para lograr un mejor equilibrio fotométrico en la vía, a continuación, se presentan las características de la disposición en mástil seleccionada:

Figura 82. Disposición de mástiles.

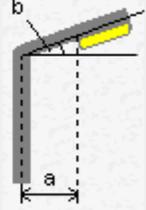
Luminaria	Organización	Disposición de mástiles
Altura de montaje de las luminarias:	<input type="text" value="8.000"/>	m
Altura del punto de luz:	<input type="text" value="7.950"/>	m
Cantidad de luminarias por mástil:	<input type="text" value="1"/>	
Distancia entre dos mástiles:	<input type="text" value="25.000"/>	m
Desplazamiento longitudinal:	<input type="text" value="0.000"/>	m

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

5. Brazo de luminaria:

A continuación, se expone las especificaciones del brazo que sostiene la luminaria del perfil de vía #2, para extender de manera uniforme el rango de iluminación sobre la vía.

Figura 83. Características del brazo de la luminaria.

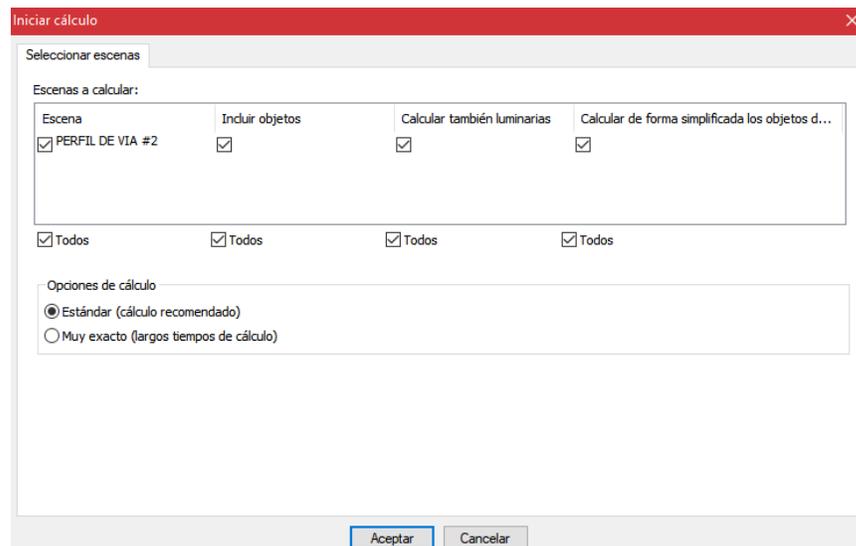
Luminaria	Organización	Disposición de mástiles
Longitud del brazo (a):	<input type="text" value="1.000"/> m	
Inclinación del brazo (b):	<input type="text" value="0.0"/> °	
Saliente sobre la calzada:	<input type="text" value="0.500"/> m	
Distancia Mástil-Calzada:	<input type="text" value="0.940"/> m	
Ángulos de rotación:	<input type="text" value="0.0"/> °	

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

6. Cálculos.

En la Figura 84 se observa el simulador de cálculos del perfil de vía #2 del programa de DIALux 4.13, el cual toma las características de la vía y del tipo de luminaria expuestas en la disposición para calcular la escena, la luminancia e iluminancia del perfil.

Figura 84. Página de entrada del simulador de cálculos del software de DIALux, perfil de vía #1.



Inicio cálculo

Seleccionar escenas

Escenas a calcular:

Escena	Incluir objetos	Calcular también luminarias	Calcular de forma simplificada los objetos d...
<input checked="" type="checkbox"/> PERFIL DE VIA #2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Todos Todos Todos Todos

Opciones de cálculo

Estándar (cálculo recomendado)

Muy exacto (largos tiempos de cálculo)

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

Para ver los resultados de los cálculos efectuados anteriormente remítase al capítulo [14](#) de este documento.

14.RESULTADOS LUMINOTECNICOS DE LA SIMULACIÓN EN DIALUX

14.1. PERFIL DE VIA #1 / Resultados luminotécnicos

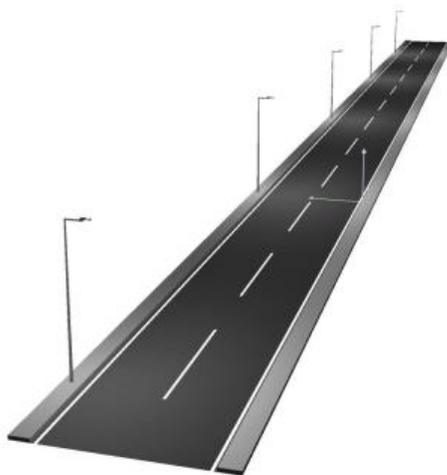
Es importante tener en cuenta los rasgos característicos de la escena a simular con el fin de que los cálculos obtenidos sean los más acertados posible, la simulación debe iniciar de datos conocidos, como lo son el ancho de la vía, la longitud de brazo que sostiene la luminaria, el tipo de vía (M4 o M5), la altura de la luminaria, la distancia real entre postes, etc.

A medida que cada uno de estos parámetros varía, se crean perfiles de vía, los cuales determinan las características únicas para cada una de estas. La cantidad de perfiles que se generan depende única y exclusivamente del área que se está evaluando, por ejemplo, para este proyecto se crearon dos perfiles, uno para las vías de tipo nacional que convergen con puntos de iluminación en el municipio como las vías de los centros poblados del Km15 y Bajo Jordán, el otro perfil se adecua a las vías restantes de los barrios comunes y el resto de centros poblados que se encuentran alejados de las vías nacionales, el parámetro que cambia es ancho de la vía la cual para el perfil #1 es de 8m y para el perfil #2 es de 7m.

Dicho esto, a continuación, se presentan los resultados obtenidos por el diseño fotométrico del software de DIALux, del perfil #1.

La Ilustración 4 es una representación gráfica en tercera dimensión que describe el tipo de vía del Perfil #1 para las zonas que contienen una vía nacional como perfil de estudio del municipio de Landázuri- Santander.

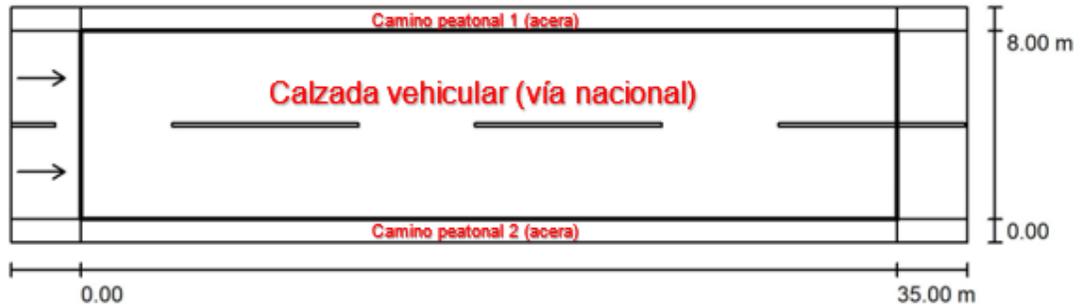
Ilustración 4. Perfil de vía #1 rendering (procesado) en 3D.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

Por otra parte, la Ilustración 5 es una vista de planta del Perfil #1 con un ancho de calzada peatonal 1 de 1 m, un ancho de vía de 8 metros y un ancho de calzada peatonal 2 de 1 m en dirección negativa, además posee una distancia de poste a poste de 35m.

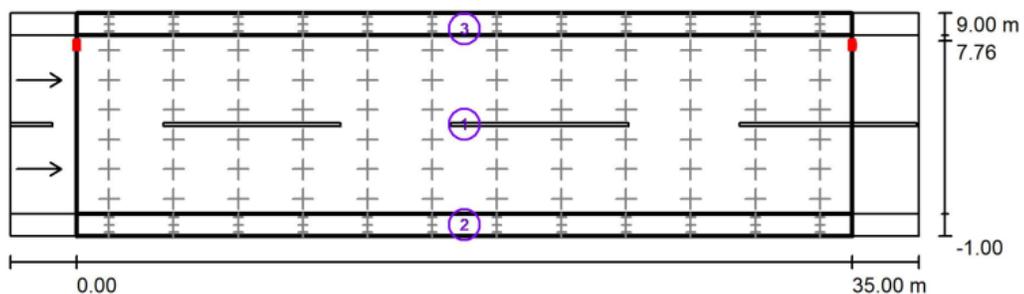
Ilustración 5. Recuadro de evaluación del perfil de vía #1.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

En la ilustración 30 se observa lo que se conoce como la “malla”, la cual es el espacio de estudio fotométrico delimitado entre las dos luminarias ubicadas en mástiles contiguos, y es a la que, en posteriores eventos, como una certificación RETILAP se le realizan evaluaciones de luxes, o en algunos casos estas certificaciones se realizan a contra diseño debido a condiciones muy particulares como lluvias prolongadas o vandalismo.

Ilustración 6. Área de análisis fotométrico del perfil de vía #1.



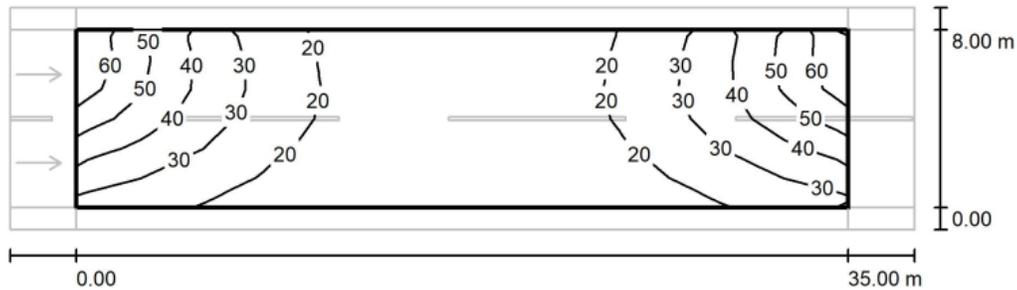
Factor mantenimiento: 0.91

Escala 1:294

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

A continuación, se presenta la evaluación realizada por la malla para la vía nacional presentada por isólinas de iluminancia, en ella se puede evidenciar que a medida que la luz se abre sobre la vía el rango de iluminación se dispersa, es decir en el centro es mucho mayor (60 lux) la incidencia y a medida que aumenta es mucho menor (20 lux).

Ilustración 7. Perfil de vía #1 / recuadro de evaluación calzada 1 (vía nacional) / isóneas (E).



Valores en Lux, Escala 1 : 294

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

A continuación, se presentan los datos arrojados por la simulación para el perfil de vía #1.

Lista del recuadro de evaluación

Factor de mantenimiento seleccionado: 0.91

Primer recuadro de evaluación Calzada 1 (Vía Nacional)

- Longitud: 35.000 m
- Anchura: 8.000 m
- Trama: 12 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1 (Vía Nacional).

- Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
- Clase de iluminación seleccionada: M4 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Tabla 49. Resultados fotométricos (vía nacional) perfil de vía #1.

-	Lm[cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.77	0.43	0.79	15	0.68
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

FUENTE. DIALux 4.13 by DIAL GmbH.

Segundo recuadro de evaluación Camino peatonal 2 (Acera)

- Longitud: 35.000 m
- Anchura: 1.000 m

- Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2 (Acera).

- Clase de iluminación seleccionada: M5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Tabla 50. Resultados fotométricos (camino peatonal 2) perfil de vía #1.

	E m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	15.08	0.65
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

FUENTE. DIALux 4.13 by DIAL GmbH.

Tercer recuadro de evaluación Camino peatonal 1 (Acera)

- Longitud: 35.000 m
- Anchura: 1.000 m
- Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1 (Acera).

- Clase de iluminación seleccionada: CE5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Tabla 51. Resultados fotométricos (camino peatonal 1) perfil de vía #1.

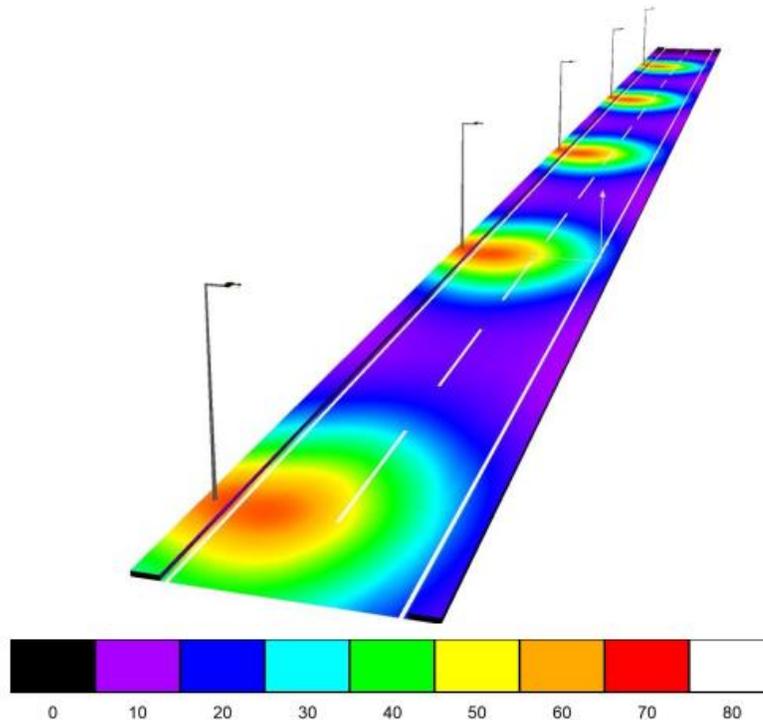
	E m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	28.77	0.40
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

FUENTE. DIALux 4.13 by DIAL GmbH.

A continuación, en la se observa una representación en colores falsos de la simulación de la vía con Perfil #1, la luminancia promedio es dada en candelas por

metro cuadrado (Lprom), con la que puede apreciarse la uniformidad y alcance de la iluminación de manera más clara donde cada lux tiene un rango predefinido.

Ilustración 8. Representación de la iluminación en colores falsos del perfil de vía #1.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

14.2. PERFIL DE VIA #2 / Resultados luminotécnicos

Es importante tener en cuenta los rasgos característicos de la escena a simular con el fin de que los cálculos obtenidos sean los más acertados posible, la simulación debe iniciar de datos conocidos, como lo son el ancho de la vía, la longitud de brazo que sostiene la luminaria, el tipo de vía (M4 o M5), la altura de la luminaria, la distancia real entre postes, etc.

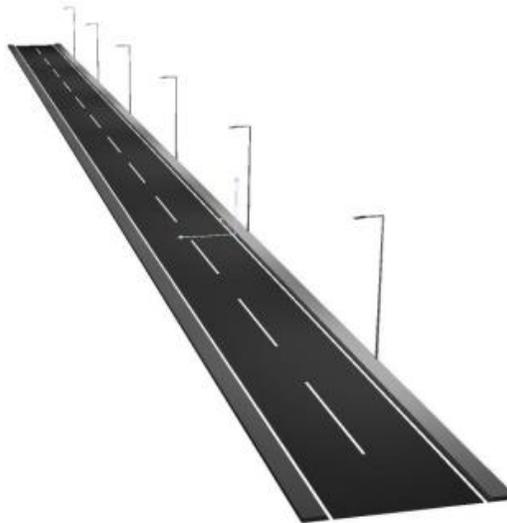
El segundo perfil, cubre las vías restantes de los barrios comunes y el resto de centros poblados que se encuentran alejados de las vías nacionales, el parámetro que cambia es el ancho para el perfil #2 el cual es de 7m.

Dicho esto, a continuación, se presentan los resultados obtenidos por el diseño fotométrico del software de DIALux, del perfil #2.

La Ilustración 9 es una representación gráfica en tercera dimensión que describe el tipo de vía del Perfil #2 para las zonas que contienen una vía común (incluyendo los centros poblados de los corregimientos, la India, Rio Blanco, Plan de Armas,

Miralindo y san Ignacio) como perfil de estudio del municipio de Landázuri-Santander.

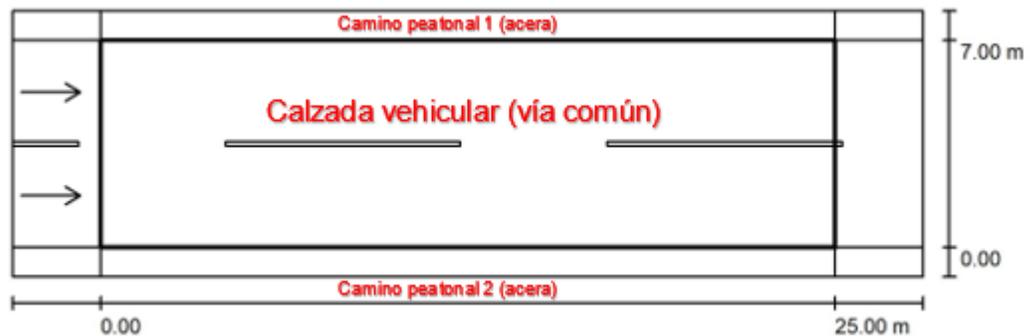
Ilustración 9. Perfil de vía #2 rendering (procesado) en 3D.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

Por otra parte, la Ilustración 10 es una vista de planta del Perfil #2 con un ancho de calzada peatonal 1 de 1 m, un ancho de vía de 7 metros y un ancho de calzada peatonal 2 de 1 m en dirección negativa, además posee una distancia de poste a poste de 25m.

Ilustración 10. Recuadro de evaluación del perfil de vía #2.

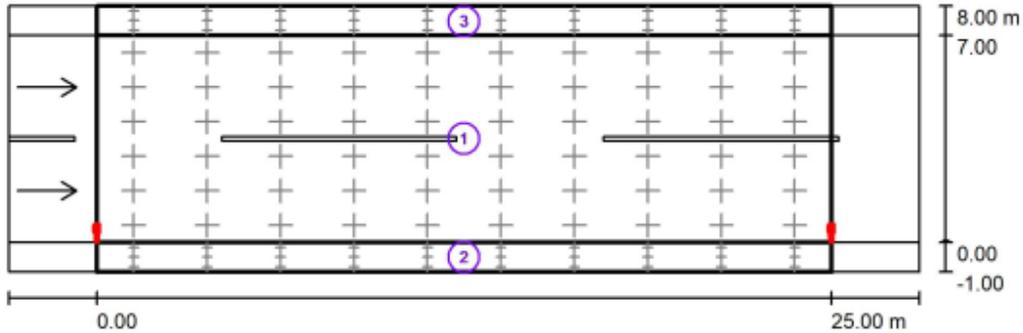


FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

En la Ilustración 11 se observa lo que se conoce como la "malla", la cual es el espacio de estudio fotométrico delimitado entre las dos luminarias ubicadas en mástiles contiguos, y es a la que, en posteriores eventos, como una certificación RETILAP se le realizan evaluaciones de luxes, o en algunos casos estas

certificaciones se realizan a contra diseño debido a condiciones muy particulares como lluvias prolongadas o vandalismo.

Ilustración 11. Área de análisis fotométrico del perfil de vía #2



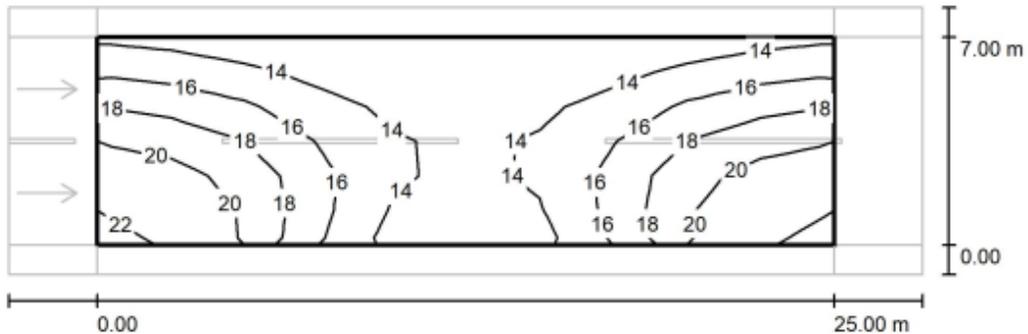
Factor mantenimiento: 0.95

Escala 1:222

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

A continuación, se presenta la evaluación realizada por la malla para la vía común presentada por isolíneas de iluminancia, en ella se puede evidenciar que a medida que la luz se abre sobre la vía el rango de iluminación se dispersa, es decir en el centro es mucho mayor (22 lux) la incidencia y a medida que aumenta el rango es mucho menor (14 lux).

Ilustración 12. Perfil de vía #2 / recuadro de evaluación calzada 1 (vía común) / isolíneas (E).



Valores en Lux, Escala 1 : 222

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

A continuación, se presentan los datos arrojados por la simulación para el perfil de vía #2.

Lista del recuadro de evaluación

Factor de mantenimiento seleccionado: 0.95

Primer recuadro de evaluación Calzada 1 (Vía común)

- Longitud: 25.000 m
- Anchura: 7.000 m
- Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1 (Vía común).

- Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
- Clase de iluminación seleccionada: M5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Tabla 52. Resultados fotométricos (vía nacional) perfil de vía #1.

-	Lm[cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.01	0.49	0.64	7	0.78
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

FUENTE. DIALux 4.13 by DIAL GmbH.

Segundo recuadro de evaluación Camino peatonal 2 (Acera)

- Longitud: 25.000 m
- Anchura: 1.000 m
- Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2 (Acera).

- Clase de iluminación seleccionada: M5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Tabla 53. Resultados fotométricos (camino peatonal 2) perfil de vía #1.

	E m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	17.10	0.63
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

FUENTE. DIALux 4.13 by DIAL GmbH.

Tercer recuadro de evaluación Camino peatonal 1 (Acera)

- Longitud: 25.000 m
- Anchura: 1.000 m

- Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1 (Acera).

- Clase de iluminación seleccionada: M5 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

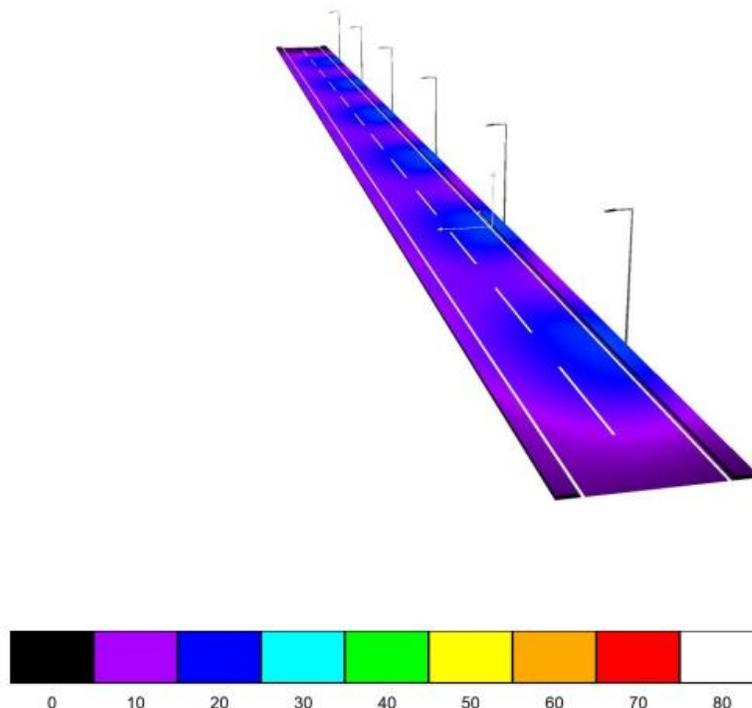
Tabla 54. Resultados fotométricos (camino peatonal 1) perfil de vía #1.

	E m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	12.02	0.92
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

FUENTE. DIALux 4.13 by DIAL GmbH.

A continuación, en la se observa una representación en colores falsos de la simulación de la vía con Perfil #2, la luminancia promedio es dada en candelas por metro cuadrado (Lprom), con la que puede apreciarse la uniformidad y alcance de la iluminación de manera más clara donde cada lux tiene un rango predefinido.

Ilustración 13. Representación de la iluminación en colores falsos del perfil de vía #2.



FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

La Tabla 55 muestra los resultados fotométricos arrojados por la simulación para los dos perfiles de vía evaluados.

Tabla 55. Resultados de los perfiles fotométricos.

Perfil	Tipo de iluminación	Longitud del Brazo (m)	Angulo	Ancho de calzada				
				Ancho de calzada	Ancho anden 1	Ancho anden 2	Altura de montaje	Inter distancia máxima
Perfil de vía #1	M4	0.8	0°	8	1	1	8	35
Perfil de vía #2	M5	1	0°	7	1	1	8	25

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

La Tabla 56 muestra la luminaria con la cual se optimiza la iluminación según el perfil de vía.

Tabla 56. Resultados fotométricos de las vías.

Perfil	Parámetros de iluminación en la vía				Parámetros en andenes			Luminarias a usar
	Lm[cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR	E m [lx]	U0	
Perfil de vía #1	1.77	0.43	0.79	15	0.68	15.08	0.65	SCHREDER AVENTO 1 / 5261 / 192 LEDs 233mA NW 740 141W / 430202
Perfil de vía #2	1.01	0.49	0.64	7	0.78	12.02	0.92	SCHREDER VOLTANA 3 / 5119 / 24 LEDs 1000mA NW 740 79W / 423872

FUENTE. DIALux 4.13. software de simulación.

15. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD ECONÓMICO Y SOCIAL

Para un proyecto de iluminación como lo es la optimización del sistema de alumbrado público de un municipio es importante realizar un estudio de factibilidad económico para poder evaluar que tan factible es aplicarlo y que beneficios trae consigo la ejecución, además en este proyecto la factibilidad se expande a que beneficios sociales trae consigo la optimización.

El análisis de factibilidad económica se realizó de la siguiente manera, se tomaron los estados de cuenta del año 2018 y del año 2020, suministrados por la alcaldía de Landázuri Santander, los cuales poseen información sobre la capacidad total instalada del sistema y del cobro mensual en pesos de la energía consumida por alumbrado público, esta información ayudó a predecir el valor por costo de alumbrado público para una proyección en el 2022, el cual para este momento se dispondrá de un sistema de alumbrado público que costa en su totalidad de iluminación LED, a continuación se ejemplificara como se determinó la capacidad instala total del sistema con los datos suministrados por el aforo realizado por la empresa ESSA en junio del 2020.

Como se observó antes en el capítulo 8, el actual sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri Santander cuanta con un total de 657 luminarias distribuidas a lo largo de todo el territorio tanto en la zona rural como en la zona urbana, el 46.73% del total corresponde a la zona urbana del municipio mientras que el otro 53.27% corresponde a la zona rural.

En la zona urbana el 49.19% de las luminarias instaladas son de tipo LED, el otro 50.81% del total de las luminarias instaladas son lámparas de descarga (mercurio, sodio y metal halide), todo ello para dar una capacidad instalada en la zona urbana de 38.45 KW.

En la zona rural el 21.71% de las luminarias instaladas son de tipo LED, el otro 78.29% del total de las luminarias instaladas corresponden a lámparas de descarga (mercurio, sodio y metal halide), todo ello para obtener una capacidad instalada en la zona urbana de 46.5 KW.

La capacidad instalada total del sistema consta de dos parámetros, la suma de la capacidad instalada de las dos zonas antes mencionadas, más el subtotal de carga instalada por luminarias con foto control exclusivo y general como se muestra en la Ecuación 1:

Ecuación 1. Capacidad instalada total del sistema de alumbrado público en el municipio de Landázuri.

$$CI_{TOTAL} = 38.45KW + 46.5KW + 1.36KW = 86.31KW$$

FUENTE: (Informaci & Redes, 2020)

Para aplicar este método se debe verificar el aforo del sistema mes a mes ya que puede ocurrir el caso de que se expanda el sistema de alumbrado público en un promedio de 2 a 5 lámparas por mes, debido a la expansión de territorio y de población que ha tenido el municipio en los últimos años.

A continuación, se presenta la factibilidad económica aplicada al diseño del sistema de alumbrado público iluminado al 100% con tecnología led para el 2022 en base a la información y estados de cuenta recolectados durante los años 2018 y 2020.

15.1. Factibilidad económica.

15.1.1. Estudio año 2018.

En el año 2018 se evidencio un registro balanceado de la cantidad de luminarias por zonas en el municipio, el aforo realizado en octubre del mismo año por la electricadora ESSA determino un total de 568 luminarias distribuidas por todo el territorio, el 52.11% del total de luminarias instaladas corresponde a la zona urbana y el 47.89% a la zona rural.

Figura 85. Registro de capacidad instalada del sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri, octubre 2018.

DESCRIPCIÓN	Luminarias Georeferenciadas	Luminarias sin georeferenciar	Luminarias repot.exp.mant	Total	Potencia [w]	Perdidas Balasto [w]	Perdidas Arrancador [w]	Perdidas Condens [w]	Potencia con Perdidas [w]	Potencia Instalada [Kw]
	HALOGENO					500 1000 1500				500,00 1000,00 1500,00
LED	2 2 4 5 91			2 2 4 5 91	9				9,00	0,07 0,08 0,20 0,50 10,92
					15				15,00	
					16				16,00	
					18				18,00	
					20				20,00	
					25				25,00	
					28				28,00	
					30				30,00	
					32				32,00	
					35				35,00	
					40				40,00	
					50				50,00	
					100				100,00	
					104				104,00	
					107				107,00	
110				110,00						
112				112,00						
120				120,00						
291				291,00						
MIXTA					125 160 500				125,00 160,00 500,00	
METAL HALIDE	13 84 18			13 84 18	70	11,00		1,00	82,00	3,51 35,95 20,18
					150	19,00		1,00	170,00	
					250	19,00		1,00	270,00	
INCANDESCENTE	5			5	100				100,00	0,50
					150				150,00	
					24				24,00	
FLUORECENTE	7			7	45				45,00	0,56
					80				80,00	
					78				78,00	
MERCURIO	2 6			2 6	125	12,00		1,00	138,00	10,76 0,54 2,57
					250	19,00		1,00	270,00	
					400	27,00		1,00	428,00	
SODIO	246 3 1 1			246 3 1 1	1000	120,00		1,00	1121,00	20,04 0,51 0,28 0,44
					70	11,00	0,05	0,40	81,45	
					150	19,00	0,12	0,40	169,52	
					250	29,00	0,12	1,00	280,12	
					400	40,00	0,12	1,00	441,12	
Total Luminarias				568	SubTotal Carga Instalada Luminarias (Kw)					107,61
Cantidad de Luminarias con Fotocontrol Exclusivo				481	SubTotal Carga Instalada Fotocontroles Exclusivos (Kw)					1,15
Cantidad de Luminarias con Fotocontrol General				87	SubTotal Carga Instalada Fotocontroles Generales(Kw)					0,05
TOTAL CARGA INSTALADA (Kw)										108,82

FUENTE: (Informaci & Redes, 2018)

En la Figura 85, se evidencia que la cantidad de luminarias de tecnología de descarga supera en número la cantidad de luminarias LED instaladas en las zonas urbana y rural del municipio, el porcentaje de luminarias de tipo descarga es del 81.69% y el 18.31% restante corresponde a la cantidad de luminarias instaladas con tecnología tipo LED, para un total de potencia instalada de 107.61 KW, además se tienen en cuenta las potencias consumidas por elementos de control exclusivo y general, los cuales proporcionan un consumo de 1.2 KW al sistema, para un total de capacidad instalada de 108.82 KW.

Ya obtenida la capacidad del sistema es posible determinar el valor del consumo mensual del sistema de acuerdo a la tarifa establecida para alumbrado público de ese año por la comisión de regulación de energía y gas CREG, como se muestra en la Tabla 57:

Tabla 57. Estado de cuenta alumbrado público octubre 2018 Landázuri Santander.

NOMBRE	CARGA I	ENERGÍA	TARIFA	VALOR	TOTAL
A.P. coliseo cubierto las palmas	Consumo calculado por diferencia de lecturas	25	530.1675	13,254	13,254
A.P. Landázuri	108.82	43.796	443.0264	19,402,784	19,402,784
A.P. polideportivo Tagual	Consumo calculado por diferencia de lecturas	29	541.8606	15,714	15,714
Total	108.82	43,850	-	19,431,752	19,431,752

FUENTE: (ESTADO DE CUENTA A.P. LANDAZURI, 2018)

El valor de la energía mensual calculada durante el mes de octubre del año 2018 fue de 19,431,752 pesos este valor lo determina el consumo de carga instalada por tarifa establecida, además se tienen dos parámetros muy importantes por definir, facturación y recaudo:

- **Facturación:** Cantidad de dinero que suman todas las facturas emitidas por una empresa durante un periodo determinado de tiempo.

- **Recaudo:** Es la acción activa o pasiva de acaparar recursos para la misma organización o para terceros mediante la intermediación.

Durante el mes de octubre del año 2018 hubo una facturación de 21,827,780 pesos de consumo eléctrico por parte del municipio, y el total recaudado fue de 19,277,309 pesos, esto produce un desbalance en el pago de la facturación ya que se evidencia una diferencia en promedio de 2,550,471 pesos.

Esta diferencia genera un saldo restante de endeudamiento que se ha venido acumulando durante los años anteriores al 2018 y que para el mes de octubre del año 2018 suma 15,695,891 pesos, a continuación, se presenta la Figura 86 en la cual se evidencia la facturación y recaudo realizado para el mes de octubre del año 2018 en el municipio:

Figura 86. Facturación y recaudo del sistema de alumbrado público durante el mes de octubre del año 2018

Facturación Impto A.P.	Recaudo Impto A. P.	Carga Kw	Consumo Kwh/mes	Valor Energía Mes \$	Saldo
21,827,780	19,277,309	108.82	43,850	19,431,752	-15,695,891

FUENTE: (ESTADO DE CUENTA A.P. LANDAZURI, 2018)

El valor de la facturación tan elevado se debe a las pérdidas de energía ocasionadas por los usuarios del municipio, debido a que hay zonas aun por iluminar dichos usuarios toman energía de la red de baja tensión de manera ilegal para poder iluminar esas zonas, dicha iluminación nos es presentada por la empresa en el aforo ya que se desconoce de donde proviene el consumo de dicha energía, más sin embargo es facturado por la electrificadora ya que se evidencia que efectivamente existe un consumo.

15.1.2. Estudio año 2020.

En el año 2020 se evidencio un aumento en la cantidad de luminarias por zonas en el municipio, el aforo realizado en junio del mismo año por la electrificadora ESSA determino un total de 657 luminarias distribuidas por todo el territorio, el 46.73% del total de luminarias instaladas corresponde a la zona urbana y el 53.27% pertenece a la zona rural, además hay una diferencia con respecto al año 2018 ya que la

cantidad de luminarias instaladas en la zona rural se intensificó debido a la expansión de los centros poblados de cada uno de los corregimientos.

Figura 87. Registro de capacidad instalada del sistema de alumbrado público del municipio de Landázuri, junio 2020.

DESCRIPCIÓN	Luminarias Georeferenciadas	Luminarias sin georeferenciar	Luminarias repot.exp.mant	Total	Potencia [w]	Perdidas Balasto [w]	Perdidas Arrancador [w]	Perdidas Condens [w]	Potencia con Perdidas [w]	Potencia Instalada [Kw]
		1			1	15				15.00
					16				16.00	
					18				18.00	
					20				20.00	
	10			10	25				25.00	0.25
					28				28.00	
	1			1	30				30.00	0.03
	6			6	40				40.00	0.24
	33			33	50				50.00	1.65
	17			17	100				100.00	1.70
	1			1	101				101.00	0.10
	145			145	120				120.00	17.40
	3			3	200				220.00	0.66
					220				220.00	
					291				291.00	
	10			10	300				300.00	3.00
					400				400.00	
	2			2	70	11.00		1.00	82.00	0.16
	1			1	150	19.00		1.00	170.00	0.17
	22			22	250	19.00		1.00	270.00	5.94
	52			52	400	27.00		1.00	428.00	22.26
					1000	120.00		1.00	1121.00	
					1500	120.00		1.00	1621.00	
	3			3	100				100.00	0.30
					150				150.00	
					24				24.00	
	1			1	45				45.00	0.05
	2			2	80				80.00	0.16
	30			30	125	12.00		1.00	138.00	4.14
	2			2	250	19.00		1.00	270.00	0.54
					400	27.00		1.00	428.00	
					1000	120.00		1.00	1121.00	
	309			309	70	11.00	0.05	0.40	81.45	25.17
	6			6	150	19.00	0.12	0.40	169.52	1.02
					250	29.00	0.12	1.00	280.12	
					400	40.00	0.12	1.00	441.12	
					1000	120.00	0.12	1.00	1121.12	
Total Luminarias				657	SubTotal Carga Instalada Luminarias (Kw)					84.95
Cantidad de Luminarias con Fotocontrol Exclusivo				538	SubTotal Carga Instalada Fotocontroles Exclusivos (Kw)					1.29
Cantidad de Luminarias con Fotocontrol General				119	SubTotal Carga Instalada Fotocontroles Generales(Kw)					0.07
TOTAL CARGA INSTALADA (Kw)										86.31

FUENTE: (Informaci & Redes, 2020)

En la Figura 87, se evidencia que la cantidad de luminarias de tecnología de descarga supera en numero la cantidad de luminarias LED instaladas en las zonas urbana y rural del municipio, el porcentaje de luminarias de tipo descarga es del 65.45% y el 34.55% restante corresponde a la cantidad de luminarias instaladas con tecnología tipo LED, para un total de potencia instalada de 84.95 KW, además se tienen en cuenta las potencias consumidas por elementos de control exclusivo y general, los cuales proporcionan un consumo de 1.36 KW al sistema, para un total de capacidad instalada de 86.31 KW.

Para este punto durante los 2 últimos años se ha evidenciado una disminución en la carga instalada del sistema y esto se debe a que se han reemplazado una serie de luminarias de sodio por luminarias de tipo led a través de proyectos de optimización mayormente en la zona urbana del municipio.

En la Tabla 58 se evidencia el estado de cuenta del sistema de alumbrado público para el mes de junio del año 2020, la tarifa establecida aumento durante ese año de acuerdo a la comisión de regulación de energía y gas CREG con respecto al año 2018.

Tabla 58. Estado de cuenta del alumbrado público junio 2020 Landázuri Santander.

NOMBRE	CARGA I	ENERGÍA	TARIFA	VALOR	TOTAL
A.P. coliseo cubierto las palmas	0.50	0	583.9705	-49,054	-49,054
A.P. Landázuri	86.31	33,617	480.4773	16,152,205	16,152,205
A.P. polideportivo Tagual	Consumo calculado por diferencia de lecturas	2	583.9705	1,168	1,168
Total	86.81	33,619	-	16,104,319	16,104,319

FUENTE: (Carga et al., 2020)

El valor de la energía mensual calculada durante el mes de junio del año 2020 fue de 16,104,319 pesos, este valor lo determina el consumo de carga instalada por tarifa establecida, además con respecto al año 2018 se puede evidenciar como el valor de la energía mensual ha disminuido debido a la disminución de la carga instalada del sistema de alumbrado público.

Durante el mes de junio del año 2020 hubo una facturación de 22,608,806 pesos de consumo eléctrico por parte del municipio, y el total recaudado fue de 36,347,589 pesos, para este mes se evidencia un aumento favorable en el recaudo el cual es evidentemente mayor a la facturación punto positivo para el saldo final registrado en el estado de cuenta el cual abona un total de 13,738,783 pesos.

El saldo acumulado por facturación del sistema de alumbrado público Se vio favorecido durante este mes debido al dinero recaudado, más sin embargo durante los meses anteriores del año 2020 hubo un aumento en el saldo restante para obtener un total acumulado de endeudamiento de 45,848,610 pesos como se evidencia a continuación en el estado de cuenta de la Figura 88.

Figura 88. Facturación y recaudo del sistema de alumbrado público durante el mes de junio del año 2020.

Mes	Facturación Impto A.P.	Recaudo Impto A. P.	Carga Kw	Consumo Kwh/mes	Valor Energía Mes \$	Ajustes	Pagos al Municipio	Intereses	Saldo
12-2019									
01-2020	21,827,780	19,277,309	108.82	43,850	19,431,752	0	0		-15,695,891
02-2020	22,307,593	19,572,557	108.82	41,178	19,798,577	0	0		-15,469,871
03-2020	24,052,772	23,456,979	86.36	34,868	16,931,905	0	0		-21,994,945
04-2020	23,301,064	15,831,187	86.71	33,630	16,176,187	-167,000	0		-21,816,945
05-2020	23,456,668	20,574,680	87.21	34,733	16,737,472	-241	0		-25,654,394
06-2020	22,608,806	36,347,589	86.81	33,619	16,153,373	0	0		-45,848,610
TOTAL	137,554,683	135,060,301			105,229,266	-167,241	0		

FUENTE: (Carga et al., 2020)

El estado de cuenta anual del mismo año precisó un desbalance en el saldo restante por facturación bastante alto con un valor de 83,452,840 pesos acumulados, el cual se puede mejorar a largo plazo realizando el cambio de todas las luminarias de sodio restantes del sistema de alumbrado público a tecnología LED y realizando una inspección rigurosa de todos los puntos eléctricos o derivaciones del sistema de alumbrado para aumentar el recudo mensual y así suplir la demanda de energía.

15.1.3. Estudio proyectado año 2022.

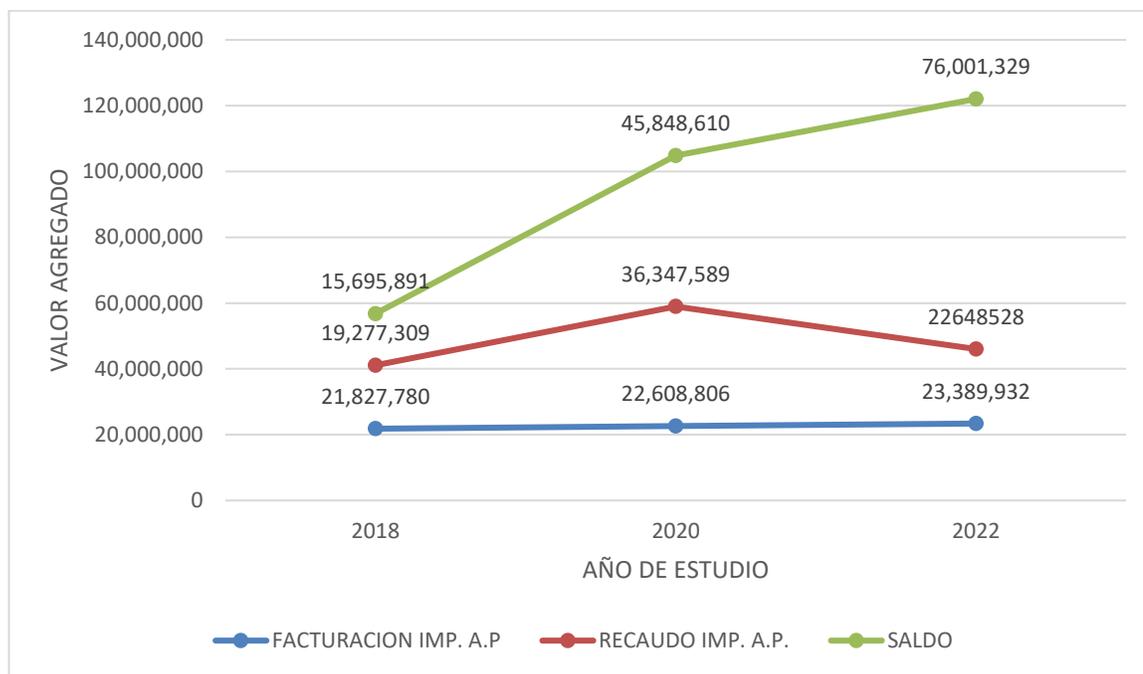
Sin implementación de tecnología LED al 100% al sistema de A.P.

Para la proyección del año 2022 se puede inferir a partir de los dos últimos estudios (2018 y 2020) que si el sistema se deja sin optimizar el saldo en contra del municipio por parte de la concesión de la electrificadora aumentará paulatinamente con la siguiente predicción:

En la Gráfica 10 se puede observar como la facturación a lo largo de los años se mantiene casi constante debido a que el consumo, producto de las lámparas registradas por parte de la electrificadora aumentará o disminuirá en función de la cantidad de puntos eléctricos derivados de la red de media tensión que se encuentren consumiendo energía eléctrica dichos puntos pueden ser legales o ilegales, también se puede evidenciar como el patrón del recaudo es aumentar y disminuir de manera abrupta durante los periodos seleccionadas, este parámetro varía de esta manera de acuerdo a la tarifa de costo por impuesto de alumbrado público cobrado a los usuarios finales y por último se puede observar como el saldo

o endeudamiento únicamente aumenta debido a que no se posee un control sobre la recaudación el cual siempre debe estar por encima de la facturación para evitar el saldo restante.

Gráfica 10. Predicción de la facturación, recaudo y saldo para el año 2022 sin la implementación de tecnología LED al 100% al sistema de A.P.



FUENTE: Villamizar E. Dimas, Autor.

De esta manera la potencia de una luminaria y el costo mensual se encuentran ligados a través del consumo de cada lámpara mantener el sistema de alumbrado público actual provocará un aumento en el saldo final del municipio.

Para dar solución se tiene la siguiente propuesta:

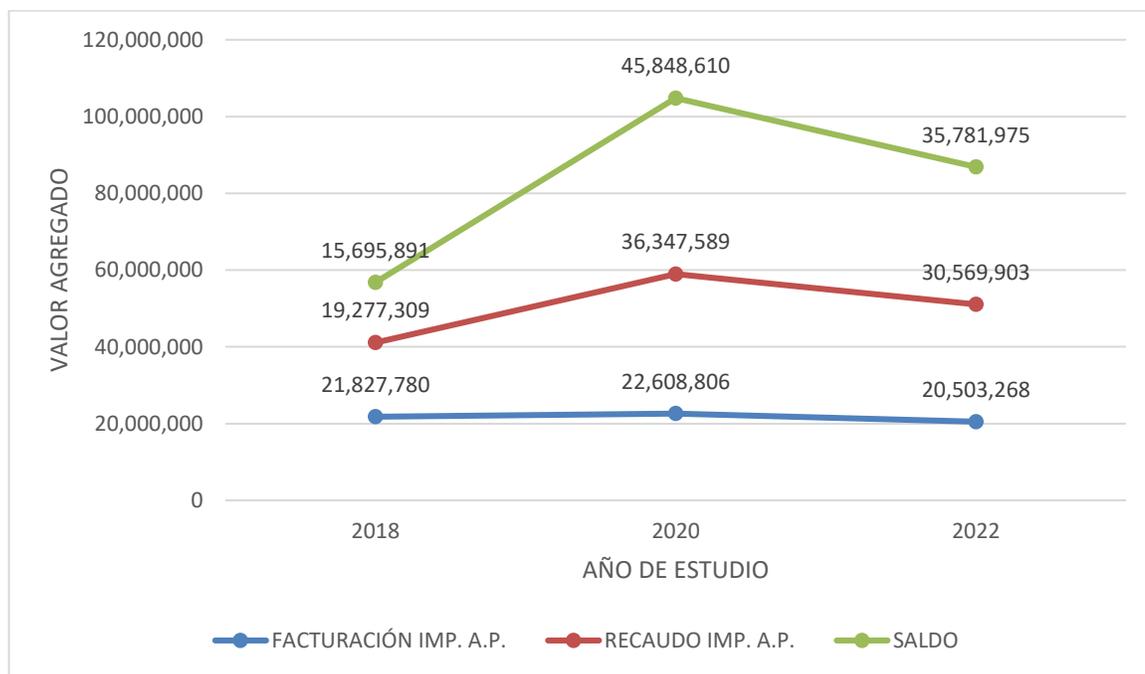
Con implementación de tecnología LED al 100%, sistema de A.P.

Al optimizar el sistema de alumbrado público actual, reemplazando cada uno de las luminarias de tipo descarga por tecnología LED, se evidenciará un cambio notorio en la carga instala debido a que las lámparas de LED consumen mucho menos energía que las luminarias de tipo descarga (sodio mercurio, metal halide), esto determinara un valor por costo de energía relativamente bajo con respecto a los

años anteriores (2018 y 2020), al implementar este nuevo diseño se prevé una disminución en la facturación del impuesto por parte de la electrificadora ya que al realizar el aforo más minuciosamente sobre la cantidad exacta de derivaciones eléctricas que existen sobre la red, se podrá tener en cuenta las pérdidas de energía técnicas y no técnicas del sistema, además el recaudo aumentará ya que se le cobrará a los usuarios que se benefician del sistema y que no pagan impuesto.

Además, el saldo final con el paso de los meses deberá disminuir ya que el saldo a favor por recaudo irá pagando la cuenta a largo plazo, a continuación, se muestra en la Gráfica 11 la predicción para el año 2022 sobre el estado de cuenta del sistema de alumbrado público del municipio con tecnología LED al 100% en su sistema.

Gráfica 11. Predicción de la facturación, recaudo y saldo para el año 2022 con la implementación de tecnología LED al 100% al sistema de A.P.



FUENTE: Villamizar E. Dimas, Autor.

Al implementar la tecnología LED al sistema de alumbrado público propondrá una mejor eficiencia del sistema los costos por facturación y recaudo se verán afectados de manera positiva a largo plazo, beneficiando a la población del municipio y disminuyendo la tasa de saldo restante para evitar endeudamiento con la

electrificadora encargada de suministrar la energía eléctrica al sistema de alumbrado público.

15.2. Factibilidad social.

Actualmente en el municipio de Landázuri existe un índice alto de violencia y robos hacia la población del municipio y esto ocurre en su mayoría durante la noche debido a que actualmente el sistema de iluminación pública no se encuentra completo por ende al optimizar el sistema de alumbrado público actual al 100% de capacidad con tecnología LED de iluminación, para cada lámpara en las zonas urbana y rural del municipio, no solo traerá beneficios económicos a la población si no también más seguridad y confianza al realizar actividades nocturnas por los usuarios del sistema.

Esto determinará la importancia del estudio de factibilidad social, el cual se realizó mediante el análisis del estado actual del sistema, además con la ayuda de la población la cual goza de la mala iluminación en ciertas partes del territorio en especial la zona rural.

A largo plazo se espera un resultado positivo que cambie la vida nocturna de las personas que viven en el municipio de Landázuri Santander.

16. RESULTADOS Y PROYECCIÓN DE LA ILUMINACIÓN

16.1. Uso racional de energía en alumbrado público.

Los diseños de los sistemas de alumbrado público deben tener presente el uso racional y eficiente de energía, por lo que se hace exigible la aplicación del concepto de densidad de potencia eléctrica o DPE, para lo cual se requiere del uso de fuentes de alta eficacia lumínica y luminarias de la mayor eficiencia, por ello es importante aplicar dicho parámetro y así determinar la máxima densidad de potencia eléctrica permisible para el sistema de alumbrado público del municipio de acuerdo a los perfiles de vías antes calculados.

16.1.1. Máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías.

El RETIE en el apartado 510.6.1 establece que, “Las vías con excepción de túneles, para velocidades inferiores a 60Km/h, es decir aquellas diseñadas con el criterio de iluminancia no deben exceder los valores máximos de Densidad de Potencia para Alumbrado de vías (DPEA) establecidos en la Figura 89 determinados con base en

el valor de iluminancia promedio mantenida y el ancho de calzada correspondiente. Los valores no se deben exceder en el diseño ni posteriormente en la operación del sistema de alumbrado público”.

Métodos de cálculo. La determinación de la DPEA se calcula a partir de la carga total conectada para alumbrado y del área total por iluminar, de acuerdo a la metodología indicada a continuación:

Ecuación 2. Cálculo del DPEA.

$$DPEA = (Carga\ total\ conectada\ para\ alumbrado) / (Área\ total\ iluminada).$$

FUENTE: (RETILAP, 2010)

Donde:

- La DPEA está expresada en W/m2.
- La carga total conectada para alumbrado está expresada en vatios (W).
- El área total iluminada está expresada en metros cuadrados (m²).

Figura 89. Valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) para vías vehiculares (w/m2).

Nivel mantenido de iluminancia promedio	DENSIDAD DE POTENCIA (w/m ²) según ancho de la calzada (m)					
	lux (lx)	< 6	6 a 8	8.1 a 10	10.1 a 12	12,1 a 14
3		0,29	0,26	0,23	0,19	0,17
4		0,35	0,32	0,28	0,26	0,23
5		0,37	0,35	0,33	0,30	0,28
6		0,44	0,41	0,38	0,35	0,31
7		0,53	0,49	0,45	0,42	0,37
8		0,60	0,56	0,52	0,48	0,44
9		0,69	0,64	0,59	0,54	0,50
10		0,76	0,71	0,66	0,61	0,56
11		0,84	0,79	0,74	0,67	0,62
12		0,91	0,86	0,81	0,74	0,69
13		1,01	0,94	0,87	0,80	0,75
14		1,08	1,01	0,94	0,86	0,81
15		1,12	1,06	1,00	0,93	0,87
16		1,17	1,10	1,07	0,99	0,93
17		1,23	1,17	1,12	1,03	0,97
18		1,33	1,26	1,20	1,10	1,04
19		1,40	1,33	1,26	1,17	1,10
20		1,47	1,39	1,33	1,23	1,16
21		1,55	1,46	1,39	1,29	1,22
22		1,62	1,53	1,46	1,35	1,27
23		1,69	1,60	1,53	1,41	1,33
24		1,76	1,67	1,59	1,47	1,39
25		1,83	1,73	1,66	1,53	1,45
26		1,90	1,80	1,73	1,60	1,51

FUENTE: (RETILAP, 2010)

Según lo expresado antes se puede determinar la DPEA por perfil de vía calculado bajo los valores máximos de densidad de potencia eléctrica expresados anteriormente:

Tabla 59. Resultados de los valores máximos de densidad de potencia eléctrica para cada uno de los perfiles creados

Perfil de vía	DPEA (W/m ²)
Perfil #1, Vía nacional (Barrios la Cadena, Chapinero, Atalaya y los corregimientos el Km15 y bajo Jordán).	0.51 < 1.06
Perfil #2 Vías Comunes (Barrios las Brisas, el Progreso, las Palmas, Altos del Jardín, la Primavera, Villa Adelaida, el Hospital, Villa Alicia, el Centro, la Melona, el Morro, el Colegio, el Jardín, Pueblo Nuevo y los corregimientos, la India, Rio blanco, Miralindo, San Ignacio y Plan de Armas).	0.85 < 0.86

FUENTE: Villamizar E. Dimas, Autor.

Los datos obtenidos en la Tabla 59 muestran el cumplimiento de la norma en un holgado margen para la máxima densidad de potencia eléctrica para alumbrado de vías según el RETIE y fueron calculados en base a las áreas a iluminar del municipio y la potencia total del sistema.

16.2. Alcance de los perfiles de vía.

Cada uno de los perfiles tiene un determinado alcance que depende de los parámetros previamente mencionados en el [capítulo 13](#). A continuación, en la Tabla 60 se muestran la distribución de los alcances de los perfiles para las vías del casco urbano y los centros poblados de los 7 corregimientos a iluminar del municipio de Landázuri.

Tabla 60. Alcance de los perfiles de vías por barrio y centro poblado.

Tipo de perfil	Alcance
Perfil de vía #2	Vía barrio las Brisas
Perfil de vía #2	Vía barrio el Progreso
Perfil de vía #2	Vía barrio las Palmas
Perfil de vía #2	Vía barrio Altos del Jardín
Perfil de vía #2	Vía barrio la Primavera
Perfil de vía #2	Vía barrio Villa Adelaida
Perfil de vía #2	Vía barrio el Hospital
Perfil de vía #2	Vía barrio Villa Alicia
Perfil de vía #2	Vía barrio el Centro
Perfil de vía #2	Vía barrio la Melona
Perfil de vía #2	Vía barrio el Morro
Perfil de vía #2	Vía barrio el Colegio
Perfil de vía #2	Vía barrio el Jardín
Perfil de vía #2	Vía barrio Pueblo Nuevo
Perfil de vía #1	Vía barrio la Cadena
Perfil de vía #1	Vía barrio Chapinero
Perfil de vía #1	Vía barrio la Atalaya
Perfil de vía #2	Vía C.P. la India
Perfil de vía #2	Vía C.P. Rio Blanco
Perfil de vía #2	Vía C.P. Miralindo
Perfil de vía #2	Vía C.P. San Ignacio
Perfil de vía #2	Vía C.P. Plan de Armas
Perfil de vía #1	Vía C.P. Kilómetro 15
Perfil de vía #1	Vía C.P. Bajo Jordán

FUENTE: Villamizar E. Dimas, Autor.

Cada uno de estos alcances tiene el deber de determinar el principio y final de las condiciones fotométricas particulares de cada vía, además de servir como referencia a la hora de la certificación, es decir al momento de una medición por parte de un certificador, los valores fotométricos de la Tabla 56 deberán cumplirse en la vía estudiada, a menos que exista una condición nueva que altere los resultados ya establecidos.

16.3. Proyección de la iluminación.

A continuación, en la Tabla 61 se muestran las distribuciones proyectadas para el diseño optimizado del sistema de alumbrado público en cada uno de los puntos eléctricos que fueron parte del estudio vistos en el [capítulo 10](#) (Tabla 37. Base de datos del alumbrado público, casco urbano, Landázuri. y Tabla 38. Base de datos del alumbrado público, zona rural, Landázuri.).

A continuación, se presenta un fragmento de los resultados de la proyección de iluminación para el casco urbano, para ver el los resultados completos ver Anexo 9.

Tabla 61. Resultados de la proyección de iluminación para el casco urbano del municipio de Landázuri Santander.

NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	POTENCIA LUMINARIA EXISTENTE (W)	TIPO DE LUMINARIA PROYECTADA	POTENCIA LUMINARIA PROYECTADA (W)
7008951	EL PROGRESO	7200722	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7197705	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7200927	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7200937	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
1411776403	EL PROGRESO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7197691	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7196693	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	9265422	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208995	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208987	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208979	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208944	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7209029	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7209037	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7197641	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7209070	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

FUENTE: Villamizar E. Dimas, Autor.

A continuación, en la Tabla 62 se presenta los resultados de la proyección de iluminación para los centros poblados de la zona rural del municipio y la potencia proyectada para cada uno de los puntos eléctricos obtenidos durante la recolección de la base de datos:

Además, se presenta un fragmento de los resultados de la proyección de iluminación para el casco urbano, para ver el los resultados completos ver Anexo 10.

Tabla 62. Resultados de la proyección de iluminación para los centros poblados de la zona rural del municipio de Landázuri Santander.

NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	POTENCIA LUMINARIA EXISTENTE (W)	TIPO DE LUMINARIA PROYECTADA	POTENCIA LUMINARIA PROYECTADA (W)
5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0340	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560063	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560209	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5500241	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0336	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	45W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560233	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560225	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560250	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560021	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560030	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560047	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559961	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559987	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559995	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560004	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560187	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	

FUENTE: Villamizar E. Dimas, Autor.

El resultado final se dividió en dos zonas del municipio, zona urbana y rural, la cual la zona urbana obtuvo un conteo de 254 unidades de luminarias de las cuales 35 luminarias son de 141W y 219 unidades de luminarias de 79W, además para la zona rural se obtuvo un conteo de 151 unidades de luminarias de las cuales 28 unidades de luminarias son de 141W y 123 unidades de luminarias de 79W, esto representa un ahorro del 32.65% de energía, y en términos a largo plazo existe la posibilidad de convertirse en un proyecto rentable en términos medioambientales y económicos.

<CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Actualmente el municipio de Landázuri Santander únicamente cuenta con vías tipo M4 y M5 para las zonas urbana y rural del municipio, la cual las vías tipo M4 son para los perfiles de vías relacionados con las vías nacionales que atraviesan los centros poblados y el casco urbano, además para las vías tipo M5 se clasificaron todos aquellos perfiles de vías comunes de las zonas restantes del municipio.
- En la realización del diseño fotométrico en la zona rural del municipio de Landázuri, fue necesario la observación de las propiedades constructivas apropiadas de las vías, pues cabe aclarar que no es certificable una iluminación en materiales de suelos no estipulados en el RETILAP.
- A la hora de realizar el levantamiento eléctrico es apropiado y necesario la correcta toma de datos todo ello para realizarlo en un menor tiempo posible y con una menor probabilidad de registrar datos repetitivos que puedan originar retrasos en la verificación de la base de datos, previamente se tuvo que trazar rutas para cada uno de los barrios y centros poblados con el fin de que la cobertura en la zona se realice de manera eficaz y ordenada.
- La implementación y desarrollo de un nuevo sistema de alumbrado público eficiente y moderno, proporciona beneficios considerablemente positivos en las condiciones de vida nocturna de las personas y de las comunidades del municipio, aumentando el comercio nocturno, mejorando la seguridad y disminuyendo la accidentalidad en las vías vehiculares, además de dar cumplimiento a cada uno de los criterios fotométricos estipulados en la normatividad vigente RETILAP.
- La georreferenciación de cada uno de los puntos eléctricos del alumbrado público tiene como objetivo agilizar la ubicación en los procesos de mantenimientos correctivos en caso de una falla en el sistema de alumbrado público y asegurando los niveles de iluminación, además de generar datos que puedan ser enlazados en sistemas de información y ubicación geográfica de manera remota.
- Para los diseños fotométricos realizados en un proyecto de iluminación es importante el uso de un software certificado, debido a que en ocasiones las características luminotécnicas no pueden ser calculadas por el profesional certificador ya que la cantidad de vías medidas por punto luminoso son extensas.
- Al optimizar el sistema de alumbrado público al 100% de las luminarias proyectadas tipo LED realizadas en este estudio, eventualmente provocará una disminución considerable en la potencia instalada del sistema en las zonas rural y urbana, lo que representa un ahorro energético del 32.65%, lo

cual a largo plazo se generará un menor impacto ambiental, además de cumplir con el máximo valor de densidad de potencia eléctrica para alumbrados públicos con un promedio de 0.68 W/m^2 lo cual es mucho menor al 1.06 y 0.86 establecidos por la norma en la Figura 89.

- La optimización de la iluminación tipo descarga a tecnología LED genera un ahorro, lo que conlleva a un menor desgaste de los conductores seleccionados únicamente para alumbrado público y también la vida útil de los centros de distribución, permitiendo una mayor confiabilidad y eficiencia del sistema con la opción de ampliar la carga instalada adyacente sin la necesidad de alterar la configuración existente.
- Los Proyectos de alumbrado público, como aquellos relacionados con la iluminación de vías y en general la iluminación de espacios de libre circulación, son proyectos de inversión que buscan aumentar la seguridad, productividad y mejoramiento de la calidad de vida de la población, para ello se debe seguir el siguiente procedimiento para el sutil desarrollo:
 1. Toma de datos mediante el levantamiento eléctrico que se realiza en las zonas determinadas para el proyecto de iluminación.
 2. Georreferenciar los puntos eléctricos.
 3. Diseño de la base de datos con la información de los centros de distribución, punto físico y altura del poste, potencia actual de la luminaria instalada, etc.
 4. Diseño del plano eléctrico del sistema de alumbrado público actual.
 5. Clasificación de las vías.
 6. Diseño fotométrico con un programa certificado de iluminación como en el caso DIALux.
 7. Creación de los perfiles de vías de acuerdo a las características y propiedades físicas de las calles.
 8. Cálculo del máximo valor de densidad eléctrica para alumbrados públicos, DPEA.
 9. Proyección de la nueva iluminación diseñada.
- La factibilidad económica va ligada al estudio social para un proyecto de iluminación ya que los cambios que se generan a largo plazo se evidencian en las variaciones por parte de la facturación y recaudo, estos son impuestos aplicados a los usuarios que se benefician del sistema a través de la iluminación pública, y dichos parámetros son proporcionales ya que, a mejores beneficios económicos para el municipio, mayores beneficios sociales a la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

cambio de tecnologia del alumbrado publico vista desde un punto economico y energetico, TUNJA. (n.d.).

Carga, L., Cuenta, V., Adri, M., Direcci, C., Cubierto, C., Palma, L. A. S., Tagual, A. P. P., Totales, L., Cr, C., Repotencia, O., Iva, I., & Total, O. (2020). *Municipio de landazuri ap.*

ESTADO DE CUENTA A.P. LANDAZURI. (2018). *Municipio de landazuri ap.*

Informaci, C. D. E., & Redes, D. E. (2018). *Electrificadora de santander s.a. esp.*

Informaci, C. D. E., & Redes, D. E. (2020). *Electrificadora de santander s.a. esp.*

Lámpara - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2017).

<https://es.wikipedia.org/wiki/Lámpara>

Lámpara de vapor de mercurio - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2020).

https://es.wikipedia.org/wiki/Lámpara_de_vapor_de_mercurio

Martinez, H. (2007). Alumbrado público exterior - Guía didáctica para el buen uso de la energía. *Alumbrado Público Exterior*, 28.

Pesántez Pesántez, F. E., & Valdez Salamea, A. V. (2014). *Diseño de un sistema de optimización de energía eléctrica para iluminación en sectores críticos de la Universidad Politécnica Salesiana sede matriz Cuenca.*

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7455>

Presión de vapor - Wikipedia, la enciclopedia libre. (2020).

https://es.wikipedia.org/wiki/Lámpara_de_vapor_de_sodio

Pública, I., & Antioquia, M. S. B. M. (2009). *PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA "LED" PARA LA ILUMINACION PÚBLICA EN ANTIOQUIA. ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA.*

Público, D. E. L. A. (2014). *INFORME FINAL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO Coordinador de Proyecto.*

RETILAP. (2010).

Servicio de alumbrado público para municipios. (2021).

Velasco Gomez, J. S. (2018). *Análisis y diseño del sistema optimizado de alumbrado público con tecnología LED para el municipio de Nemocón , Departamento de Cundinamarca .*

cambio de tecnologia del alumbrado publico vista desde un punto economico y energetico, TUNJA. (n.d.).

Carga, L., Cuenta, V., Adri, M., Direcci, C., Cubierto, C., Palma, L. A. S., Tagual, A. P. P., Totales, L., Cr, C., Repotencia, O., Iva, I., & Total, O. (2020). *Municipio de landazuri ap.*

- ESTADO DE CUENTA A.P. LANDAZURI. (2018). *Municipio de landazuri ap.*
- Informaci, C. D. E., & Redes, D. E. (2018). *Electrificadora de santander s.a. esp.*
- Informaci, C. D. E., & Redes, D. E. (2020). *Electrificadora de santander s.a. esp.*
- Lámpara - *Wikipedia, la enciclopedia libre.* (2017).
<https://es.wikipedia.org/wiki/Lámpara>
- Lámpara de vapor de mercurio - *Wikipedia, la enciclopedia libre.* (2020).
https://es.wikipedia.org/wiki/Lámpara_de_vapor_de_mercurio
- Martinez, H. (2007). Alumbrado público exterior - Guía didáctica para el buen uso de la energía. *Alumbrado Público Exterior*, 28.
- Pesántez Pesántez, F. E., & Valdez Salamea, A. V. (2014). *Diseño de un sistema de optimización de energía eléctrica para iluminación en sectores críticos de la Universidad Politécnica Salesiana sede matriz Cuenca.*
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7455>
- Presión de vapor - *Wikipedia, la enciclopedia libre.* (2020).
https://es.wikipedia.org/wiki/Lámpara_de_vapor_de_sodio
- Pública, I., & Antioquia, M. S. B. M. (2009). *PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA "LED" PARA LA ILUMINACION PÚBLICA EN ANTIOQUIA.* ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA.
- Público, D. E. L. A. (2014). *INFORME FINAL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO Coordinador de Proyecto.*
- RETILAP. (2010).
- Servicio de alumbrado público para municipios.* (2021).
- Velasco Gomez, J. S. (2018). *Análisis y diseño del sistema optimizado de alumbrado público con tecnología LED para el municipio de Nemocón , Departamento de Cundinamarca .*

ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de Actividades.

ACTIVIDAD	SEMANAS												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Investigación documental del estado actual del sistema de alumbrado público del municipio.	■	■	■	■									
2. Creación de la base de datos de acuerdo a la información recopilada.			■	■	■								
3. Análisis Y diagnóstico de la base de datos recolectada.			■	■	■								
4. Georreferenciación de datos.					■	■							
5. Estructuración de la base de datos.						■	■						
6. Diseño del plano eléctrico actual del sistema de alumbrado público.						■	■	■					
7. Aplicación de la normatividad RETILAP.							■	■	■				
8. Diseño fotométrico y cálculos de luminancia e iluminancia para el nuevo sistema de alumbrado público con luz LED en DIALux.							■	■	■				
9. Diseño del sistema de alumbrado público proyectado con la nueva tecnología LED en DIALux.									■	■	■		
10. Recopilación de información de facturación y recaudos del sistema de											■	■	■

Anexo 7. Hoja de características luminaria Schröder Avento 1 / 192 leds / 141 W.

SCHREDER AVENTO 1 / 5261 / 192 LEDs 233mA NW 740 141W // 430202 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 37 72 96 100 82

CONCEPT

Family of 3 road LED luminaires

Recommended installation height: between 4m and 45m
For optimal heat dissipation, the driver and LED engine are in separate compartments and juxtaposed in a horizontal section

HOUSING & FINISH
• Housing in high-pressure, die-cast aluminium, polyester powder coated
• Top Cover in Polypropylene for AVENTO S
• Colour: RAL 7040

INSTALLATION
• Luminaire fixed by side-entry, suitable for 42 - 48 - 60mm diameter
• Built-in inclination 0° for AVENTO 1 & 2
• Avento S enables on-site adjustment of the tilt angle by 5° step (-10° to +5°)
• Post-top adapter diameter 48-60mm or 76mm, tightened with 2 stainless steel screws
• Direct access to the driver compartment without tool for easy maintenance on-site

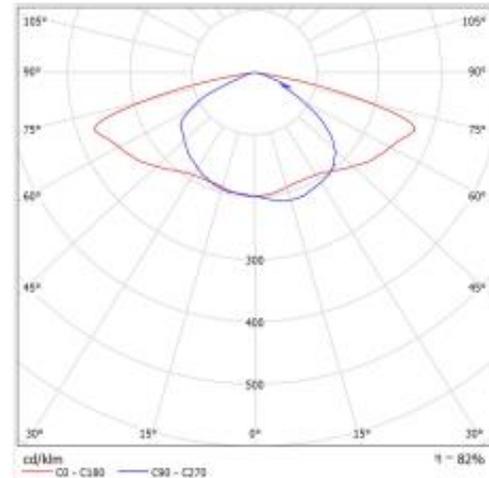
OPTICAL UNIT
• Protected against lens degradation by 5mm thick extra-clear hardened glass
• Flatbed PCB with acrylic lens overlay principle
• Photometric distributions: for medium road to motorway, medium and large area
• CRI > 70
• ULDOR: 0%

LED lumen depreciation
• Lifetime residual flux @ Tq=25°C
@ 100.000 hrs: 700mA on the driver: 85%

ELECTRICAL
• Class I (CL III for Avento S)
• Input voltage: 120-277V - 50-60Hz
• Power factor > 90% at full load
• Surge protection: 10kV minimum (20kV optional)

STANDARDS & CERTIFICATIONS
• CE
• ENEC
• LM79-80

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Anexo 8. Schröder Voltana 3 / 5119 / 24 leds / 79 W.

SCHREDER VOLTANA 3 / 5119 / 24 LEDs 1000mA NW 740 79W // 423872 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 28 62 96 100 84

CONCEPT

Family of 6 road LED luminaires

Recommended installation height: between 4m and 12mm
For optimal heat dissipation, the driver and LED engine are in separate compartments and juxtaposed in a horizontal section

HOUSING & FINISH
• Housing in high-pressure, die-cast aluminium, polyester powder coated
• Colour: RAL 7038

INSTALLATION
• Luminaire can be fixed by side-entry with a clamp, suitable for 42-60mm diameter
• Built-in inclination steps: -10°, -5°, 0°, 5°
• Post-top adapter diameter 48-60mm or 76mm, tightened with 2 stainless steel screws
• Direct access to the driver compartment with screws for easy maintenance on-site

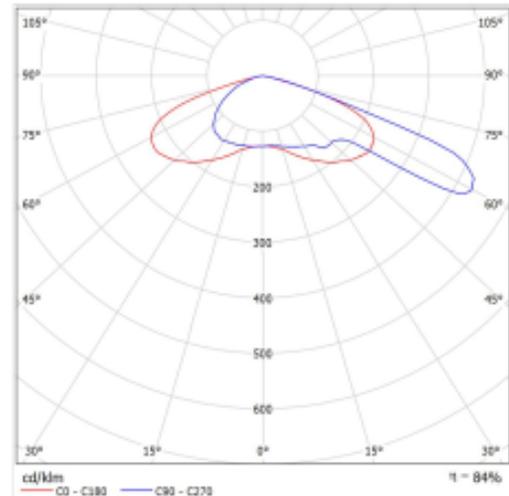
OPTICAL UNIT
• Protected against lens degradation by 5mm thick extra-clear hardened glass
• Flatbed PCB with acrylic lens overlay principle
• Various photometric distributions: from narrow road to motorway, medium and large area
• CRI > 70
• UGR: 0%

LED lumen depreciation
• Lifetime residual flux @ Tq=25°C @ 100.000 hrs: 350mA & 500mA: 90%; 700mA: 80%; 1A: 70%

ELECTRICAL
• Class I or Class II
• Input voltage: 120-277V - 50-60Hz
• Power factor > 90% at full load
• Surge protection: 4kV minimum (10kV + 10kA optional)
• Thermal protection on LED PCBA (see Thermix concept)

STANDARDS & CERTIFICATIONS
• CE
• ENEC
• LM79-80
• ROHS
• Certified for 3G vibration

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Anexo 9. Resultados de la proyección de iluminación para el casco urbano del municipio de Landázuri Santander.

NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	POTENCIA LUMINARIA EXISTENTE (W)	TIPO DE LUMINARIA PROYECTADA	POTENCIA LUMINARIA PROYECTADA (W)
7008951	EL PROGRESO	7200722	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7197705	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7200927	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7200937	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
1411776403	EL PROGRESO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7197691	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7196693	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	9265422	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208995	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208987	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208979	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7208944	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7209029	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7209037	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7197641	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5084594	LAS BRISAS	7199856	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7197524	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
2015091423	EL PROGRESO	7199619	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7199597	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7199589	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL PROGRESO	7199520	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5084594	LAS BRISAS	7197608	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199503	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7197616	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199635	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199643	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199651	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199652	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199686	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199694	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199708	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
LAS BRISAS	7199716	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	

	LAS BRISAS	9215263	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	9215271	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	9215298	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	9215310	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
2016021330	LAS BRISAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	8433577	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	8433585	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	8433593	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	5017200	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	9817182	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	9817166	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	9817191	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	8433747	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	5019460	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	ILEGIBLE	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	5019443	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200251	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200510	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	9265317	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	5019478	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200528	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200579	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
LAS PALMAS	8433631	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
LAS PALMAS	7200412	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
LAS PALMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
LAS PALMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
4600030833	LAS PALMAS	7198205	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200498	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200382	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	724455	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200404	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200358	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

	LAS PALMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200331	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200315	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7200323	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS PALMAS	7198191	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200421	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200188	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200226	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200137	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5084594	LAS BRISAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7199830	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
4600030838	EL MORRO	ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7209118	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7209096	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7209088	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
1841681	EL COLEGIO	7199783	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL COLEGIO	7199775	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL COLEGIO	5019641	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL COLEGIO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
4600030838	LAS BRISAS	7200098	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7200102	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7200111	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LAS BRISAS	7200129	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LOS ALTOS DEL JARDÍN	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7193183	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7209240	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7209223	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7209215	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7198175	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7209207	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL MORRO	7198159	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	9789405	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	9265007	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	8433721	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	9815708	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

	LA PRIMAVERA	8433712	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
1341684	LA PRIMAVERA	9817069	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	7201974	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	7201958	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	7201923	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	7201940	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	7201990	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	7201893	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA PRIMAVERA	SIN POSTE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA ATALAYA	ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA ATALAYA	7202041	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA ATALAYA	7198230	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA ATALAYA	ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA ATALAYA	7198248	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA ATALAYA	9215409	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	2017100417	LA ATALAYA	719856	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds
LA ATALAYA		ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		7198272	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		7199210	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
LA ATALAYA		7199236	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
VILLA ALICIA		8801177	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		9215409	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		8801169	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		7202121	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		8801185	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		8801186	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		5019213	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		9215417	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA		9215425	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
VILLA ALICIA	9215433	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
VILLA ALICIA	7198612	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
4600030834	EL HOSPITAL	7198621	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

	EL HOSPITAL	7198850	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	7198841	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	7198779	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	7198752	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	VILLA ADELAIDA	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	VILLA ADELAIDA	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	VILLA ADELAIDA	9762027	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	VILLA ADELAIDA	8564230	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	VILLA ADELAIDA	9762043	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	7198795	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	7198655	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	7198647	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL HOSPITAL	7198787	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
2017100417	LA ATALAYA	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA ATALAYA	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA ATALAYA	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
4600030833	LOS ALTOS DEL JARDÍN	7200245	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
1341684	CHAPINERO	5019575	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	CHAPINERO	7198124	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	CHAPINERO	7202134	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	CHAPINERO	7202156	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	CHAPINERO	7199040	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
5124016	LA CADENA	7199031	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	7202237	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
5123984	LA CADENA	7198051	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	7198043	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	7198001	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	7198922	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	7198989	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	LA CADENA	ILEGIBLE	120W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
4600030834	PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PUEBLO NUEVO	7198027	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

	PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PUEBLO NUEVO	7198035	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PUEBLO NUEVO	7198558	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
1341684	PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PUEBLO NUEVO	7198574	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
4600030834	PUEBLO NUEVO	7198591	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PUEBLO NUEVO	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5124016	LA MELONA	7202229	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA MELONA	7193015	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA MELONA	7199007	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA MELONA	7197918	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5078243	EL CENTRO	ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	7197853	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	7197985	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	7197756	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	7198302	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL CENTRO	ILEGIBLE	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
2015091423	EL CENTRO	7197934	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5124016	EL CENTRO	7197870	EN REPARACIÓN	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5078243	EL JARDÍN	8694338	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	7197713	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	1596951	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
2018090069	EL JARDÍN	1596977	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	9215450	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	9215476	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	9215484	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	8854360	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	8854351	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	7198442	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	7198434	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	7201079	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	7205571	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	9431667	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	7197748	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	EL JARDÍN	ILEGIBLE	100w	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
7008951	EL PROGRESO	7200943	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

Anexo 10. Resultados de la proyección de iluminación para los centros poblados de la zona rural del municipio de Landázuri Santander.

NÚMERO CD	BARRIO	PUNTO FÍSICO	POTENCIA LUMINARIA EXISTENTE (W)	TIPO DE LUMINARIA PROYECTADA	POTENCIA LUMINARIA PROYECTADA (W)
5559961	LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0340	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560063	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560209	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5500241	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	CI0336	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	45W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560233	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560225	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560250	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560021	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560030	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560047	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559961	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559987	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559995	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560004	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560187	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
2018050132	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	30W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560195	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560179	50W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560179	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5559952	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5560152	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	1661710	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	1664701	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	1664702	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961219	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961235	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559880	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559901	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	9924540	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559910	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559628	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559839	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559847	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559952	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
LA INDIA (REUBICACIÓN)	9215590	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
2018050132	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961243	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7837283	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961286	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	5559812	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961316	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961324	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	ILEGIBLE	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (REUBICACIÓN)	7961375	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

5028302	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	50W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	50W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	30W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	LA INDIA (ASODECAR)	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
-	KILOMETRO 15	9264698	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	5444462	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	7562314	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	7562322	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	7562381	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	KILOMETRO 15	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
7854498	BAJO JORDAN	ILEGIBLE	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221619	EN REPARACIÓN	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221801	50W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7854455	150W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7854455	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
3004492	BAJO JORDAN	9212558	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7754421	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	9212566	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221703	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221703	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7854404	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221614	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7854391	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	9269304	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7854382	100W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221592	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7318014	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221576	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
	BAJO JORDAN	7221568	70W	Schröder Avento 1 / 192 leds	141
8092061	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	8092061	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79

	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	100W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	30W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	30W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	PLAN DE ARMAS	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
5471664	MIRALINDO	5116279	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	3110252	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	5471966	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	5116198	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	5471761	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	5471664	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	S.P.	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	5116448	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	5116457	70w	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	MIRALINDO	5116457	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	8751675	MIRALINDO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds
MIRALINDO		5110503	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO		ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO		8751686	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO		8709483	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO		8754781	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO		8751675	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO		8754811	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO		8754756	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
SAN IGNÁCIO	8754667	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	
SAN IGNÁCIO	8754764	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79	

	SAN IGNÁCIO	8754621	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8751560	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8961631	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754616	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754632	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754589	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754721	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754683	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754713	120W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754705	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8754659	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	SAN IGNÁCIO	8709475	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
	4261623	RÍO BLANCO	ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds
RÍO BLANCO		ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
RÍO BLANCO		1242215	400W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79
RÍO BLANCO		ILEGIBLE	70W	Schröder Voltana 3 / 24 leds	79