

"ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ- BOYACÁ"

CHIQUINQUIRÁ – BOYACÁ	***ABRIL DE 2023***

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 7
2 GLOSARIO 9
3 CONTEXTO MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ 13
3.1 GEOGRAFÍA 13
3.2 POBLACIÓN 14
3.3 HIDROGRAFÍA 15
3.4 CLIMA 15
3.5 ECONOMÍA 15
3.6 TRANSPORTE Y VÍAS 16
3.7 COBERTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS 17
3.8 SITIOS DE INTERÉS 18
4 NORMATIVIDAD GENERAL Y JURISPRUDENCIA RELEVANTE APLICABLE AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 19
4.1 NORMATIVIDAD GENERAL 19
4.2 JURISPRUDENCIA RELEVANTE 21
4.3 MARCO LEGAL EN MATERIA DE ALUMBRADO PÚBLICO 22
4.3.1 RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022 26
4.4 NORMAS TÉCNICAS APLICABLES 33
4.4.1 Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP 33
4.4.2 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE 33
4.4.3 URE (Uso racional y eficiente de la energía) 33
4.4.4 Norma técnica colombiana NTC 2050 34
5 ANÁLISIS CONTRACTUAL Y FINANCIERO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ – BOYACÁ 35
5.1 ESQUEMAS DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 35
5.2 ESTRUCTURA ORGANICA DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE A. P. DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ 35
5.3 ANTECEDENTES CONTRACTUALES. 36
5.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS 45
6 ACTIVIDADES DE INTERVENTORÍA 49
7 ANÁLISIS FINANCIERO DEL SISTEMA ACTUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO 54
7.1 CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES 66
7.2 ANALISIS DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO. 68
7.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MARCO DEL DECRETO 943 68
7.2.2 Definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos. 69
7.3 COSTOS DESAGREGADOS DE PRESTACIÓN PARA LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO 70
7.3.1 Fórmula general de costos para la prestación del servicio y el uso de los activos vinculados al servicio de Alumbrado Público. 70
7.3.2 Parámetros de entrada para la determinación de los costos de Alumbrado Público 70
7.3.3 Costos de las unidades constructivas del Sistema de Alumbrado Público 72
7.3.4 Costo del suministro de la energía 74
7.3.5 Índice de Disponibilidad de la Infraestructura instalada. 78
8 MARCO AMBIENTAL 84
8.1 COEXISTENCIA DE LAS LUMINARIAS CON LOS ÁRBOLES EN LAS VÍAS. 88
8.2 USO RACIONAL DE ENERGÍA 88
9 TECNOLOGÍA A REMPLAZAR EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO. 91
9.1 LUMINARIA DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN: 91
9.2 LUMINARIA DE SODIO A ALTA PRESIÓN: 91
9.3 LUMINARIA DE METAL HALIDE 92
9.4. NUEVA TECNOLOGÍA 92
9.4.1. LUMINARIA LED. 92
10. REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO EN EL ALUMBRADO PÚBLICO 94

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

10.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS DISEÑOS FOTOMETRICOS. 97
10.2. USO DEL SOFTWARE 97
10.2.1. ESTUDIO TÉCNICO POR MEDIO DE 3 ALTERNATIVAS. 98
10.2.2. ALURBAN M 99
10.2.3. TRAVEYO 100
10.2.4. 3 SLCS 101
10.3. CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS 102
10.3.1. VÍAS VEHICULARES 102
10.3.2. VÍAS PARA TRÁFICO PEATONAL Y CICLISTAS. 103
10.4. CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL USO Y TIPO DE VÍA 103
10.5. REQUISITOS DE ILUMINACIÓN MANTENIDOS PARA VÍAS VEHÍCULARES. 104
10.6. GUÍAS DE VISIBILIDAD EN VÍAS DE VELOCIDADES ELEVADAS 105
10.7. LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS 106
10.8. CONFIGURACIONES BÁSICAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE ILUMINACIÓN 106
10.8.1. DISPOSICIÓN UNILATERAL. 107
10.8.2. CENTRAL DOBLE. 107
10.8.3. BILATERAL ALTERNADA. 107
10.8.4. CASOS ESPECIALES DE DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS. 108
10.9. CRITERIOS DE DISEÑO 109
10.9.1. ILUMINACIÓN DE OTRAS ÁREAS DEL ESPACIO PÚBLICO. 112
10.9.2. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA. 113
10.9.3. ORÍGENES DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA. 113
10.9.4. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA. 114
10.9.5. COMO MINIMIZAR EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA. 114
10.10. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE MUNICIPIO CHIQUINQUIRÁ 118
10.10.1. INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ 119
10.10.2. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ 120
10.10.3. MUESTREO LUMÍNICO 122
11. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN ALUMBRADO PÚBLICO 127
11.1. LA CARACTERIZACIÓN DE VÍAS DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE, ARROJA LOS SIGUIENTES PERFILES LUMÍNICOS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ, 127
12. PROPUESTA DE MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN 135
13. PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 168
13.1. ANÁLISIS DE DISMINUCIÓN DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO AL MEDIO AMBIENTE. 168
13.2. IMPACTO MEDIO AMBIENTAL 169
14. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS LUMINARIAS REQUERIDAS 170
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 172

INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1.Tipos de Luminarias en el Municipio 118
Grafica 2.Consumo de Luminarias en el Municipio 119
Grafica 3. Infraestructura Vial 120

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. División administrativa del municipio 14
Ilustración 2. Población desagregada por sexo 14
Ilustración 3. Población desagregada por área 15
Ilustración 4. Cobertura de servicios públicos 17
Ilustración 5. Tarifa de energía de acuerdo a la Resolución CREG 28
Ilustración 6. Definición en la Resolución CREG 28
Ilustración 7. Ecuación para calcular el CINV 28

Ilustración 8. Ecuación para calcular CAAn 29
Ilustración 9. Esquema resolución CREG 101 013 de 2022 31
Ilustración 10. Responsabilidades del municipio frente a la prestación del Servicio de Alumbrado Público 35
Ilustración 11. Estructura Organización de la Prestación del servicio de AP. Del Municipio de Chiquinquirá. 36
Ilustración 12. Costo AP, de acuerdo a la resolución CREG 43
Ilustración 13. Ecuación para calcular CSEE 43
Ilustración 14. Componentes del Costo Unitario de Energía Eléctrica KWh 47
Ilustración 15. Valores históricos del componente G reportados a XM 47
Ilustración 16.Grupos para la valoración de las Unidades Constructivas del servicio de Alumbrado Público identifica 72
Ilustración 17.El costo total de cada Unidad Constructiva de Alumbrado Público se compone de 73
Ilustración 18.Componentes del Costo Unitario de Energía Eléctrica KWh 75

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.Separación mínima entre árboles y los postes con las luminarias de Alumbrado Público, para evitar sombras sobre la vía..... 88
Imagen 2.Luminaria de Mercurio a Alta Presión. Fuente PHILIPS..... 91
Imagen 3.Luminaria de Sodio a Alta Presión. Fuente OSRAM 92
Imagen 4.Luminaria de Metal Halide. Fuente PHILIPS 92
Imagen 5.Luminaria Tipo LED 93
Imagen 6.Simulador Software DIALUX EVO 10.2.1 98
Imagen 7.Caraterización de los Proyectos de Alumbrado Público 98
Imagen 8.Muestra de Luminaria. ALURBAM M 99
Imagen 9.Muestra de Luminaria. TRAVEYO 100
Imagen 10.Muestra de Luminaria. 3SLCS..... 101
Imagen 11.Disposición Unilateral..... 107
Imagen 12.Disposición Central Doble..... 107
Imagen 13.Disposición Bilateral Doble 108
Imagen 14.Disposición de luminarias en trayectos curvos..... 108
Imagen 15.Disposición de Luminarias en calzadas con pendiente 109
Imagen 16.Control de flujo luminoso de proyectores 115
Imagen 17.Ángulo de inclinación de las luminarias..... 115
Imagen 18.Ángulo de inclinación de las luminarias para proyectores en fachadas 116
Imagen 19..Control de flujo luminoso de luminarias esféricas o globos..... 116
Imagen 20.Ángulo de inclinación de proyectores 116
Imagen 21.Tipos de Vía 120
Imagen 22.Vía M3..... 121
Imagen 23.Vía M4..... 121
Imagen 24.Resultados medición 1..... 122
Imagen 25.Resultados medición 2..... 123
Imagen 26.Resultados medición 3..... 124
Imagen 27.Resultados medición 4..... 125
Imagen 28. Perfil Vial 1 M3 127
Imagen 29.Perfil Vial 2 M3 127
Imagen 30.Perfil Vial 3 M3 128
Imagen 31.Perfil Vial 4 M3 128
Imagen 32.Perfil Vial 5 M3 129
Imagen 33.Perfil Vial 6 M4 129
Imagen 34.Perfil Vial 7 M4 130
Imagen 35.Perfil Vial 8 M4 130
Imagen 36.Perfil Vial 9 M4 131
Imagen 37.Perfil Vial 10 M4 131
Imagen 38.Perfil Vial 10 M5 132

Imagen 39.Perfil Vial 11 M5 132
Imagen 40.Perfil Vial 12 M5 133
Imagen 41.Perfil Vial 13 M5 133
Imagen 42.Perfil Vial 14 M5 134
Imagen 43.Perfil Vial 15 M5 134
Imagen 44.Perfil Vial DIALUX PERFIL 1 M3 135
Imagen 45.Resumen de Resultado de Alternativa 1 136
Imagen 46.Imagen 43. Resumen de Resultado de Alternativa 2 136
Imagen 47.Imagen 44. Resumen de Resultado de Alternativa 3 137
Imagen 48.Perfil Vial DIALUX PERFIL 2 M3 137
Imagen 49.Resumen de Resultado de Alternativa 1 138
Imagen 50.Resumen de Resultado de Alternativa 2 138
Imagen 51.Resumen de Resultado de Alternativa 3 139
Imagen 52.Perfil Vial DIALUX PERFIL 3 M3 139
Imagen 53.Resumen de Resultado de Alternativa 1 140
Imagen 54.Resumen de Resultado de Alternativa 2 140
Imagen 55.Resumen de Resultado de Alternativa 3 141
Imagen 56.Perfil Vial DIALUX PERFIL 4 M3 141
Imagen 57.Resumen de Resultado de Alternativas 1 142
Imagen 58.Resumen de Resultado de Alternativa 2 142
Imagen 59.Resumen de Resultado de Alternativa 3 143
Imagen 60.Perfil Vial DIALUX PERFIL 5 M4 143
Imagen 61.Resumen de Resultado de Alternativa 1 144
Imagen 62.Resumen de Resultado de Alternativa 2 144
Imagen 63.Resumen de Resultado de Alternativa 3 145
Imagen 64. Perfil Vial DIALUX 6 M4 145
Imagen 65.Resumen de Resultado de Alternativa 1 146
Imagen 66.Resumen de Resultado de Alternativa 2 146
Imagen 67.Resumen de Resultado de Alternativa 3 147
Imagen 68.Perfil Vial DIALUX 7 M4 147
Imagen 69.Resumen de Resultado de Alternativa 1 148
Imagen 70.Resumen de Resultado de Alternativa 2 148
Imagen 71.Resumen de Resultado de Alternativa 3 149
Imagen 72.Perfil Vial DIALUX 8 M4 149
Imagen 73.Resumen de Resultado de Alternativa 1 150
Imagen 74.Resumen de Resultado de Alternativa 2 150
Imagen 75.Resumen de Resultado de Alternativa 3 151
Imagen 76.Perfil Vial DIALUX 9 M4 151
Imagen 77.Resumen de Resultado de Alternativas 1 152
Imagen 78.Resumen de Resultado de Alternativa 2 152
Imagen 79.Resumen de Resultado de Alternativa 3 153
Imagen 80.Perfil Vial DIALUX 10 M4 153
Imagen 81.Resumen de Resultado de Alternativa 1 154
Imagen 82.Resumen de Resultado de Alternativa 2 154
Imagen 83.Resumen de Resultado de Alternativa 3 155
Imagen 84.Perfil Vial DIALUX 10 M5 155
Imagen 85.Resumen de Resultado de Alternativa 1 156
Imagen 86.Resumen de Resultado de Alternativa 2 156
Imagen 87.Resumen de Resultado de Alternativa 3 157
Imagen 88.Perfil Vial DIALUX 11 M5 157
Imagen 89.Resumen de Resultado de Alternativa 1 158
Imagen 90.Resumen de Resultado de Alternativa 2 158
Imagen 91.Resumen de Resultado de Alternativa 3 159
Imagen 92.Perfil Vial DIALUX 12 M5 159
Imagen 93.Resumen de Resultado de Alternativa 1 160
Imagen 94.. Resumen de Resultado de Alternativa 2 160

Imagen 95.Resumen de Resultado de Alternativa 3 161
Imagen 96.Perfil Vial DIALUX 13 M5 161
Imagen 97.Resumen de Resultado de Alternativa 1 162
Imagen 98.Resumen de Resultado de Alternativa 2 162
Imagen 99.Resumen de Resultado de Alternativa 3 163
Imagen 100.Perfil Vial DIALUX 14 M5 163
Imagen 101.Resumen de Resultado de Alternativa 1 164
Imagen 102.Resumen de Resultado de Alternativa 2 164
Imagen 103.Resumen de Resultado de Alternativa 3 165
Imagen 104.Perfil Vial DIALUX 15 M5 165
Imagen 105.Resumen de Resultado de Alternativa 1 166
Imagen 106.Resumen de Resultado de Alternativa 2 166
Imagen 107.Resumen de Resultado de Alternativa 3 167

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Datos Generales del Municipio 13
Tabla 2. Sitios de interés del municipio 18
Tabla 3. Conjunto normativo 22
Tabla 4. Costos de AOM 30
Tabla 5. Modificaciones del contrato de concesión 37
Tabla 6. Modificaciones realizadas 40
Tabla 7. Inventario de infraestructura de Alumbrado Público Municipio de Chiquinquirá 42
Tabla 8. Flujo ejecutado - periodo 2008 - 2018 54
Tabla 9. Flujo ejecutado y Proyectado 2018 - 2029 54
Tabla 10. Flujo de caja ejecutado 2015-2018 55
Tabla 11. Valores reconocidos y pagados al concesionario para la vigencia 2019, 2020, 2021 y 2022 56
Tabla 12. Flujo de caja ejecutado vigencia 2021. 56
Tabla 13. Flujo de caja ejecutado vigencia 2022 (ene-nov) 57
Tabla 14. flujo de Caja proyectado, remuneración concesionaria. 58
Tabla 15. Resultados obtenidos de CINV y CAOM 59
Tabla 16. Comparativa de resultados y el flujo estimado 59
Tabla 17.Inventario Actual 68
Tabla 18.Cantidades proyectos de expansión y modernización 69
Tabla 19. Parámetros para determinar los costos de Alumbrado Publico 70
Tabla 20.Vida Útil de los grupos de UCAP 73
Tabla 21.Unidades constructivas del sistema de alumbrado público 73
Tabla 22.Consumo y costo de energía proyectado 75
Tabla 23.Costo de la Actividad de Inversión para los proyectos de expansión 79
Tabla 24.. Costo de la actividad de administración, operación y mantenimiento de las luminarias a instalar en el proyecto de modernización y expansión 81
Tabla 25. Costo de la actividad de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura diferente a luminarias. 81
Tabla 26.Costos totales para un mes tipo 83
Tabla 27.Niveles de Contaminación. 87
Tabla 28.Clases de Iluminación para Vías Vehiculares 102
Tabla 29.Variación en las Clases de Iluminación por Tipo de Ví 102
Tabla 30.Clases de Iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y ciclistas. 103
Tabla 31.Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la iluminación de la calzada 104

Tabla 32. Valores mínimos mantenidos de iluminación promedio (lx) en vías motorizadas 104
Tabla 33. Clases de Iluminación en áreas de vías vehiculares 104
Tabla 34. Recomendación para disposición de luminarias 106
Tabla 35.Infraestructura existente en el municipio 118
Tabla 36.Distribución de las Vías 119
Tabla 37.Especificaciones de Luminarias en el proyecto de AP 135
Tabla 38. Proyección de Luminarias 167
Tabla 39.Cantidades de Proyectadas AP Chiquinquirá. 167
Tabla 40.Propuesta de eficiencia energética en porcentaje. 168
Tabla 41.Propuesta cálculo de impacto ambiental. 168
Tabla 42.Propuesta cálculo de impacto ambiental. 169
Tabla 43. Características de las Luminarias a Instalar 170

1 INTRODUCCIÓN

El municipio de Chiquinquirá – Boyacá, celebró el contrato No. 2022-374 de diciembre 09 de 2022, con la firma OMEGA CONSULTING ASOCIADOS SAS, cuyo Objeto es *"PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA BRINDAR APOYO EN LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO DE REFERENCIA QUE INCLUYE EL ANÁLISIS TÉCNICO, JURÍDICO Y FINANCIERO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ, DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL DECRETO 943 DE 2018 Y DEMÁS NORMAS CONCORDANTES Y COMPLEMENTARIAS",* en dicho objeto tiene como alcance el servicio de alumbrado público, con sus definiciones y criterios generales, descripción de riesgos asociados a la prestación del servicio, especificaciones del impuesto de alumbrado público, situación actual del servicio de alumbrado, diagnósticos técnicos en la zona urbana y rural.

La prestación del servicio de Alumbrado Público constituye un servicio indivisible, en la medida que su prestación se hace a una colectividad en general. En ese sentido, los municipios o distritos deberán garantizar la continuidad y calidad en la prestación del servicio de alumbrado público, así como los niveles adecuados de cobertura. Además, el servicio de alumbrado público es esencial. No basta que un ciudadano tenga acceso al servicio en el sector donde habita, si no que a su vez tiene interés en que su prestación efectiva abarque la totalidad del territorio del municipio.

El servicio de alumbrado público es un bien público local no divisible prestado a una colectividad, es decir, es bien púbico porque la misma unidad de dicho bien o servicio es consumida por varias personas simultáneamente; y es un servicio indivisible, por corresponder a una prestación a una colectividad general, sin que sea factible desagregarlo o fraccionarlo desde el punto de vista jurídico como deber público, clasificándolo como un servicio esencial con protección constitucional y legal1,. En este sentido, nadie puede sustraerse a su prestación o su financiamiento vía tributo, ni el municipio o distrito puede negarse a brindarlo. Está regido bajo el principio de continuidad en la medida en que no puede interrumpirse o paralizarse. Está sujeto a un presupuesto de regularidad que determina que debe ser prestado en forma correcta y de acuerdo con las exigencias técnicas que resultan concordantes con la política nacional de ahorro de energía.

En este sentido, es necesario tener en cuenta las directrices introducidas por el Decreto 943 de 2018 relacionadas con la prestación del servicio de alumbrado público, y los artículos 5°, 9° y 10° en lo relacionado al estudio técnico de referencia, a los criterios de determinación del impuesto y su respectiva metodología.

Según indica el parágrafo del artículo 10 del Decreto 943 de 2018, mientras el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que para estos efectos sea delegada no establezca la metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público, se seguirá aplicando la metodología establecida en la Resolución 101 013 de 2022 y todas aquellas Resoluciones que la modifiquen, adicionen o complementen que para los efectos se entienden vigentes."

Ahora bien, después de analizar los costos de la prestación del servicio de alumbrado público, acto seguido analizara la tarifa del impuesto de alumbrado público a cargo de los contribuyentes en el Municipio, velando que el mismo sea conforme a las normas vigentes y que no se genere un exceso en su cobro, para lo cual el municipio es el responsable de la información suministrada para realizar el presente análisis.

De este modo se propenderá por asegurar la adecuada prestación del alumbrado púbico en el Municipio en términos de modernización, desarrollo, innovación, eficiencia, calidad, cobertura, garantías, oportunidad, proporcionalidad, y costos adecuados del servicio.

En ese sentido, la finalidad del presente estudio es realizar un análisis integral desde los puntos de vista financiero, jurídico, técnico y tarifario de la prestación del servicio de alumbrado público en el

[1] Sentencia C-130/18

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

municipio de la CHIQUINQUIRÁ – BOYACÁ, de tal forma que se cuente con una herramienta por parte de la Administración Municipal, que le permita explorar las alternativas de optimización de la prestación del servicio, y establecer unas tarifas del Impuesto de Alumbrado Público en la jurisdicción del Municipal, donde se aplique los conceptos jurídicos de los principios en materia tributaria. Ello atendiendo a la Naturaleza jurídica del Impuesto y los distintos conceptos que han sido ratificados por las doctrinas de las altas cortes.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

2 GLOSARIO

Tomando las definiciones contenidas en la Resolución CREG 101 013 del año 2022 y el Decreto 2424 del año 2006, el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015, y Decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía.

Servicio de Alumbrado Público: Servicio público no domiciliario de iluminación, inherente al servicio de energía eléctrica, que se presta con el fin de dar visibilidad· al espacio público, 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, para el normal desarrollo de las actividades.

Sistema de Alumbrado Público: Comprende el conjunto de luminarias, redes eléctricas, transformadores y postes de uso exclusivo, los desarrollos tecnológicos asociados al servicio de alumbrado público, y en general todos los equipos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público que no forman parte del sistema de distribución de energía eléctrica."

Impuesto de Alumbrado Público[2]**:** Es el impuesto sobre el servicio de alumbrado público que cobran los municipios a sus habitantes 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 del Municipio. El servicio de alumbrado público, comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público y, la administración, operación, mantenimiento, expansión, modernización y reposición del sistema de alumbrado público.

Desarrollos Tecnológicos Asociados al Servicio de Alumbrado Público: Se entienden como aquellas nuevas tecnologías, desarrollos y avances tecnológicos para el sistema de alumbrado público, como luminarias, nuevas fuentes de alimentación eléctrica, tecnologías de la información y las comunicaciones, que permitan entre otros una operación más eficiente, detección de fallas, medición de consumo energético, georreferenciación, atenuación lumínica, interoperabilidad y ciberseguridad."

Responsables de la Prestación del Servicio. Los municipios o distritos son los responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, el cual podrán prestar de manera directa, o a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público que demuestren idoneidad en la prestación del mismo, con el fin de lograr un gasto financiero y energético responsable.

Actividades del Servicio de Alumbrado Público: comprende las actividades de suministro de energía eléctrica al sistema de alumbrado público, la administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión de dicho sistema, el desarrollo tecnológico asociado a él, y la interventoría en los casos que aplique.

Actividad de Administración y Operación: Es la actividad del Servicio de Alumbrado Público, que incluye entre otros, el personal administrativo y operativo, las instalaciones locativas, incluyendo bodegas y garajes, los servicios públicos, de comunicaciones de dichas instalaciones entre otros.

La actividad de operación incluye todas las acciones encaminadas a garantizar la adecuada iluminación de los diferentes tipos de vías y espacios públicos, tales como cuadrillas de reparación, de inspección nocturna y diurna, cambio de elementos, etc. Puede incluir el call center para la recepción de quejas y reclamos, si el mismo está contratado con el prestador de la actividad.

Actividad de Mantenimiento: Es la actividad del servicio de alumbrado público que comprende la revisión y reparación periódica de todos los dispositivos y redes involucrados en el Servicio de Alumbrado Público, de tal manera que pueda garantizarse a la comunidad del municipio o distrito un servicio eficiente y eficaz.

[2] Artículo 1, del Decreto 943 de 2018.

El mantenimiento comprenderá como mínimo las siguientes labores: revisión, limpieza y remplazo de luminarias y bombillas, revisión y reparación de abrazaderas, conductores, interruptores de bombillas, postes y mástiles, redes aéreas y subterráneas exclusivas, cajas de inspección, canalizaciones, transformadores exclusivos, y demás elementos del sistema; así como la poda de árboles sólo en las redes aéreas exclusivas.

La actividad de mantenimiento incluye también la reposición de activos, cuando su valor no permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Actividad de Inversión: Es la actividad del servicio de alumbrado público que comprende la expansión de la infraestructura propia del sistema, la modernización por efectos de la Ley 697 de 2001, la reposición de activos, y la instalación de los equipos de medición de energía eléctrica, con los respectivos accesorios para ello. Incluye la reposición de activos, cuando su valor permite aumentar significativamente la vida útil y la calidad del servicio que presta el activo.

Por su parte, por modernización del sistema de alumbrado público se entiende el cambio tecnológico de los diferentes componentes de un sistema de alumbrado público existente por otros más eficientes. Las pautas de estos cambios están contenidas en el numeral 210.3.3 del RETILAP, entre otras son las siguientes:

a. El uso de luminarias para alumbrado público con fotometrías que le permitan hacer diseños con la mayor distancia entre luminarias y menor altura de montaje.
b. La instalación de luminarias con el más bajo flujo hemisférico superior (FHS) posible.
c. Selección de conjuntos ópticos con el mejor factor de utilización y la mejor eficacia lumínica de la bombilla.
d. Usar equipos para el conjunto eléctrico con bajas pérdidas, o que permitan la reducción de potencia.
e. Usar controles temporizados para proyectores.

De acuerdo con esta definición la modernización implica el cambio de activos del sistema de alumbrado público, por tal razón, se considera parte de la inversión.

Actividad de Suministro de Energía Eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público: Es el suministro de energía eléctrica destinado a la prestación del Servicio de Alumbrado Público que el municipio y/o distrito contrata con una empresa comercializadora de energía mediante un contrato bilateral para dicho fin.

Activo del Sistema de Alumbrado Público: Es el conjunto de Unidades Constructivas de Alumbrado Público conectado a un sistema de distribución de energía eléctrica, cuya finalidad es la iluminación de un determinado espacio público, con una extensión geográfica definida, que se encuentra en operación y están debidamente registrados como tales en el Sistema de Información de Alumbrado Público –SIAP- de un municipio y/o distrito.

Activos Vinculados al Servicio de Alumbrado Público: Son los bienes que se requieren para que un prestador del Servicio de Alumbrado Público opere el sistema de alumbrado público.

Ampliación: Instalar luminarias de sodio en lugares donde existe la infraestructura necesaria; postes, redes.

AOM: Valor de los gastos de administración, Operación y Mantenimiento correspondientes a los activos del sistema de alumbrado público.

Contrato de Suministro de Energía para el Alumbrado Público: Corresponde al contrato bilateral suscrito entre el municipio o distrito con las empresas comercializadoras de energía eléctrica.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Depreciación: Es la disminución gradual de la emisión luminosa de las bombillas en el transcurso de sus horas de vida.

Eficiencia Energética: Es la relación entre la energía aprovechada y la total utilizada en cualquier proceso de la cadena energética, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre medio ambiente y los recursos naturales renovables. (Ley 697 de 2001, artículo 3)

Expansión: Es la extensión de nuevas redes y transformadores exclusivos de alumbrado público por el desarrollo vial del municipio o por el redimensionamiento del sistema existente. Se entiende también por expansión, la modernización y reposición a nuevos de los activos del sistema de alumbrado público.

Luminaria: Equipo 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, protección y prendido y apagado de las bombillas, y donde sea necesario, los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación

Modernización o repotenciación del sistema de alumbrado público: Se entiende el cambio tecnológico de los diferentes componentes de un sistema de alumbrado público existente por otros más eficientes.

Niveles de Tensión: Los sistemas de Transmisión Regional y/o Distribución Local se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición:
Nivel 4: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220kV.
Nivel 3: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57,5kV.
Nivel 2: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30kV.
Nivel 1: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV.

Operador de Red - OR: Persona encargada de la planeación de la expansión, las inversiones, la operación y el mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional – STR o Sistema de Distribución Local - SDL, incluidas sus conexiones al Sistema de Transmisión Nacional - STN. Los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen Cargos por Uso de los STR o SDL aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios. La unidad mínima de un SDL para que un OR solicite Cargos de Uso corresponde a un municipio. Para el municipio de Chiquinquirá, el principal operador de red (OR) es de AFINIA S.A E.S.P.

RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público expedido por el Ministerio de Minas y Energía, mediante Resolución No. 181331 de 2009 y modificada mediante resoluciones No. 180265, 180540 y 181568 de 2010, o aquellas que la modifiquen, adicionen o complementen.

Sistema de Alumbrado Público - SALP: Comprende el conjunto de Activos necesarios para la prestación del servicio de alumbrado público, que no formen parte del sistema de distribución de energía eléctrica de un OR.

Sistema de Información: Conjunto de medios que permiten recolectar, clasificar, integrar, procesar, almacenar y difundir información interna y externa que el municipio y/o distrito necesita para tomar decisiones en forma eficiente y eficaz.

Sistema de Información de Alumbrado Público - SIAP: Es el sistema de información a que hace referencia la Sección No. 580.1 del RETILAP que incluye el registro de atención de quejas, reclamos y solicitudes de alumbrado público, el inventario georreferenciado de los componentes de la infraestructura; los consumos, la facturación y los pagos de energía eléctrica; los recaudos del Servicio de Alumbrado Público; y los recursos recibidos para la financiación de la expansión del sistema, indicando la fuente.

Suministro: Es la cantidad de energía eléctrica que el municipio o distrito contrata con una empresa de servicios públicos para dotar a sus habitantes del Servicio de Alumbrado Público.

Tasa de Retorno: Tasa calculada a partir de la estimación del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) en términos constantes y antes de impuestos.

Unidad Constructiva de Alumbrado Público - UCAP: Conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un Sistema de Alumbrado Público

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

3 CONTEXTO MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ

Tabla 1.Datos Generales del Municipio

Código DANE	15176
Región	Centro Oriente
Subregión (SGR)	Occidente
Entorno de desarrollo (DNP)	Intermedio
Categoría ley 617 de 2.000	5
Índice de ruralidad	31,3
Extensión	171 Km^2
Población total	59.089 Hab.
Densidad poblacional	345,55 Hab / Km2 (2018)

Fuente. Terridata 2018

Chiquinquirá es un centro de veneración religiosa, generando este acontecimiento un turismo religioso que viene a dar como resultado la conversión de la ciudad en un centro de peregrinaciones para fieles nacionales y extranjeros, convirtiéndose en uno de los renglones más importantes de la economía Chiquinquireña. La ciudad ha recibido apelativos debido a su tradición religiosa, artística y cultural, se le conoce como “Ciudad Mariana”, “Capital Religiosa de Colombia”, “la Atenas Boyacense” y “Relicario de Letras” por ser la Cuna de Poetas, Escritores y Escultores.

Situada a 94 km al occidente de Tunja, Chiquinquirá, que el primero de septiembre de 1810 se declaró libre del gobierno colonial, es un punto que conecta a Bogotá y al centro del país con Bucaramanga y la costa Caribe, en este municipio de Boyacá, cuya temperatura promedio es de 15 ºC, es grande la devoción por la Virgen de Chiquinquirá, cuya imagen está en la Basílica de Nuestra Señora del Rosario.

La Basílica de Nuestra Señora del Rosario de Chiquinquirá, el principal templo de este municipio de Boyacá, atrae a los viajeros, además hay varios parques que se pueden recorrer como el Parque Juan Pablo II y también hay lugares donde se venden artesanías hechas en tagua, una semilla característica de la región boyacense (Web oficial alcaldía de Chiquinquirá)

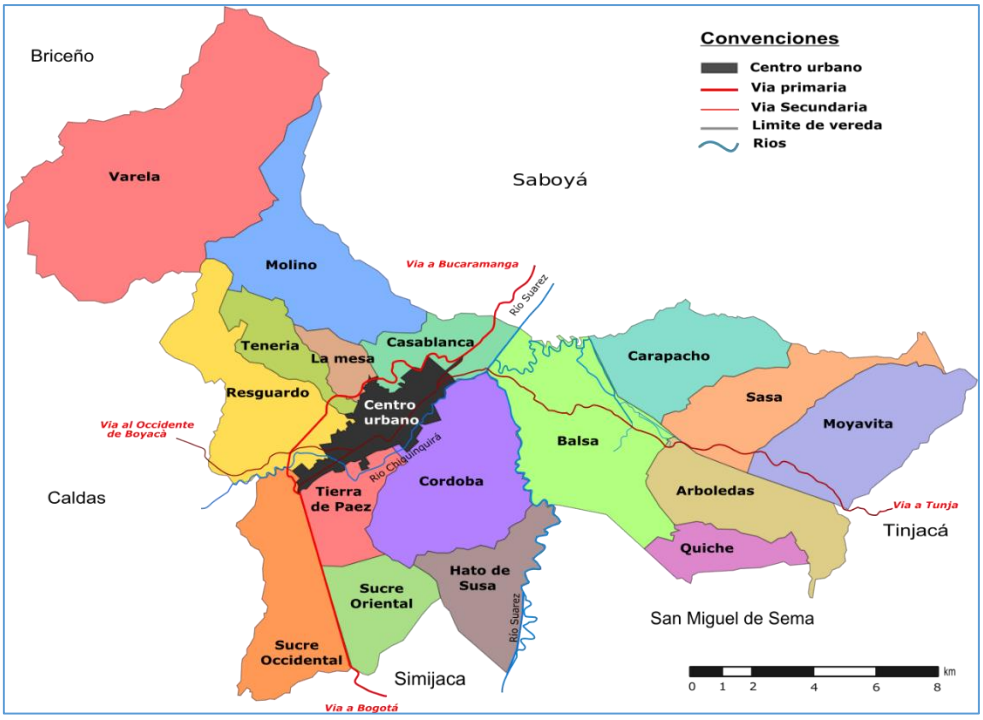
3.1 GEOGRAFÍA

El municipio de Chiquinquirá hace parte del territorio conocido como altiplano Cundiboyacense y de la cuenca del río Suárez en la cordillera oriental. La mayor parte del territorio es una llanura aluvial propicia para las actividades agrícolas y ganaderas en la periferia del municipio se encuentran algunos terrenos elevados como los Arrayanes, la Bromadora, la Boca de Monte y el Boquerón de la Palestina, montón de Trigo, el cerro de la Guacamaya, el cerro del Ermitaño.

Relieve: Cuatro arterias principales la ponen en comunicación con las diversas regiones de Colombia: la de Bogotá, Tunja, Territorio Vásquez y los Santanderes, a lo lejos elevadas cordilleras en forma circunvaladas semejando a nubes, demarcan este paisaje físicamente, por estrechos desfiladeros se deslizan las principales vías locales: los Arrayanes, la Bromadora, la Boca de Monte y el Boquerón de la Palestina, un frondoso bosque que nace al frente del área urbana y termina en la alta colina de la centella, sirve de recreación a los habitantes citadinos y rurales.

Límites del municipio: El municipio de Chiquinquirá limita por el norte con Saboya; por el sur, con San Miguel de Sema, Simijaca y Caldas; por el oriente con Tinjacá y Simijaca; y por el occidente con Caldas y Briceño. Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): de 2000 a 3200 metros aprox. la ciudad está situada a 5°36'48" de latitud norte y a 0°15'21" de longitud meridiano de Bogotá. Distancia de referencia: A 120 km de la Capital.

Ilustración 1. División administrativa del municipio



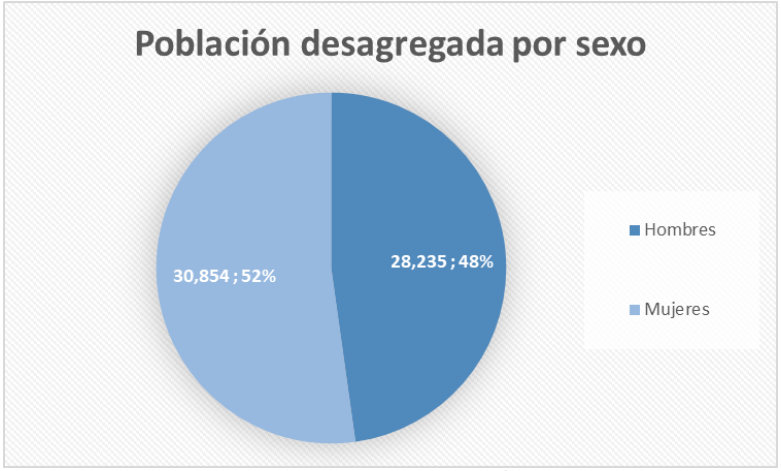
Fuente: Galería de mapas https://www.chiquinquira-boyaca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx#

3.2 POBLACIÓN

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018, la población del municipio está conformada de la siguiente manera:

La población sigue el patrón nacional en cuanto a la división por género, conformada por 28.235 hombres (47,8%) y 30.854 mujeres (52,2%).

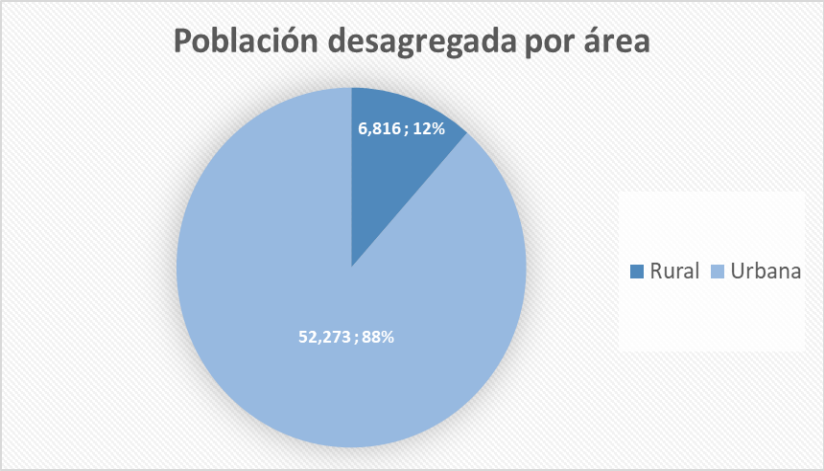
Ilustración 2. Población desagregada por sexo



Fuente: DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda – 2018

El grueso de la población, representado por el 88% se concentra en el casco urbano, mientras que en el área rural se asienta el 12%.

Ilustración 3. Población desagregada por área



Fuente: DANE - Censo Nacional de Población y Vivienda – 2018

Según información del Ministerio del Interior y el DANE, en el municipio existe son existen resguardos indígenas y su población permanente en el municipio es de cero (0) habitantes.

3.3 HIDROGRAFÍA

El territorio del municipio está surcado por dos ríos principales: el Suárez y el Chiquinquirá; El río Suárez nace en la laguna de Fúquene en el límite entre Boyacá y Cundinamarca; atraviesa el municipio de San Miguel de Sema, el valle de Chiquinquirá en donde recibe el río del mismo nombre, el municipio de Saboyá, penetrando luego en territorio del departamento de Santander, para desembocar en el río Chicamocha, que a su vez desemboca en el Magdalena. El río Chiquinquirá nace en el vecino municipio de Caldas, es el encargado de recibir las aguas negras del municipio y es uno de los tributarios del río Suárez, desembocando en jurisdicción del municipio.

3.4 CLIMA

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), las precipitaciones sobre el territorio del municipio de Chiquinquirá oscilan en el rango de 1000 a 1500 mm al año, con una precipitación mensual entre 83,3 a 125 mm al mes.7 Tiene entre 150 a 200 días con lluvia al año.7 La temperatura promedio anual oscila entre los 12 a 18 °C y como clima muy frío seco según la clasificación climática de Holdridge.78 En la estación del IDEAM en inmediación al área urbana del municipio, llamada esclusa Tolón, ubicada a 2545 msnm, el registro promedio es de una precipitación de 990 mm anuales, una temperatura media de 12,9 °C, una máxima de 19,3 °C y una mínima de 7,4 °C.9

3.5 ECONOMÍA

El comercio en Chiquinquirá constituye la actividad más extendida en la ciudad, apoyándose en la función de ser centro regional de acopio y cabecera de provincia, además de la comercialización con esmeraldas provenientes del occidente del departamento de Boyacá. En otros renglones encontramos el sector agropecuario, el cual gira en torno a la producción de leche y derivados, maíz, papa, trigo y hortalizas; el sector minero extractivo, donde comparte con Muzo y Saboyá depósitos de asfalto, además hay abundante arcilla y numerosas canteras de materiales de construcción.
La actividad mercantil está definida por aproximadamente 2.000 establecimientos, los cuales se dedican a la venta de productos alimenticios, confecciones, textiles, misceláneas, artefactos para el hogar, materiales y productos de construcción, bodegas, depósitos, farmacias y papelerías entre otros.

En cuanto a la industria manufacturera existen en la actualidad cerca de 350 microempresas de las cuales las más destacadas son las de alimentos y las de servicios de transporte. El sector turístico es otra de las áreas de gran importancia gracias a las romerías de peregrinos que a diario visitan la Basílica donde se encuentra el cuadro de la Santísima Virgen del Rosario, para lo cual cuenta con una excelente infraestructura hotelera.

Dentro del sector artesanal se encuentran productos hechos en tagua, barro y fique, guitarras, requintos y tiples, además de imágenes y recordatorios réplica de la Virgen de Chiquinquirá.

3.6 TRANSPORTE Y VÍAS

Chiquinquirá se encuentra en el centro de dos importantes ejes viales, el primero, que conecta a Santafé de Bogotá con Bucaramanga, de importancia nacional; y el segundo que conecta al occidente del Departamento con el centro y a través de él con todas las demás zonas de importancia regional. Lo anterior sumado a que gran parte de su desarrollo se ha debido justamente a esta condición de ciudad de paso.

El terminal de transportes fue inaugurado en el año 1977. Fecha desde la cual ha estado permanentemente en servicio, con destinos a Bogotá, Tunja, Bucaramanga y los municipios de la provincia de Occidente, por intermedio de varias empresas.

Las principales carreteras que comunican a la ciudad con el resto del país son:

Ruta Nacional 45

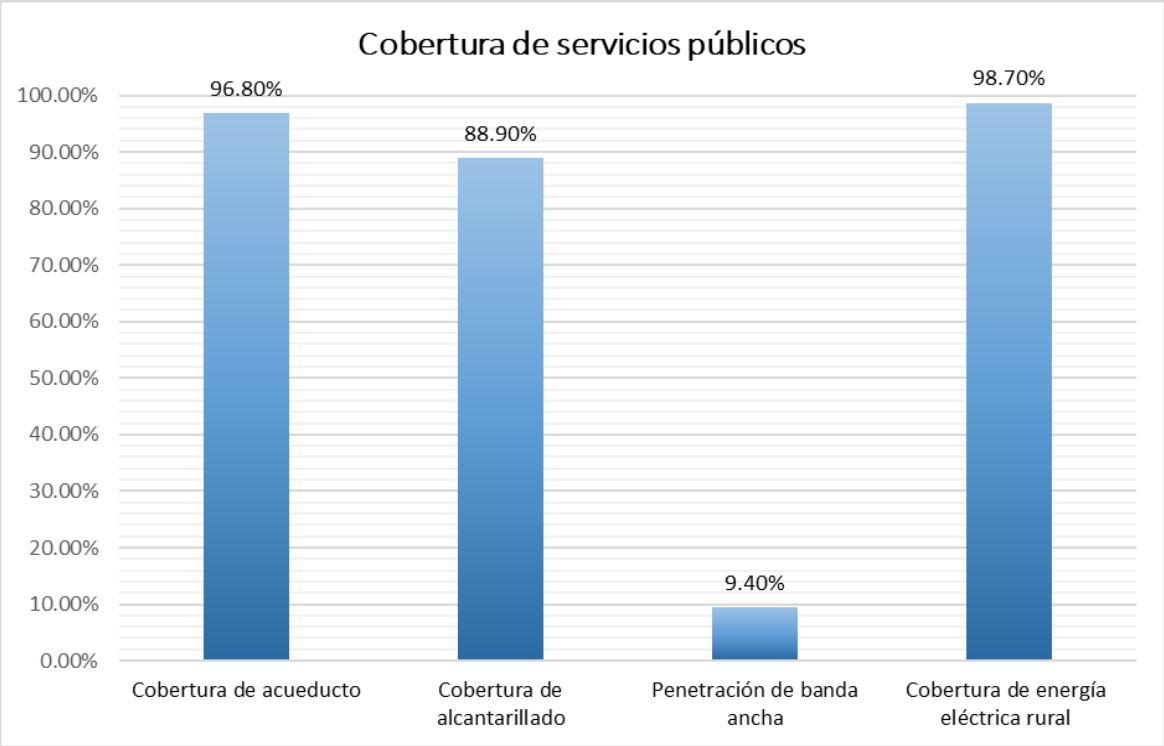
- Chiquinquirá - Barbosa - Socorro (Santander) - San Gil (Santander) - Bucaramanga.
- Chiquinquirá - Ubaté - Zipaquirá - Bogotá.

Ruta Nacional 60

- Chiquinquirá - Pauna - Otanche - Puerto Boyacá.
- Chiquinquirá - Tinjacá - Sutamarchán - Sáchica - Tunja.

3.7 COBERTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS

Ilustración 4. Cobertura de servicios públicos



Fuente: Datos extraídos de DANE, Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, UPME

El servicio de energía eléctrica, inherente a la prestación del servicio de alumbrado, presenta un alto nivel de cobertura en la zona rural con un 98,78%; la cobertura en el servicio de acueducto se encuentra por encima del promedio del departamento de Boyacá (85,5%) y del país (86,4%) con un 96.8%. En cuanto al servicio alcantarillado también supera el índice departamental (63,2%) y nacional (76,6%) con una cobertura del 88,9%. En lo que respecta a la cobertura de banda ancha su índice se encuentra por debajo del departamental (12,4%) y nacional (16,5%) con una cobertura del 9,4%.

3.8 SITIOS DE INTERÉS

Tabla 2. Sitios de interés del municipio

Basílica de Nuestra Señora del Rosario de Chiquinquirá	Parque Julio Flórez
	
Parque Pedro José Pérez	**Palacio de la cultura Rómulo Rozo**
	

4 NORMATIVIDAD GENERAL Y JURISPRUDENCIA RELEVANTE APLICABLE AL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO

4.1 NORMATIVIDAD GENERAL

Según el artículo 311 de la Constitución Política de Colombia, le corresponde a los Municipios prestar los servicios públicos que determine la Ley, permitiéndole cumplir con las finalidades del Estado consagradas en el artículo 365 de la misma norma, el cual define "Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional. Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y vigilancia de dichos servicios". sin embargo, cada servicio público tiene su propio régimen jurídico.

Dentro de los aspectos generales de los servicios públicos, del artículo 365 de la Constitución Política, así mismo en lo contenido en el artículo 430 del Código Sustantivo del Trabajo, y en el artículo 2 numeral 3 de la Ley 80 de 1993, se encuentran:

- El Estado tiene el deber de asegurar la prestación de los servicios públicos eficientes a todos los habitantes del territorio nacional, mas no el deber de prestarlos.
- Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado.
- Los servicios públicos pueden ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, o por comunidades organizadas, o por particulares.
- Los servicios públicos están sometidos a la regulación, el control y la vigilancia del Estado.
- Los servicios públicos satisfacen necesidades de carácter general o colectivo.
- Los servicios públicos se deben prestar de forma regular y continua.

Para el servicio público que nos ocupa, el Servicio de Alumbrado Público, es una actividad que tiende a satisfacer necesidades de interés general en forma regular y continua, que tiene un régimen jurídico especial, cuya prestación se encuentra a cargo de los Distritos y Municipios, los cuales a su vez pueden ejecutarla en forma directa o indirecta.

El régimen jurídico aplicable del servicio de alumbrado público se encuentra determinado en la Ley 1819 de 2016, artículos 349 a 353, los cuales establecen la definición general del servicio de alumbrado público, así como los elementos para la adopción por parte de las entidades territoriales, del impuesto de alumbrado público como fuente de financiación.

Así mismo el Decreto Único Reglamentario No. 1073 de 2015, correspondiente al Sector Administrativo de Minas y Energía, contiene reglamentación de los aspectos particulares de este servicio público, específicamente, su artículo 2.2.3.1.2., modificado por el artículo primero (1°) del Decreto 943 del año 2018, define el Servicio de Alumbrado Público como el "Servicio público no domiciliario de iluminación, inherente al servicio de energía eléctrica, que se presta con el fin de dar visibilidad· al espacio público, 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, para el normal desarrollo de las actividades". Este servicio público comprende las actividades de suministro de energía eléctrica al sistema de alumbrado público, la administración, operación, mantenimiento, modernización, reposición y expansión de dicho sistema, el desarrollo tecnológico asociado a él, y la interventoría en los casos que aplique.

En cuanto a su prestación, el artículo 2.2.3.6.1.2. del citado Decreto, establece que dicha responsabilidad se encuentra en cabeza de los Distritos o Municipios, quienes podrán prestarlo "(…) de manera directa, o a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público que demuestren idoneidad en la prestación del mismo, con el fin de lograr un gasto financiero y energético responsable." esta responsabilidad correlacionada con el

numeral 1 del artículo 3º de la Ley 136 de 1994, por la cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios, en lo atinente a prestar los servicios públicos que determine la ley.

En cuanto al régimen de contratación para la prestación del servicio de Alumbrado Público, el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, modificado por el Decreto 943 de 2018, también define en el artículo 2.2.3.6.1.4. "Los contratos relacionados con la prestación del servicio de alumbrado público que suscriban los municipios o distritos con los prestadores del mismo, se regirán por las disposiciones contenidas en el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública y demás normas que lo modifiquen, adicionen o complementen, incluyendo los instrumentos de vinculación de que trata la Ley 1508 de 2012 o la disposición que la modifique, complemente o sustituya."

Por otra parte, el artículo 29 de la Ley 1150, precisa que (…)"Todos los contratos en que los municipios o distritos entreguen en concesión la prestación del servicio de alumbrado público a terceros, deberán sujetarse en todo a la Ley 80 de 1993, contener las garantías exigidas en la misma, incluir la cláusula de reversión de toda la infraestructura administrada, construida o modernizada, hacer obligatoria la modernización del Sistema, incorporar en el modelo financiero y contener el plazo correspondiente en armonía con ese modelo financiero. Así mismo, tendrán una interventoría idónea. Se diferenciará claramente el contrato de operación, administración, modernización, y mantenimiento de aquel a través del cual se adquiera la energía eléctrica con destino al alumbrado público, pues este se regirá por las Leyes 142 y 143 de 1994. La CREG regulará el contrato y el costo de facturación y recaudo conjunto con el servicio de energía de la contribución creada por la Ley 97 de 1913 y 84 de 1915 con destino a la financiación de este servicio especial inherente a la energía. Los contratos vigentes a la fecha de la presente ley, deberán ajustarse a lo aquí previsto."(…)

Conforme a esta normatividad, se tiene que, por un lado, el régimen de contratación de la prestación del servicio de alumbrado público para los Municipios es el Estatuto General de la Contratación Pública, y por otro, el régimen de contratación del suministro de energía eléctrica para la prestación de dicho servicio es el propio de las Leyes 142 y 143 de 1994. Siendo necesario aclarar que en las normas del Estatuto General de la Contratación Pública hay diferentes regímenes de aplicación, dependiendo de la alternativa o esquema adoptado por cada municipio.

El artículo 4 del Decreto 943 de 2018 por el cual se modifica el artículo 2.2.3.6.1.2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía 1073 de 2015, concluye que "(…) los municipios o distritos deberán garantizar la continuidad y calidad en la prestación del servicio de alumbrado público, así como los niveles adecuados de cobertura (…)"

Así mismo, El artículo 12, del mismo Decreto, por el cual se modifica el artículo 2.2.3.6.1.10, define los aspectos para la realización del Control, inspección y vigilancia en la prestación del servicio de alumbrado público, los cuales se resumen:

Control Técnico, el cual parte de la reglamentación técnica que establece el Ministerio de Minas y Energía (RETILAP) y se verifica por las Interventorías o Supervisores, Control Social, que es ejercido por contribuyentes y usuarios del servicio de alumbrado público, el cual se podrá ejercer, o bien a través de las normas especiales de organización de control social que se establece a través de las normas que regulan la petición de información, y Control Fiscal, el cual es ejercido por las Contralorías distritales y/o municipales, según corresponda la competencia del sujeto de control, y con lo cual hace aplicable el régimen de gestión fiscal que se establece en la Ley 610 de 2000 y complementarias.

La financiación del Servicio de Alumbrado Público se realiza principalmente mediante el Impuesto de Alumbrado Público, Impuesto que se encuentra autorizado por las Leyes 97 de 1913, 84 de 1915, ratificado mediante Sentencia C-272 del 25 de mayo de 2016 y regulado en la Ley 1819 de 2016, mediante la cual establece principios y elementos de la obligación tributaria para la prestación del servicio de alumbrado público por parte de los municipios y distritos del país
Los costos asociados a la prestación del servicio de alumbrado público deben ser definidos mediante

estudio técnico de referencia, en la que se tenga en cuenta la metodología que para el efecto establezca el Ministerio de Minas y Energía, o la Comisión de Regulación de Energía y Gas, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016.

La Comisión de Regulación de Energía – Gas, designada por el Ministerio para la elaboración de la Resolución de la que trata el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, emitió la Resolución CREG 101 013 de 2022 Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público; la metodología aplicable será la definida en la misma.

Esta Resolución establece las herramientas para que los municipios o distritos puedan calcular los costos máximos que deben servir para remunerar a los distintos prestadores del servicio de alumbrado público, así como el uso de los activos vinculados al sistema. Para el efecto, establece una serie de fórmulas de las que debe valerse la entidad territorial para calcular las tarifas, fijando para ello, los factores a tener en cuenta en cada uno de los costos asociados con la prestación del servicio.

Por lo expuesto anteriormente, se hace necesario relacionar jurisprudencia relevante, con el fin de analizar las alternativas de prestación del servicio de alumbrado público por las que podría optar el municipio de Cota.

4.2 JURISPRUDENCIA RELEVANTE

Existen algunas decisiones judiciales que han marcado líneas argumentativas y de aplicación del servicio de alumbrado público en la práctica y por ende, requieren una breve mención en el presente documento pues, lo cierto es que, las autoridades administrativas del orden nacional y territorial, los jueces y las autoridades públicas que se relacionan con la adopción, implementación o ejecución de cualquier alternativa de prestación del servicio de alumbrado público, deben tenerlas en cuenta para blindar la legalidad del esquema.

En relación con la Corte Constitucional, es importante mencionar que la Sentencia C-130 de 2018, en la cual, además de abordar aspectos relevantes relacionados con el ejercicio de autonomía tributaria que realizan los municipios que adoptan o modifican los elementos no esenciales del impuesto de alumbrado público, se reitera la definición y el alcance del servicio de alumbrado público y que la responsabilidad de la prestación, con independencia de los esquemas existentes, siempre es del municipio.

En lo que respecta a la jurisprudencia de la sección cuarta del Consejo de Estado, especializada en materia tributaria, se han hecho relevantes pronunciamientos en cuanto a los criterios idóneos para la determinación del impuesto de alumbrado público, que es la fuente de financiación de este servicio.

En particular, se debe resaltar la Sentencia de unificación 2019-CE-SUJ-4-009, por la cual la sección cuarta del Consejo de Estado ha unificado los siguientes criterios, con base en los cuales los municipios deben adoptar el impuesto de alumbrado público y determinar las tarifas a cobrar a los contribuyentes:

> *"UNIFICAR la jurisprudencia del Consejo de Estado en relación con los elementos esenciales del impuesto sobre el alumbrado público para adoptar las siguientes reglas:*
> *1. Sujeto activo*
> *Regla (i) El sujeto activo del impuesto sobre el servicio de alumbrado público determinado por el legislador son los municipios.*
> *2. Hecho generador*
> *Regla (ii) El hecho generador del tributo es ser usuario potencial receptor del servicio de alumbrado público, entendido como toda persona natural o jurídica que forma parte de una colectividad, porque reside, tiene el domicilio o, al menos, un establecimiento físico en*

determinada jurisdicción municipal sea en la zona urbana o rural y que se beneficia de manera directa o indirecta del servicio de alumbrado público.
3. Formulas o referentes utilizados por las autoridades municipales para determinar los elementos esenciales del impuesto sobre el alumbrado público. Subreglas:
Subregla a. Ser usuario del servicio público domiciliario de energía eléctrica es un referente valido para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, toda vez que tiene relación ínsita con el hecho generador
Subregla b. La propiedad, posesión, tenencia o uso de predios en determinada jurisdicción municipal es un referente idóneo para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, toda vez que tiene relación ínsita con el hecho generador.
Subregla c. El impuesto de industria y comercio no es un referente idóneo para determinar los elementos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público, pues no tiene relación ínsita con el hecho generador.
Subregla d. Las empresas dedicadas a la exploración, explotación, suministro y transporte de recursos naturales no renovables, las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica y las empresas del sector de las telecomunicaciones que tengan activos ubicados o instalados en el territorio del municipio para desarrollar una actividad económica especifica son sujetos pasivos del impuesto sobre el servicio de alumbrado público siempre y cuando tengan un establecimiento físico en la jurisdicción del municipio correspondiente y, por ende, sean beneficiarias potenciales del servicio de alumbrado público.
Subregla e. Tratándose de empresas que tienen activos en el territorio del municipio para desarrollar una determinada actividad económica, el municipio debe acreditar la existencia de establecimiento físico en la respectiva jurisdicción y con ello la calidad de sujeto pasivo del impuesto sobre el alumbrado público.
4. Base gravable
Subregla f. El consumo de energía eléctrica es un referente idóneo para determinar la base gravable de sujetos pasivos que tienen la condición de usuario regulado del servicio público de energía eléctrica.
Subregla g. La capacidad instalada es un parámetro valido para determinar la base gravable de las empresas propietarias, poseedoras o usufructuarias de subestaciones de energía eléctrica o de líneas de transmisión de energía eléctrica.
Subregla h. En los asuntos particulares, en que el sujeto pasivo encuadra en varias hipótesis para tenerlo como tal, solo está obligado a pagar el impuesto por una sola condición.
5. Tarifa
Subregla i. Las tarifas del impuesto sobre el servicio de alumbrado público deben ser razonables y proporcionales con respecto al costo que demanda prestar el servicio a la comunidad.
Subregla j. La carga de probar la no razonabilidad y/o no proporcionalidad de la tarifa es del sujeto pasivo."

4.3 MARCO LEGAL EN MATERIA DE ALUMBRADO PÚBLICO

A continuación, se describe el conjunto normativo especifico que rige el servicio de alumbrado público y la prestación del mismo:

Tabla 3. Conjunto normativo

Norma	Aspecto Regulado
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA (1991)	
Artículo 2	Los fines esenciales del Estado, son: servir a la comunidad, promover la prosperidad general y garantizar la efectividad de los principios
Artículo 311	Resalta al Municipio como entidad fundamental de la división política administrativa del Estado al que le corresponde prestar los servicios públicos que

	determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio.
Artículos 313-4 y 338	Funciones y competencias de los concejos municipales para prever los demás elementos del tributo
Artículo 315 (núm. 3º)	Atribuye al alcalde dirigir la acción administrativa del municipio, asegurar el cumplimiento de las funciones y la prestación de los servicios a su cargo
Artículo 365	Contempla que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social de Estado, estarán sometidos al régimen jurídico que fije la Ley, así como a la regulación, el control y la vigilancia del Estado, que deberá asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional; y por último que los servicios públicos podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente o por particulares.
Artículo 333	Expresa que la actividad económica y la iniciativa privada son libres, dentro de los límites del bien común, y para su ejercicio, nadie podrá exigir permisos previos ni requisitos, no autorizados por la ley; viabilizando la participación de los particulares en actividades de interés económico, e iniciativas privadas que velaran por el interés común en un escenario de absoluta libertad, determinado exclusivamente por la ley.
LEYES	
Ley 97 de 1913	Facultó al Concejo de Bogotá, exclusivamente para crear un impuesto sobre el alumbrado público,
Ley 84 de 1915	Extendió a los concejos municipales de todo el país, la facultad de crear el impuesto de alumbrado público, organizar su cobro y su recaudo
Ley 136 de 1994, artículo 3.	consagró como obligación de los Municipios el administrar los asuntos municipales y prestar los servicios públicos que determine la ley
Ley 142 y 143 de 1994,	Leyes de servicios públicos domiciliarios y de energía eléctrica, que propiciaron la participación del sector privado en el mercado energético, a fin de lograr una mayor eficiencia y promover la sana competencia en condiciones de calidad, bajo la vigilancia, el control y la regulación del Estado, que creó la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), como Unidad Administrativa Especial, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, con competencia para regular los servicios públicos, en aspectos eminentemente técnicos, con el objeto de lograr mayor cobertura en la prestación del servicio, al menor costo posible, y con adecuada remuneración para las empresas de servicios públicos, garantizando calidad, cobertura, expansión y eficiencia
Ley 489 de 1998 Art. 4	Consagra la finalidad de la función administrativa, como la satisfacción de las necesidades generales de todos los habitantes, bajo los principios rectores, finalidades y cometidos enmarcados en la Carta Política.
Ley 697 de 2001	Fomenta el uso racional y eficiente de la energía y se declaró el (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.
Ley 1150 de 2007 artículo 29	Reglamenta los contratos de concesión de alumbrado público, y dispone los elementos que deben cumplir: garantías exigidas, cláusula de reversión de toda la infraestructura administrada, construida o modernizada; la obligatoria modernización del Sistema; incorporar el modelo financiero; pactar el plazo en armonía con el modelo financiero; tener una interventoría idónea; sujetarse en todo a la Ley 80; y diferenciar el contrato de operación, administración, modernización, y mantenimiento, de aquel a través del cual se adquiera la energía eléctrica con destino al alumbrado público, que se regirá por las Leyes 142 y 143 de 1994.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Ley 1386 de mayo 21 de 2010 Art. 1º	Prohíbe a los entes territoriales, delegar, a cualquier título, la administración, fiscalización, liquidación, cobro coactivo, discusión, devoluciones, e imposición de sanciones de los tributos a particulares
Ley 1672 de 2013	Establece la política nacional para la Gestión Integral de Residuos de aparatos, un objetivo general y cuatro objetivos específicos a través de un plan de acción a quince años, enmarcados en los siguientes componentes: a. Sensibilización y educación. b. Desarrollo y establecimiento de instrumentos para la recolección y gestión de residuos. c. Transferencia tecnológica y desarrollo de infraestructura. d. Conformación de esquemas de trabajo conjunto entre el sector privado y el desarrollo de alianzas público-privadas.
Ley 1819 de 2016 (Reforma Tributaria), CAPÍTULO IV. "IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO" artículos 349 – 353	Se modifica, en el Título IV, aspectos relacionados con el impuesto de alumbrado público estableciendo, entre otros, lo siguiente: a) En los casos de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica, los concejos municipales y distritales podrán definir el cobro del impuesto de alumbrado público a través de una sobretasa del impuesto predial. b) Los demás componentes del impuesto del alumbrado público guardarán principio de consecutividad con el hecho generador. Lo anterior bajo los principios de progresividad, equidad y eficiencia. c) El Gobierno Nacional reglamentará los criterios técnicos que deben ser tenidos en cuenta en la determinación del impuesto, con el fin de evitar abusos en su cobro, sin perjuicio de la autonomía y las competencias de los entes territoriales. d) El impuesto de alumbrado público como actividad inherente al servicio de energía eléctrica se destina exclusivamente a la prestación, mejora, modernización y ampliación de la prestación del servicio de alumbrado público, incluyendo suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión y desarrollo tecnológico asociado. e) Los Municipios y Distritos deberán realizar un Estudio Técnico de Referencia de determinación de costos de la prestación del servicio de alumbrado público, de conformidad con la metodología para la determinación de costos establecida por el Ministerio de Minas y Energía, o la entidad que delegue el Ministerio. f) Las empresas comercializadoras de energía podrán actuar como agentes recaudadores del impuesto, dentro de la factura de energía y transferirán el recurso al prestador correspondiente, autorizado por el Municipio o Distrito, dentro de los cuarenta y cinco (45) días siguientes al de su recaudo. El servicio o actividad de facturación y recaudo del impuesto no tendrá ninguna contraprestación a quien lo preste. g) Los acuerdos que se adecúen a la ley mantendrán su vigencia, salvo aquellos que deben ser modificados, lo que deberá surtirse en un término máximo de un año.
DECRETOS MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA	
Dec. 3683 de 2003	Regula la prestación del servicio de alumbrado público, definido como el servicio 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, y que comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición, la expansión, facturación conjunta e interventoría. Fija en los Municipios o Distritos la competencia para la prestación directa o indirecta, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público
Dec 2424 de 2006	Regula la prestación del servicio de alumbrado público, definido como el servicio 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, y que comprende las actividades de suministro de energía al sistema de alumbrado público, la administración, la operación, el mantenimiento, la modernización, la reposición, la expansión, facturación conjunta e interventoría. Fija en los Municipios o Distritos la competencia para la

	prestación directa o indirecta, a través de empresas de servicios públicos domiciliarios u otros prestadores del servicio de alumbrado público
Dec 1073 de mayo 26 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, compila toda la regulación existente referente a la prestación del servicio de alumbrado público
Decreto 943 del 30 de mayo de 2018	Modifica y adiciona la Sección 1, Capitulo 6 del Título III del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la prestación del servicio de alumbrado público. Reitera la definición del servicio de AP del Decreto de Alumbrado Público, sus actividades y excluye la semaforización, unidades inmobiliarias, las carreteras nacionales. Aunque excluye el alumbrado navideño y ornamental, permite su costeo a partir del tributo de alumbrado público. Incluye los desarrollos tecnológicos asociados al SALP. Confirma la responsabilidad de la prestación del servicio de AP por parte del Municipio. Reitera la necesidad del estudio de referencia del servicio de AP para todos los municipios. Determina la metodología para calcular el ingreso (IAP) y confirma la utilizada actualmente para los costos asociados.
RESOLUCIONES MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA	
181331 de 2009, 180265, 180540, 181568 y 182544 de 2010.	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, RETILAP, que establece las reglas generales que se deben tener en cuenta en los sistemas de iluminación interior y exterior y dentro de estos últimos los de alumbrado público, en el territorio colombiano, promoviendo el uso racional y eficiente de energía en iluminación, de acuerdo con lo establecido en la Ley 697 de 2001. En tal sentido señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas.
RESOLUCIONES COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS - CREG	
114 de 2014	Por la cual se modifica la Resolución CREG 123 de 2011 mediante la cual se aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público
Resolución CREG 015 de 2018.	Por la cual se establece la metodología para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en el Sistema Interconectado Nacional.
Resolución CREG 215 de 2021.	Por la cual se modifica la tasa de retorno para la actividad de distribución de energía eléctrica, aprobada en la Resolución CREG 016 de 2018.
Resolución CREG 101 013 de 2022	Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público. La presente Resolución deroga las Resoluciones CREG 123 de 2011 y 114 de 2012 y las demás que le sean contrarias, Determina los costos máximos del suministro de energía (CSEE), inversión (CINV) y administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), así como los costos relacionados en el decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía.
JURISPRUDENCIA DE LA CORTE CONSTITUCIONAL	
Sentencia C-504 julio 3 de 2002	Constitucionalidad del impuesto creado por la ley 97 de 1913.
Sentencia C-272/16 (Mayo 25), Exped. D-11056 -M.P. Luis Ernesto Vargas Silva.	Declaró inexequible el artículo 191 de Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, que regulaba la contribución especial para financiar el servicio de alumbrado público, que vulneraba la cláusula del estado social de derecho y el 338 de la constitución política, en cuanto se refiere a la fijación de los elementos esenciales del tributo

Sentencia C-130 de 2018	Autonomía tributaria que realizan los municipios que adoptan o modifican los elementos no esenciales del impuesto de alumbrado público, se reitera la definición y el alcance del servicio de alumbrado público y que la responsabilidad de la prestación, con independencia de los esquemas existentes, siempre es del municipio.
JURISPRUDENCIA CONSEJO DE ESTADO	
Sentencia octubre 15 de 1999	Improcedencia de la tutela como mecanismo para cuestionar la imposición del impuesto de alumbrado público.
Sentencia julio 7 de 2000	Analiza validez del procedimiento de cobro del servicio en la factura de energía.
Sentencia S-IV julio 9 de 2009, rad. 17001 23 31 0002006 00404 02 16544	Competencia de los entes territoriales para determinar los presupuestos objetivos de los gravámenes de acuerdo a la ley
Sentencia 10 marzo 2010 Sección Cuarta	Categoriza el consumo de energía eléctrica por rangos para quienes desempeñan actividades comerciales, industriales o de servicios, parámetro de medición admisible para establecer la base gravable del impuesto respecto de tales sujetos pasivos.
Sentencia de unificación 2019-CE-SUJ-4-009	Por la cual la sección cuarta del Consejo de Estado ha unificado criterios, con base en los cuales los municipios deben adoptar el impuesto de alumbrado público y determinar las tarifas a cobrar a los contribuyentes.

Con la regulación expedida por la CREG, el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público del Ministerio de Minas y Energía, RETILAP; y el marco jurídico vigente en Colombia, se establecen los costos máximos para la prestación del servicio de alumbrado público a través de la Resolución CREG 101 103 de 2022 *"Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público".*

4.3.1 RESOLUCIÓN CREG 101 013 DE 2022

El parágrafo del artículo 10 del decreto 943 de 2018 establece lo siguiente.

> *Parágrafo. Mientras el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que para estos efectos sea delegada, no establezca la metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público, se seguirá aplicando la metodología establecida en la regulación CREG 123 de 2011 y todas aquellas resoluciones que la modifiquen, adicionen o complementen que para los efectos se entienden vigentes."*

En consecuencia y dado que a partir de la expedición de la Resolución CREG 101 013 de 2022, la cual derogó la Resolución CREG 123 de 2011; en este documento se desarrolla la metodología de la Resolución CREG 101 013 de 2022 para determinar los costos máximos del suministro de energía (CSEE), inversión (CINV) y administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), así como los costos relacionados en el decreto 943 de 2018 del Ministerio de Minas y Energía.

La Resolución CREG 101 103 de 2022, tiene como objeto:

> *"Por la cual se establece la metodología para la determinación de costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público".*

Las actividades a las cuales se establece el costo máximo son:

a) Costo máximo del Suministro de Energía Eléctrica al sistema de alumbrado público – CSEE

b) Costo máximo de la actividad de Inversión – CINV
c) Costo máximo de la actividad de Administración, Operación y Mantenimiento AOyM – CAOM
d) Costos asociados a otros costos - COTR

Entiéndase como inversión las siguientes actividades:

- Expansión de la infraestructura propia del sistema
- La modernización (cambio de luminarias de sodio y otras tecnologías por luminarias tipo LED), teniendo en cuenta los diseños fotométricos.
- La reposición de activos cuando esta aumenta significativamente la vida útil del activo.
- La instalación de los equipos de medición de energía eléctrica.

$$\boldsymbol{CAP = CSEE + CINV + CAOM + COTR}$$

Donde:

CAP: Costos máximos por la prestación del Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
CSEE: Costo del suministro de energía eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
CAOM: Costo de la actividad de AOM del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
COTR: Costos asociados a otros costos de la prestación del servicio y el Sistema de Alumbrado Público, cuando estos se causen, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

La metodología de la resolución CREG al calcular los costos de CINV y CAOM no incluye ningún tipo de impuesto.

4.3.1.1 Costo máximo del suministro de energía eléctrica para el SALP – (CSEE)

Para determinar el consumo de energía eléctrica con destino al sistema de alumbrado público, se utiliza la siguiente expresión:

$$CSEE = \sum_{n=1}^{2} (TEEn * CEEn)$$

Donde:

CSEE: Valor costo del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
TEEn: Tarifa del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en $/kWh.
CEEn: Consumo de energía eléctrica del Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en kWh.
n: Nivel de tensión 1 o 2, según la Resolución CREG 015 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan.

Para determinar el consumo de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la potencia de las luminarias en operación y las perdidas asociadas.

El Municipio debe contratar el suministro de energía eléctrica con destino al sistema de alumbrado público, con una empresa comercializadora de energía eléctrica; como lo establece el decreto 1073 del 2015, articulo 2.2.3.6.1.5, modificado por el artículo 7 del decreto 943 de 2018, en concordancia con lo expresado en la resolución CREG 101 103 de 2022; artículo 09.

Con relación a la tarifa de energía, la Resolución CREG 101 013 de 2022 establece:

Ilustración 5. Tarifa de energía de acuerdo a la Resolución CREG

Artículo 9. Tarifa de Suministro de energía eléctrica destinado al Servicio de Alumbrado Público. La tarifa de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público está sometida a un régimen de tarifas de libre negociación entre las empresas comercializadoras de energía eléctrica y los municipios o distritos que adquieran energía eléctrica con destino al alumbrado público.¶

De conformidad con lo establecido en el artículo 29 de la Ley 1150 de 2007 y en el artículo 7 del decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.5. del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán celebrar contratos de suministro de energía con destino al alumbrado público, los cuales se regirán por las leyes 142 y 143 y la regulación expedida por la CREG.¶

Parágrafo. La tarifa correspondiente a las componentes de generación y comercialización de energía estarán sometidos a un régimen de libre negociación entre las empresas comercializadoras de energía eléctrica y los municipios y/o distritos que adquieran energía eléctrica con destino al alumbrado público.¶

Artículo 10. → **Tarifa de transmisión para el sistema de Alumbrado público.** Todos los usuarios del Sistema Interconectado Nacional, SIN, incluyendo los municipios y distritos, deben pagar la tarifa correspondiente a transmisión nacional y transmisión regional.¶

Lo que se consolida con lo definido en la Resolución CREG 015 de 2018, la cual establece:

Ilustración 6. Definición en la Resolución CREG

v. Los comercializadores aplicarán cargos por uso del STR y SDL a la demanda asociada con la prestación del servicio de alumbrado público del nivel de tensión al cual se conecten las redes dedicadas exclusivamente a la prestación de este servicio. Cuando no existan redes exclusivas para el alumbrado público, el comercializador aplicará sobre las demandas respectivas cargos por uso del nivel de tensión 2. Si el alumbrado público posee medida de energía en nivel de tensión 1 y el transformador no es de propiedad del OR, el comercializador aplicará cargos por uso de este nivel, descontando la parte del cargo que corresponda a la inversión.

4.3.1.2 Costo máximo de la Actividad de Inversión (CINV).

Para remunerar el costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público se aplicará la siguiente expresión:

Ilustración 7. Ecuación para calcular el CINV

$$CINV = \sum_{n=1}^{2} (CAAn * ID)$$

Donde:

CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
n: Nivel de tensión 1 o 2.
CAAn: Costos anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado de acuerdo con el artículo 30 de la presente Resolución.

Parágrafo 1. Los municipios o distritos son libres de pactar con los prestadores del servicio de alumbrado público la periodicidad del pago de la remuneración del costo de esta actividad.

Parágrafo 2. El reconocimiento de los costos de la inversión no aplica a la infraestructura de propiedad del municipio o distrito entregada al prestador del Servicio de Alumbrado Público. Para esta infraestructura sólo se reconocen la modernización y reposición.

El costo máximo de la actividad de inversión del sistema de alumbrado público - CINV, remunera las inversiones que realiza el operador en el sistema de alumbrado público, y NO reconoce los activos entregados por el Municipio, a los cuales el operador realizara únicamente las actividades de AO & M.

El CINV, remunera el costo anual equivalente de los activos (CAAn) del sistema de alumbrado público, afectado por el índice de disponibilidad ID.

Ahora bien, el costo anual equivalente de los activos (CAAn) del SALP, remunera las siguientes actividades:

Ilustración 8. Ecuación para calcular CAAn

$$CAAn = CAAEn + CATn + CAANEn$$

Donde:

CAAn: Costo anual equivalente de todos los activos del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
n: Nivel de tensión 1 o 2
CAAEn: Costo anual equivalente de los activos eléctricos en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
CATn: Costo anual de terrenos de subestaciones en el nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

En este sentido, se remuneran:

- Activos eléctricos del sistema, los cuales están compuestos por unidades constructivas UCAP, la tasa WACC – 12,09% y las vidas útiles definidas según el tipo de activo. Adicionalmente, se considera para la remuneración de los activos asociados con luminarias instaladas y puestas en operación; ajuste por eficiencia luminosa de estos activos.

- La remuneración de los terrenos de subestaciones será del 6,9% de la valoración del área de subestaciones y el valor catastral del terreno correspondiente a la subestación.

- Los activos no eléctricos necesarios para la prestación del servicio, como son, oficinas, equipos de cómputo, grúas, etc. Fracción del costo anual equivalente de los activos en operación que se reconoce como costo anual equivalente de Activos No Eléctricos. NE es igual a 0,041.

- ID; índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, el cual se calcula teniendo en cuenta la energía eléctrica de las luminarias apagadas o que no operan en la noche, afectando el valor del CINV.

En resumen, lo que remunera el CINV, son las inversiones realizadas, y a este valor se le penaliza por las luminarias apagadas de noche con el índice ID, índice que será determinado y calculado por la interventoría a la prestación del servicio. El costo calculado no incluye impuestos de orden municipal, departamental o nacional.

Del documento 101 013 de 2022, numeral 11.2.1 Costo anual equivalente de los Activos del Sistema de Alumbrado Público, letra d, pagina 30.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

d. Por cuanto los municipios o distritos, cuando entregan en concesión el SALP o cuando suscriben un contrato para la prestación del servicio con un tercero, tienen la potestad de acordar los plazos de remuneración de la inversión, en el momento de pagar dicha remuneración, los periodos utilizados para el cálculo de la remuneración de la inversión, así como del factor de disponibilidad, deben ser iguales.

4.3.1.3 Costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento – (CAOM)

Para calcular la remuneración del costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) de la infraestructura propia del SALP, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP, incluyendo el costo de la infraestructura entregada por el Municipio y/o Distrito y aquellos resultados de la expansión, modernización y reposición.

- Fracción adicional del costo de reposición a nuevo que reconoce los gastos AOM adicionales por condiciones ambientales de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005.

- Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

- Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

- Fracción máxima del costo de reposición a nuevo que reconoce los costos de AOM para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.

- Fracción máxima del costo de reposición a nuevo, que reconoce los costos de AOM para luminarias. Su valor se determina según la senda que se relaciona a continuación:

Tabla 4. Costos de AOM

Año	FAOML
2021	0,093
2022	0,097
2023	0,092
2024	0,086
2025	0,080
2026	0,074
2027	0,069
2028 en adelante	**0,063**

Fuente: Resolución CREG 101 013 DE 2022 Articulo 35 – Parágrafo 3

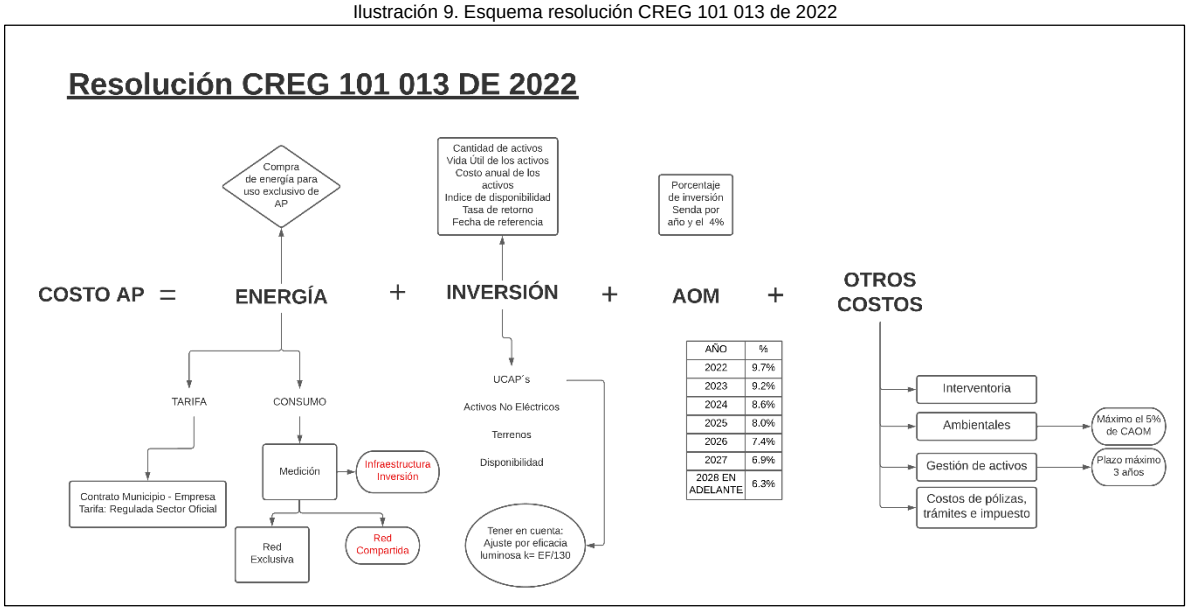
• ID; índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, el cual se calcula teniendo en cuenta la energía eléctrica de las luminarias encendidas durante las horas del día (6:00 – 18:00), afectando el valor del CAOM.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Lo anterior se resume en lo siguiente: Se toma toda la infraestructura instalada, se valoriza a precios de infraestructura nueva y en operación, y a ese valor se le calcula por el factor correspondiente. Este valor será el costo anual de las actividades de AOyM. Se debe tener en cuenta el valor del ID, el cual afecta la remuneración del AOyM debido a luminarias encendidas de día. El costo calculado no incluye impuestos de orden municipal, departamental o nacional.

En la siguiente gráfica, se aprecia las actividades a realizar en el sistema de alumbrado público, y las variables que determinan cada costo máximo, de acuerdo con la resolución CREG 123 de 2011; las cuales se deben complementar con los otros costos a remunerar, en consideración de la Resolución CREG 101 013 de 2022.

Ilustración 9. Esquema resolución CREG 101 013 de 2022



Fuente: Propia del consultor, en base a la resolución CREG 101 013 DE 2022

Adicionalmente la resolución CREG 101 013 de 2022, contempla lo siguiente:

- Otros Costos para la Prestación del Servicio del Alumbrado Público

Artículo 37. ***Costo de la Interventoría del servicio de Alumbrado Público.*** *De acuerdo con lo establecido en el artículo 10 del Decreto 943 de 2018, que modifica el artículo 2.2.3.6.1.8 del decreto 1073 de 2015, los municipios y distritos deberán tener en cuenta los costos de las interventorías de los contratos para la prestación del servicio de alumbrado público considerando la descripción de las actividades del Capítulo 7 del RETILAP, y aquellos que lo modifiquen, adicionen o sustituyan.*

Artículo 38. ***Costos Ambientales del servicio de Alumbrado Público.*** *Los costos ambientales reconocidos a partir de la entrada en operación del proyecto de inversión por la modernización de la infraestructura de alumbrado público, corresponden como máximo al cinco por ciento (5%) de los costos anuales de la administración, operación y mantenimiento, CAOM, definidos en el artículo 35 de la presente resolución, cuando estos se causen de acuerdo con las disposiciones legales vigentes, los cuales deberán ser debidamente validados por la interventoría, o la supervisión del contrato.*
Los municipios o distritos deben incorporar una evaluación de los costos ambientales dentro del ETR de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.3 del Decreto 1073 de 2015, que permita identificar las acciones de prevención, mitigación, corrección y/o compensación de las causas generadas por los proyectos de inversión y las actividades del servicio del alumbrado público sobre la naturaleza, en los términos dispuestos en la legislación ambiental vigentes para tal fin.

Esta evaluación debe contemplar la elaboración del plan de manejo ambiental, la gestión integral de los residuos, la reducción de la huella de carbono del sistema y la reducción por polución lumínica, como producto de los proyectos de inversión y de AOM.
La gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, RAEE, debe incorporar las estrategias en caso de reutilización, remanufacturación, reacondicionamiento o para la devolución, recolección, reciclaje y disposición final de los RAEE.

Así mismo, los municipios o distritos deben garantizar los mecanismos de vigilancia y control en la gestión y manejo de los RAEE a través de la interventoría del contrato, cuando esta opere.

Está prohibido expresamente por la ley, la disposición final de los RAEE en rellenos sanitarios.

Parágrafo. *Los municipios o distritos deben prever en los contratos de compra o importación de elementos que constituyan las UCAP del SALP, adquiridos en forma directa o través de prestadores del servicio, la gestión integral, retoma y disposición final de los RAEE.*

Artículo 39. Sistema de Gestión de Activos. *Los municipios y distritos clasificados en las categorías especial, primera y segunda, según los criterios del Decreto Ley 2106 de 2019, deben incluir la implementación y certificación de un sistema de gestión de activos de alumbrado público acorde con la norma ISO 55001, en un plazo máximo de cinco (5) años contados a partir de la entrada en vigor de la presente resolución.*

Artículo 40. Costos de pólizas, trámites e impuestos. *Comprende todos aquellos costos asociados a la formalización de los contratos, impuestos al valor agregado a las ventas e impuestos municipales, requeridos para la formalización de los contratos que establezca o que deba cumplir el municipio o distrito para la prestación del servicio.*

- Que los activos instalados en la actividad de inversión, que no se amorticen por la vida útil de cada UCAP durante el periodo del contrato, se deben reconocer los costos máximos de vida útil remanente de los activos del Sistema de Alumbrado Público - SALP.

- Las actividades de inversión y los desarrollos tecnológicos asociados al Sistema de Alumbrado Público deben ser evaluadas económicamente mediante proyectos de inversión, los cuales se deben representar mediante modelos financieros que incorporen los costos de las UCAP, los nuevos desarrollos tecnológicos, la vida útil de los activos, la tasa de retorno y demás variables para la prestación del servicio, para la toma de decisión de la alternativa más favorable técnica, económica y financiera para los municipios y distritos. (Desarrollos tecnológicos como los proyectos de instalación de medición individual con telegestión y/o medida deben contar con una evaluación financiera para establecer si la relación beneficio-costo es superior a uno, con base en los criterios y metodología definidos por el municipio o distrito, tendiente a garantizar la prestación de servicio de alumbrado público de forma económica y eficiente).

- Los municipios o distritos son libres de pactar con los prestadores del servicio de alumbrado público la periodicidad del pago de la actividad que remunera los costos de AOM.

- Se debe realizar una actualización de los costos máximos de las actividades de inversión y AOyM del sistema de alumbrado público con base en el IPP (ÍNDICE DE PRECIOS AL PRODUCTOR TOTAL NACIONAL).

4.4 NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

4.4.1 Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público – RETILAP

Mediante la Resolución 180540 de marzo 30 de 2010 se aclara el ANEXO GENERAL DEL RETILAP y se establecieron requisitos de eficacia mínima y vida útil de fuentes lumínicas, además de otras disposiciones transitorias para facilitar su implementación.

El objeto fundamental del reglamento es 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.

En el capítulo 1 del RETILAP en su sección 100 se determina el objeto del Reglamento que básicamente establece los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y de ALUMBRADO PÚBLICO precisando las reglas generales inculcando el uso racional de energía (URE), señalando las especificaciones y exigencias mínimas de los sistemas de iluminación constituyéndose en un instrumento técnico- legal en nuestro país de obligatorio cumplimiento.

El reglamento técnico se aplica a toda instalación de iluminación o alumbrado público y privada construida, ampliada o remodelada a partir de su entrada en vigencia, de conformidad con:

Instalaciones de iluminación nuevas: Se considera instalación de iluminación nueva aquella que se construya con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia de RETILAP.

- Ampliación de instalaciones de iluminación: Se entenderá como ampliación de una instalación de iluminación la que implique aumento de área con requerimiento de iluminación, instalación de nuevas fuentes de iluminación, modificación de las potencias de las fuentes, montaje adicional de dispositivos, equipos y luminarias.

- Remodelación de instalaciones de iluminación y alumbrado público: Se entenderá como remodelación de una instalación de iluminación la sustitución de dispositivos, equipos, controles, luminarias y demás componentes de la instalación de iluminación. (Energía, s.f.)

4.4.2 Reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE

Se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad.

Se considera que, al aplicar tales preceptos con ética, conciencia y disciplina, por todas las personas que se relacionan con los bienes y servicios inherentes a la electricidad, es decir, los usuarios de los mismos y quienes los producen y ejecuten, estén protegidos de los riesgos de origen eléctrico.
Para efectos del presente reglamento, las palabras deber y tener, como verbos y sus conjugaciones, deben entenderse como “estar obligado”.
El Ministerio de Minas y Energía agradece la amplia participación de partes interesadas en particular de los profesionales colombianos en el campo de la electrotecnia, las empresas del subsector de la electricidad, los gremios relacionados, la academia, la industria y demás ciudadanos por los valiosos aportes para complementar y mejorar el RETIE.

4.4.3 URE (Uso racional y eficiente de la energía)

Ley 697 de 2001, por la cual declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto

de interés social, público y de Conveniencia nacional. El URE, para el alumbrado público tiene lugar al ejecutar la aplicación del cambio de tecnología sustituyendo bombillas del sistema de Hg (Mercurio) por las del sistema Na (Sodio) en sus equivalencias u otras tecnologías y utilizando la potencia y cantidad de lámparas correctas según el diseño de iluminación. Paralelamente se reduce el impacto ambiental evitando la polución lumínica.

4.4.4 Norma técnica colombiana NTC 2050

Es una norma acorde a la invención de tecnologías en un ámbito global relacionadas a la eficiencia energética, sin dejar de lado las normas técnicas y materiales que se pueden implementar en las instalaciones eléctricas.

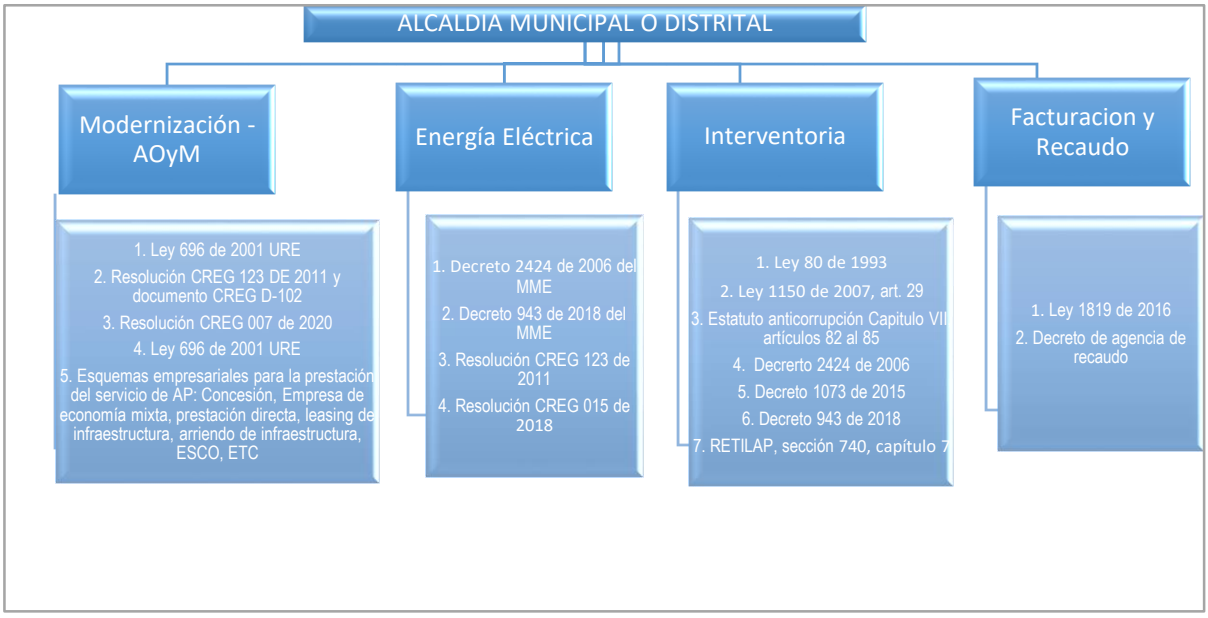
E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

5 ANÁLISIS CONTRACTUAL Y FINANCIERO DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ – BOYACÁ

5.1 ESQUEMAS DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

La normatividad actual en Colombia permite a las entidades territoriales implementar diferentes esquemas para la prestación del servicio de alumbrado público, dejando claro que los municipios y distritos son los directos responsables de la prestación del servicio de alumbrado público, y este puede prestarse teniendo en cuenta una estructura similar a la siguiente figura, dando la posibilidad de optar por modelos de contratación, delegación o descentralización como se observa a continuación:

Ilustración 10. Responsabilidades del municipio frente a la prestación del Servicio de Alumbrado Público



5.2 ESTRUCTURA ORGANICA DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE A. P. DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ

Actualmente el sistema de alumbrado público del municipio de Chiquinquirá cuenta con la siguiente estructura administrativa y operativa del sistema de alumbrado público, tal como se muestra gráficamente en la ilustración 11

Ilustración 11. Estructura Organización de la Prestación del servicio de AP. Del Municipio de Chiquinquirá.



Fuente. Propia del consultor

5.3 ANTECEDENTES CONTRACTUALES.

El 31 de diciembre de 2007, se celebró el contrato de concesión No. 171 de 2007, entre el municipio de Chiquinquirá y la Unión Temporal Luces de María, cuyo objeto cubre los siguiente: La administración, Operación, Mantenimiento, Modernización y expansión del Servicio De Alumbrado Público En El Municipio De Chiquinquirá.

De acuerdo con la cláusula primera, el contrato señala lo siguiente: *"PARAGRAFO: EL CONCESIONARIO tendrá· a su cargo, la prestación del Servicio de Alumbrado Público, la operación y mantenimiento de la infraestructura del servicio del alumbrado público del Municipio de CHIQUINQUIRA, incluyendo el suministro e instalación de luminarias y accesorio eléctricos, por el termino de CATORCE (14) años".*

Así mismo señala que el servicio se prestara en el área territorial del Municipio de CHIQUINQUIRA en la zona urbana y en los centros poblados de la zona rural, definido este servicio.

El numeral VI. Repotenciación de la Cláusula primera, señala que la repotenciación del sistema, *"Consiste en la sustitución de la totalidad de las luminarias de tecnología obsoleta, por luminarias de sodio alta presión. Las luminarias existentes, incandescentes, de mercurio o cualquier otra tecnología obsoleta, se cambiaron por luminarias de sodio de alta presión de 70 W. y 150 W. 250 W. Û 400 W. Adicionalmente Consiste en la sustitución de la totalidad de las luminarias de sodio de alta presión que se encuentran en mal estado, por luminarias de sodio alta presión nuevas".*

Por otro lado, CLAUSULA SEXTA: *REMUNERACION DEL CONCESIONARIO: De conformidad con lo dispuesto por el artículo 60 de la ley 143 de 1994 la remuneración del CONCESIONARIO consiste en las tarifas del impuesto de Alumbrado Público que los usuarios de los servicios paguen directamente a este. PARÁGRAFO: En el caso que el recaudo de las tarifas resulte insuficiente para sufragar los costos de prestación del servicio, EL MUNICIPIO deber· reconocer la diferencia entre los valores correspondientes a tales costos y lo valores recaudados con las tarifas que efectivamente se apliquen. Para el efecto los costos serán el resultante de multiplicar los precios indicados para cada Ítem del componente de suministro y montaje y para cada Ítem del componente de operación y mantenimiento por el tiempo total del contrato, incrementado en los costos adicionales por la ampliación de la cobertura del servicio, el suministro de energía, ajustando todos los factores señalados con el Índice de precios al productor.*

La misma clausula señala que el *"flujo financiero que respalda la ejecución del contrato de concesión se revisar· y ajusta · anualmente a las condiciones reales del servicio".*

La CLAUSULA OCTAVA: "MODELO ECONOMICO: señala lo siguiente*: "El flujo de caja proyectado se considera como la directriz económica del contrato de concesión, pues contiene los costos en que incurre el concesionario para la operación y administración integral del proyecto a su cuenta y riesgo, necesario para mantener los niveles de eficiencia exigidos, reponer los datos al sistema y cumplir con las exigencias técnicas. La remuneración o el pago al concesionario de las inversiones iniciales, contempla una tasa de retorno contractual determinada en el 23,6% calculada sobre los saldos de caja libre para el último año de la concesión. En todo caso el concesionario se obliga como mínimo a aportar como Equity un mínimo del 20% del total de la inversión. Los costos de operación se incrementarán en su rubro de materiales por expansiones o actualizaciones del inventario de luminarias. Los gastos del proyecto incluidos en el flujo de caja cubren los costos de manera que todos los riesgos de operación se encuentren debidamente cubiertos. El flujo de caja se expresa· en pesos corrientes y se deben· actualizar anualmente por parte del concesionario, para aplicar los valores reales de los indicadores macroeconómicos pertinentes (IPC) así como los gastos externos a la concesión como son los costos de energía, facturación, e interventoría. En ese control anual, con la aplicación de indicadores y costos reales, se deber· actualizar el recaudo requerido por el proyecto para el mantenimiento de la TIR contractual. En caso de que el recaudo requerido sea inferior al real, esos excedentes deberán dejarse a disposición del municipio, mientras que, si el recaudo real es insuficiente para las necesidades del proyecto, se podrá· compensar con recaudos futuros según la metodología propuesta".*

En la CLAUSULA NOVENA: se establece el *"PLAZO DEL CONTRATO Y ENTREGA DEL SUMINISTRO. EL CONCESIONARIO entregar· a EL CONCEDENTE los elementos y/o materiales, objeto del presente contrato, de acuerdo con el programa de reposición de luminarias, propuesto en los plazos que se detallan en el flujo financiero del proyecto, los cuales no superaron los doce (12) meses contados a partir de la fecha de iniciación del contrato de Concesión. El termino de duración de la Concesión se ha establecido en CATORCE (14) años contados a partir de la fecha de suscripción del acta de inicio.*

VALOR DEL CONTRATO: CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN MILLONES NOVECIENTOS CATORCE MIL DOSCIENTOS CATORCE PESOS M. CTE. ($491.914.214.00)

Acta de Inicio: el acta de inicio fue celebrada entre las partes el 10 de enero de 2008, con un inventario inicial de 3.688 luminarias.

Este contrato de concesión a tenido las siguientes modificaciones:

Tabla 5. Modificaciones del contrato de concesión

Numero de Otrosis	Objeto	Fecha
Otrosí No. 01	Ejecutar obras de expansión, consistente en la iluminación del Centro Histórico de la ciudad **Chiquinquirá**, por valor de DOSCIENTOS MILLONES DOSCIENTOS VEINTICINCO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y DOS PESOS ($200.225.272). con recursos propios del municipio	*16 de junio de 2008.*
Otrosí No.02	La ejecución de CINCUENTA Y DOS MILLONES OCHOCIENTOS SESENTA Y UN MIL TRECIENTOS CUARENTA Y CINCO PESOS M/CTE ($52.861.345) que serán destinados para la expansión. con recursos propios del municipio.	*12 de dic. de 2008.*
Modificatorio al Otrosí 2.	Mediante el cual se modificó las cláusulas 4.- forma de pago y 6.- garantías del otrosí No. 2, y adicionar a la Cláusula Segunda del contrato principal, donde el concesionario queda obligados a ejecutar las obras de expansión, de acuerdo con los recursos que para tal efecto traslade el municipio al concesionario.	*15 de febrero de 2010*
Adicional 01 al Otrosí No.2	Adicional 01 del, mediante el cual se adicionó en valor por $2.119.648 el otrosí No. 02.	02 de marzo de

		2009
Modificatorio al contrato principal	Mediante el cual se adicionan clausulas al contrato principal en el cual se ajusta el flujo de caja del contrato en $388.472.204 para ejecución de obras de expansión.	*8 de marzo de 2010*
Modificatorio al contrato principal	El concesionario se obliga a ejecutar obras de expansión, por valor de $10.394.107.	*30 de marzo de 2010*
Modificatorio No3, al contrato principal	Mediante el cual se modificaron las cláusulas decima primera. - garantías y vigésima. - cesión y subcontratación.	*22 de abril de 2010*
Otrosí Modificatorio al contrato de concesión.	El CONCESIONARIO queda obligado para el con CONCEDENTE, a partir de la legalización del presente contrato modificatorio, a la ejecución de las siguientes obras de expansión, adicionales a las inicialmente acordadas: ampliación, mejoramiento y subterránización de la red de servicio de alumbrado público en los sectores de la Avenida Gárnica de Orjuela en la paso urbano de la Vía Regional Transversal de Occidente del Paseo María Ramos, tramo del Parque del Campesino a la salida Troncal del Occidente de Boyacá y expansión en el sector rural. Las partes acuerdan ajustar el flujo de caja en la suma de QUINIENTOS CATORCE MILLONES SEISCIENTOS CINCO MIL SETECIENTOS SESENTA Y DOS PESOS ($514.605.762) M/CTE, incorporando el valor del costo de las nuevas obras incluidas en la cláusula anterior y los recursos del impuesto de alumbrado público que el municipio deberá transferir al CONCESIONARIO para la financiación de las mismas , de acuerdo a disponibilidad presupuestal No. 2011000661 de fecha 3 de junio del 2011 por valor de $392.218.099.70 y a disponibilidad presupuestal sin situación de fondos No. 2011000009 de fecha 3 de junio del 2011 por valor de $122.387.662.30.	*13 de junio de 2011*
Adicional No. 01 al Modificatorio De Fecha 13 de junio del 2011 del Contrato No. 171 de 2007	Adicionar ejecución de las siguientes obras de expansión, adicionales a las inicialmente acordadas: disminuir la interdistancia para la instalar la infraestructura de la carrera 10 en sus tres tramos: De la calle 21 hasta la calle23, Avenida las Palmas y el Parque de la Miel salida al Occidente y el ajuste a las cantidades de obra en la expansión del alumbrado en el sector rural en las veredas de Córdoba y los Sucres. Por valor de NOVENTA Y CINCO MILLONES SESENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS SETENTA Y NUEVE PESOS ($95.067.979) M/CTE. disponibilidad presupuestal sin situación de fondos No. 2011000023 de fecha 13 de diciembre del 2011.	*26 de dic. de 2011*
Adicional No. 02 al Modificatorio de Fecha 13 de junio del 2011 del Contrato No. 171 de 2007	Ejecución de las siguientes obras de expansión, adicionales a las inicialmente acordadas: Ajustes en cantidades de obra en las obras de expansión de las veredas Sucre Occidental y Oriental. De acuerdo con la disponibilidad presupuestal sin situación de fondos No. 2011000024 de fecha 22 de diciembre del 2011 por valor de $39.091.630	*26 de dic. de 2011*
Modificatorio No.05 al contrato principal.	*Adicionar a la Cláusula Segunda del contrato principal en el sentido de agregar a las obligaciones allí señaladas la siguiente: a). El Concesionario queda obligado para con el concedente, a partir de la legalización del presente contrato modificatorio, a la ejecución de las siguientes actividades: Poner en funcionamiento un sistema de información de alumbrado público, que cumpla con las exigencias del RETILAP. b). realizar, directamente o a través de una empresa debidamente autorizada, la disposición final de los residuos o desechos resultante de la prestación integral del AP.* *Las partes acuerdan ajustar el flujo de caja en la suma correspondiente a la puesta en funcionamiento del sistema de*	*16 de junio de 2015*

	información por valor de $2.500.000 mensual. *c). adiciónese a la Cláusula Sexta del contrato principal lo siguiente: en el sentido de atender la Resolución 123 de 2011, en el ajuste de los costos con el índice de Precio, según propuesta presentada por el concesionario. Mediante la adición de un segundo parágrafo, así: PARAGRAFO SEGUNDO: El en control anual del flujo financiero se tendrá en cuenta que la remuneración del concesionario no supere el tope máximo previsto en la Resolución 123 de 2011. Se adjunta en Anexo al presente documento costos según resolución.* *Adicionar a la Cláusula decima primera del contrato principal el siguiente Parágrafo. PARAGRAFO 3. Si el garante de una etapa del contrato o un periodo contractual decide no continuar garantizando la etapa del contrato o periodo contractual subsiguiente, debe informar su decisión por escrito a la entidad estatal garantizada seis meses antes del vencimiento del plazo de la garantía. Este aviso no afecta la garantía de la etapa contractual o periodo contractual en ejecución.*	
Adición de 7 años (Adición y Prórroga del 28 de diciembre de 2018)	*Que mediante la CLÁUSULA PRIMERA: DEL PLAZO: este Prorrogó el plazo del contrato de concesión No. 171 de 2007, a que se hace referencia en las cláusulas primera parágrafo primero y novena, por siete (7) años. CLÁUSULA SEGUNDA: DE LAS INVERSIONES: EL CONCESIONARIO se compromete con EL CONCEDENTE a realizar las inversiones en los sectores de la Plaza la Libertad y Centro Histórico, de conformidad con lo enunciado en el anexo técnico que hace parte integral, en un plazo de 7 meses desde la firma del presente documento. CLÁUSULA TERCERA: VALOR DE LAS INVERSIONES: El valor de las inversiones descritas en la cláusula anterior asciende a la suma en valor presente de OCHOCIENTOS CATORCE MILLONES CUATROCIENTOS CATORCE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS (814.414.844) las cuales se encuentran descritas en el anexo financiero y flujo de caja que hace parte integrante de la presente prorroga al contrato de concesión. PARÁGRAFO PRIMERO: Para incluir los nuevos costos correspondientes a la inversión descrita en la cláusula segunda del presente documento y realizar el seguimiento financiero del contrato, se acogerá el flujo de caja contractual que se adjunta al presente contrato y forma parte del mismo en el denominado. PARÁGRAFO SEGUNDO: El Flujo de Caja se actualizará anualmente de acuerdo con los ingresos y egresos reales.*	28 de diciembre de 2018.

Ahora bien, del proyecto, se destacan los siguientes aspectos:

1. La CLÁUSULA SEXTA: *REMUNERACION DEL CONCESIONARIO: De conformidad con lo dispuesto por el artículo 60 de la ley 143 de 1994 la remuneración del CONCESIONARIO consiste en las tarifas del impuesto de Alumbrado Público que los usuarios de los servicios paguen directamente a este. PARÁGRAFO: En el caso que el recaudo de las tarifas resulte insuficiente para sufragar los costos de prestación del servicio, EL MUNICIPIO deber· reconocer la diferencia entre los valores correspondientes a tales costos y lo valores recaudados con las tarifas que efectivamente se apliquen. Para el efecto los costos serán el resultante de multiplicar los precios indicados para cada Ítem del componente de suministro y montaje y para cada Ítem del componente de operación y mantenimiento por el tiempo total del contrato, incrementado en los costos adicionales por la ampliación de la cobertura del servicio, el suministro de energía, ajustando todos los factores señalados con el Índice de precios al productor*.

   Adicionalmente, la CLÁUSULA OCTAVA: "MODELO ECONÓMICO: señala lo siguiente: "*El flujo de caja proyectado se considera como la directriz económica del contrato de concesión,*

pues contiene los costos en que incurre el concesionario para la operación y administración integral del proyecto a su cuenta y riesgo, necesario para mantener los niveles de eficiencia exigidos, reponer los datos al sistema y cumplir con las exigencias técnicas. La remuneración o el pago al concesionario de las inversiones iniciales, contempla una tasa de retorno contractual determinada en el 23,6% calculada sobre los saldos de caja libre para el último año de la concesión. En todo caso el concesionario se obliga como mínimo a aportar como Equity un mínimo del 20% del total de la inversión. Los costos de operación se incrementarán en su rubro de materiales por expansiones o actualizaciones del inventario luminarias. Los gastos del proyecto incluidos en el flujo de caja cubren los costos de manera que todos los riesgos de operación se encuentren debidamente cubiertos. El flujo de caja se expresar· en pesos corrientes y se deber· actualizar anualmente por parte del concesionario, para aplicar los valores reales de los indicadores macroeconómicos pertinentes (IPC) así como los gastos externos a la concesión como son los costos de energía, facturación, e interventoría. En ese control anual, con la aplicación de indicadores y costos reales, se deber· actualizar el recaudo requerido por el proyecto para el mantenimiento de la TIR contractual. En caso de que el recaudo requerido sea inferior al real, esos excedentes deberán dejarse a disposición del municipio, mientras que, si el recaudo real es insuficiente para las necesidades del proyecto, se podrá· compensar con recaudos futuros según la metodología propuesta".

Lo anterior denota que la Remuneración del Tercero se ajustará al Modelo Económico del Contrato; sin embargo, es relevante destacar que la Resolución CREG 123 de 2011 en su artículo 27 determinó:

> *Artículo 27 Ajuste regulatorio: Las autoridades municipales y/o distritales deberán prever en los respectivos contratos y/o convenios suscritos para la prestación del servicio de alumbrado público, las cláusulas de ajuste por cambio regulatorio a que haya lugar.*
>
> *Parágrafo. En todo caso, las modificaciones y/o adiciones que a partir de la fecha de entrada en vigencia de esta Resolución se hagan a los diferentes contratos y/o convenios suscritos para la prestación de los servicios de alumbrado público, deberán observar las disposiciones aquí establecidas.*

Es evidente la obligación de los Municipios de ajustar los contratos a la Metodología de remuneración definida en la Resolución CREG 123 de 2011 ante cualquier modificación y/o adición al mismo; situación que se dio en los siguientes momentos:

Tabla 6. Modificaciones realizadas

Numero de Otrosi	Objeto	Fecha
Modificatorio No.05 al contrato principal.	*Adicionar a la Cláusula Segunda del contrato principal en el sentido de agregar a las obligaciones allí señaladas la siguiente: a). El Concesionario queda obligado para con el concedente, a partir de la legalización del presente contrato modificatorio, a la ejecución de las siguientes actividades: Poner en funcionamiento un sistema de información de alumbrado público, que cumpla con las exigencias del RETILAP. b). realizar, directamente o a través de una empresa debidamente autorizada, la disposición final de los residuos o desechos resultante de la prestación integral del AP.* *Las partes acuerdan ajustar el flujo de caja en la suma correspondiente a la puesta en funcionamiento del sistema de información por valor de $2.500.000 mensual.* *c). adicionese a la Cláusula Sexta del contrato principal lo siguiente: en el sentido de atender la Resolución 123 de 2011, en el ajuste de los costos con el índice de Precio, según propuesta presentada por el concesionario. Mediante la adición de un segundo parágrafo, así:*	*16 de junio de 2015*

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

	PARAGRAFO SEGUNDO: El en control anual del flujo financiero se tendrá en cuenta que la remuneración del concesionario no supere el tope máximo previsto en la Resolución 123 de 2011. Se adjunta en Anexo al presente documento costos según resolución. *Adicionar a la Cláusula decima primera del contrato principal el siguiente Parágrafo. PARAGRAFO 3. Si el garante de una etapa del contrato o un periodo contractual decide no continuar garantizando la etapa del contrato o periodo contractual subsiguiente, debe informar su decisión por escrito a la entidad estatal garantizada seis meses antes del vencimiento del plazo de la garantía. Este aviso no afecta la garantía de la etapa contractual o periodo contractual en ejecución.*	
Adición de 7 años (Adición y Prórroga del 28 de diciembre de 2018)	*Que mediante la CLÁUSULA PRIMERA: DEL PLAZO: este Prorrogó el plazo del contrato de concesión No. 171 de 2007, a que se hace referencia en las cláusulas primera parágrafo primero y novena, por siete (7) años. CLÁUSULA SEGUNDA: DE LAS INVERSIONES: EL CONCESIONARIO se compromete con EL CONCEDENTE a realizar las inversiones en los sectores de la Plaza la Libertad y Centro Histórico, de conformidad con lo enunciado en el anexo técnico que hace parte integral, en un plazo de 7 meses desde la firma del presente documento. CLÁUSULA TERCERA: VALOR DE LAS INVERSIONES: El valor de las inversiones descritas en la cláusula anterior asciende a la suma en valor presente de OCHOCIENTOS CATORCE MILLONES CUATROCIENTOS CATORCE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS (814.414.844) las cuales se encuentran descritas en el anexo financiero y flujo de caja que hace parte integrante de la presente prorroga al contrato de concesión. PARÁGRAFO PRIMERO: Para incluir los nuevos costos correspondientes a la inversión descrita en la cláusula segunda del presente documento y realizar el seguimiento financiero del contrato, se acogerá el flujo de caja contractual que se adjunta al presente contrato y forma parte del mismo en el denominado. PARÁGRAFO SEGUNDO: El Flujo de Caja se actualizará anualmente de acuerdo con los ingresos y egresos reales.*	28 de diciembre de 2018.

En consecuencia de lo anterior, el Modelo de Remuneración al tercero debió ajustarse el MODELO ECONÓMICO definido contractualmente al Modelo Financiero determinado conforme la Metodología de Remuneración de la Resolución CREG 123 de 2011.; lo cual y según el flujo financiero observado y suministrado por la administración; no se denota tal situación; toda vez que es evidente y trazable que la remuneración por Operación & Mantenimiento siguió actualizándose bajo los parámetros de indexación del contracto y no al de la metodología de la Resolución; convirtiendo ello en **una falta grave.**

Lo anterior en el sentido que la TIR contractual es del 23,6%; mientras que la tasa de descuento estimada a partir de la metodología de la Resolución. CREG 123 de 2011 fue del 13,9% hasta el año 2022; y con la Resolución CREG 101-013 de 2022 registra valores inferiores al definido en la resolución precedente, significando una posible sobre-remuneración al tercero.

Ahora bien, es de denotar que la Resolución CREG 123 de 2011 fue derogada en el año 2022 con la expedición de la Resolución CREG 101 013; la cual ratifica en su artículo 43 la obligación de realizar en los contratos los ajustes regulatorios ante prórrogas, modificaciones o adiciones al contrato y/o convenios.

> ***ARTÍCULO 43. AJUSTE REGULATORIO.*** *Las autoridades municipales y/o distritales deberán prever en los respectivos contratos y/o convenios suscritos para la prestación del*

servicio de alumbrado público, las cláusulas de ajuste por cambio regulatorio a que haya lugar.
Los contratos y/o convenios para la prestación del servicio de alumbrado público suscritos antes de la entrada en vigencia de la presente resolución continuarán sujetos a las disposiciones aplicables a la fecha de su suscripción. No obstante, las prórrogas, modificaciones o adiciones de dichos contratos y/o convenios que se pacten posteriormente deberán ajustarse a lo aquí establecido.

En consecuencia y aunado a lo anterior, es recomendable que el Municipio adelante la actualización del Estudio Técnico de Referencia conforme la metodología de la Resolución CREG 123 de 2011.

Ahora bien y con el ánimo de realizar un ejercicio de estimación de la remuneración que debió darse al tercero desde el año 2015, fecha en la que se presentó modificación al contrato; en concordancia con la metodología de la Res CREG 123 de 2011 se hacen las siguientes aproximaciones:

a. A partir del inventario de luminarias relacionado al corte de febrero de 2023, el total de luminarias fue de **5.562** unidades.

b. El inventario relacionado es el siguiente:

Tabla 7. Inventario de infraestructura de Alumbrado Público Municipio de Chiquinquirá

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Vr. UNITARIO	CANTIDAD
Luminaria LED 27W	Un	2.327.819	16
Luminaria LED 43W	Un	1.732.977	29
Luminaria LED 50W	Un	1.931.013	130
Luminaria LED 53W	Un	1.931.013	3
Luminaria LED 70W	Un	2.059.533	10
Luminaria LED 72W	Un	2.059.533	9
Luminaria LED 75W	Un	2.059.533	31
Luminaria LED 87W	Un	1.535.814	9
Luminaria LED 100W	Un	2.264.625	7
Luminaria LED 107W	Un	2.264.625	46
Luminaria LED 110W	Un	2.264.625	22
Luminaria LED 200W	Un	3.061.312	7
Luminaria LED 463W	Un	6.278.202	14
Luminaria LED 563W	Un	7.915.226	8
Luminaria Metal Halide 250W	Un	1.405.542	4
Luminaria Metal Halide 400W	Un	1.484.658	7
Luminaria Sodio 70W	Un	825.037	4.313
Luminaria Sodio 150W	Un	979.594	537
Luminaria Sodio 250W	Un	1.127.418	352
Luminaria Sodio 400W	Un	1.225.967	8
SUBTOTAL			**5.562**
SUBTOTAL COSTO INFRAESTRUCTURA			**5.310.718.042**

c. A partir de los estudios de mercado, se establecen las unidades constructivas de alumbrado público (UCAPS)

d. Aplicando la metodología de la Res CREG 123 de 2011 que se resumen a continuación; se tiene:

Ilustración 12. Costo AP, de acuerdo a la resolución CREG



✓ **Costos Suministro de Energía.**

Para determinar el consumo de energía eléctrica con destino al sistema dealumbrado público, se utiliza la siguiente expresión[3].

Ilustración 13. Ecuación para calcular CSEE

$$CSEE = \sum_{n=1}^{2} (TEEn * CEEn)$$

Donde:
***n**: Nivel de tensión 1 o 2.*
***CSEE**: Valor costo del suministro de energía eléctrica para el servicio de alumbrado público en pesos.*
TEEn: Tarifa del suministro de energía eléctrica para el servicio de alumbrado público en el nivel de tensión n en $/kWh.
CEEn: Consumo de energía eléctrica del servicio de alumbrado público en el nivel de tensión n en kWh.

Conforme el inventario de luminarias relacionadas en el inventario, se tiene una potencia media del sistema de alumbrado público de 571 kW, lo que significaría un costo anual por este concepto de **$1.428.662.888** .

✓ **Costo máximo de la Actividad de Inversión (CINV).**

Para la actividad de inversión CINV, la resolución CREG 123 de 2011, establece lo siguiente:

[3] Resolución CREG 123 de 2011, capítulo II, Costo por suministro de energía eléctrica destinada al servicio de alumbrado público, articulo 9, Costo máximo del suministro de energía eléctrica para el servicio de alumbrado público.

- El costo máximo de la actividad de inversión del sistema de alumbrado público CINV, remunera las inversiones que realiza el operador en el sistema de alumbrado público, y NO reconoce los activos entregados por el Municipio, a los cuales el operador realizara únicamente las actividades de AO y M.

- El CINV, remunera el costo anual equivalente de los activos (CAAEn) del sistema de alumbrado público, afectado por el índice de disponibilidad ID.

- Ahora bien, el costo anual equivalente de los activos (CAAEn) del SALP, remunera las siguientes actividades:

  - Activos eléctricos del sistema, los cuales están compuestos por unidades constructivas UCAP, la tasa WACC – 13,9% y la vida útil de los activos a instalar.

  - Los activos no eléctricos necesarios para la prestación del servicio, como son, oficinas, equipos de cómputo, grúas, etc. Fracción del costo anual equivalente de los activos en operación que se reconoce como costo anual equivalente de Activos No Eléctricos. NE es igual a 0,041.

  - ID; índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, el cual se calcula teniendo en cuenta la energía eléctrica de las luminarias apagadas o que no operan en la noche, afectando el valor del CINV.

En resumen, lo que remunera el CINV, son las inversiones realizadas, y a este valor se le penaliza por las luminarias apagadas de noche con el índice ID, índice que será determinado y calculado por la interventoría a la prestación del servicio.

Con base en lo anterior y considerando la inversión realizada en el año 2019 por un valor de $ 814.414.846; se resalta:

- Si la inversión se realizó con recursos del Impuesto de Alumbrado Público y al tercero se le pagaron los trabajos de suministro e instalación; este último no tiene derecho a ninguna remuneración y la propiedad de los activos es del Municipio.

- En caso que, la inversión la haya realizado el tercero, sin utilizar recursos del Impuesto de Alumbrado Público o de otra fuente de recursos diferentes a su propio pecunio; el tercero tendría una remuneración por CINV equivalente a un valor mensual de **$16.060.712**; asumiendo una vida útil de 7 años de las luminarias; lo anterior con el fin de ajustarlo al tiempo de ampliación del contrato de concesión o una remuneración mensual de **$10.782.776**; considerando una vida útil de 15 años, que es la definida en la Regulación CREG 123 de 2011.

✓ **Costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento – (CAOM).**

Por cuanto los municipios o distritos, cuando entregan en concesión el SALP o cuando suscriben un contrato para la prestación de la actividad de inversión con untercero, tienen la potestad de acordar plazos de remuneración de la inversión, en elmomento de pagar dicha remuneración, los periodos utilizados para el cálculo de laremuneración de la inversión, así como del factor de disponibilidad, deben ser iguales.

Para calcular la remuneración del costo máximo de la Actividad de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) de la infraestructura propia del SALP, es necesario

tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP, incluyendo el costo de la infraestructura entregada por el Municipio.

- Fracción máxima del costo de reposición a nuevo, el cual se reconoce como costo anual de Administración, Operación y Mantenimiento en el nivel de tensión n. Su valor es del 10.3% del costo de reposición a nuevo de toda la infraestructura del SALP (Infraestructura instalada por el operador como la infraestructura entregada por el Municipio).

- ID; índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, el cual se calcula teniendo en cuenta la energía eléctrica de las luminarias encendidas durante las horas del día (6:00 – 18:00), afectando el valor del CAOM.

Lo anterior se resume en lo siguiente: Se toma toda la infraestructura instalada, se valoriza a precios de infraestructura nueva y puesta en operación, y a ese valor se le calcula el 10,3%. Este valor será el costo anual de las actividades de AOyM. Se debe tener en cuenta el valor del ID, el cual afecta la remuneración por las actividades del AOyM.

5.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

TARIFA DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PUBLICO

El acuerdo 027 de 2008 en el CAPITULO XI, IMPUESTO AL ALUMBRADO PÚBLICO, definió el tema de los ingresos del alumbrado público, y principalmente en los siguientes artículos:

ARTICULO 176. Reza: "TARIFA. La tarifa del impuesto de Alumbrado Público será el 18% de la base gravable, siempre teniendo en cuenta los costos de la prestación del servicio y las necesidades de mantenimiento y expansión de este".

El artículo 177. FORMA DE PAGO. Los pagos del Impuesto de Alumbrado Público se harán en forma mensual a través del recibo oficial de pago, en las fechas establecidas por la empresa encargada del recaudo.

Y en el ARTICULO 178. Se estableció la BASE GRAVABLE, TARIFA Y PAGO DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LOS PREDIOS NO CONSTRUIDOS URBANOS Y PREDIOS SUBURBANOS, DE EXPANSIÓN Y RURALES. Para la liquidación del impuesto de Alumbrado Público de los predios urbanizables no urbanizados, urbanizados no edificados, los predios de expansión y suburbanos de que trata el presente Acuerdo y que no sean suscriptores del servicio de energía, se les aplicará una tarifa anual del 20% sobre el valor del impuesto predial. Para el Sector Rural la tarifa será del 10% sobre la misma base gravable.

Ahora bien, el Acuerdo 027 del 27 de diciembre de 2020, el cual en el artículo 178 reza lo siguiente:

"BASE GRAVABLE, TARIFA Y PAGO DEL IMPUESTO DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LOS PREDIOS NO CONSTRUIDOS URBANOS Y PREDIOS SUBURBANOS, DE EXPANSIÓN Y RURALES. Para la liquidación del impuesto de Alumbrado Público de los predios urbanizables no urbanizados, urbanizados no edificados, los predios de expansión y suburbanos de que trata el presente Acuerdo y que no sean suscriptores del servicio de energía, se les aplicará una tarifa anual del 20% sobre el valor del impuesto predial.

Para el Sector Rural la tarifa será del 10% sobre la misma base gravable. Parágrafo. El impuesto aplicable a los predios de que trata este artículo se liquidará y cobrará anualmente en una sola cuota

en el Recibo del Impuesto Predial".

Lo anterior va en contravía de los señalado en la ley 1918 de 2016, que en su artículo 349, señala lo siguiente:

"ELEMENTOS DE LA OBLIGACIÓN TRIBUTARIA. Los municipios y distritos podrán, a través de los concejos municipales y distritales, adoptar el impuesto de alumbrado público. En los casos de predios que no sean usuarios del servicio domiciliario de energía eléctrica, los concejos municipales y distritales podrán definir el cobro del impuesto de alumbrado público a través de una sobretasa del impuesto predial.

El hecho generador del impuesto de alumbrado público es el beneficio por la prestación del servicio de alumbrado público. Los sujetos pasivos, la base gravable y las tarifas serán establecidos por los concejos municipales y distritales. Los demás componentes del impuesto de Alumbrado Público guardarán principio de consecutividad con el hecho generador definido en el presente artículo.

Lo anterior bajo los principios de progresividad, equidad y eficiencia.
PARÁGRAFO 1o. Los municipios y distritos podrán optar, en lugar de lo establecido en el presente artículo, por establecer, con destino al servicio de alumbrado público, ***una sobretasa que no podrá ser superior al 1 por mil sobre el avalúo de los bienes que sirven de base para liquidar el impuesto predial****. Esta sobretasa podrá recaudarse junto con el impuesto predial unificado para lo cual las administraciones tributarias territoriales tendrán todas las facultades de fiscalización, para su control, y cobro.*

Por lo tanto, establecer un porcentaje del 10% y el 20% para los predio urbanos y suburbanos respectivamente sobre pasa los parámetros establecidos en la Ley, que claramente que dicho impuesto no podrá ser superior al 1 x 1000 sobre el avaluó de los bienes, por lo tanto, esta situación debe corregirse.

e. Costo Suministro de Energía.

Decreto 943 de 2018

El numeral 1 del artículo 9 del decreto 943 de 2018 establece lo siguiente:

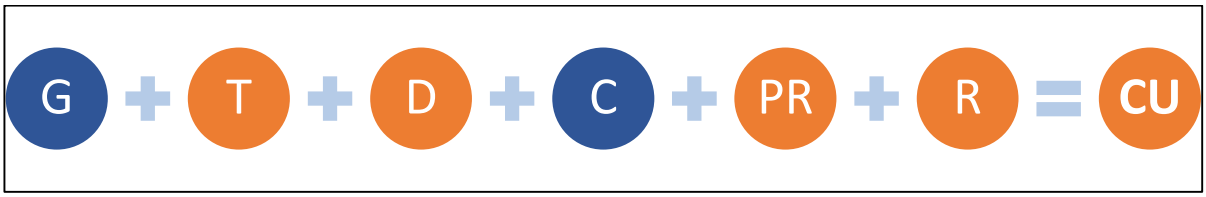
> 1. ***Costos totales y por actividad:*** *Se calcularán los costos en los que se incurrirá para realizar todas y cada una de las actividades de la prestación del servicio de alumbrado público según lo establecido en el estudio técnico de referencia.*
>
> *Adicionalmente, como criterio de evaluación del costo de energía, se obtendrá un histórico de precios de energía eléctrica para la demanda regulada y no regulada del país durante los tres años anteriores a la determinación del valor del impuesto, que podrá ser consultado en el portal del Operador del Sistema Interconectado – XM, el cual se comparará con el costo de energía proyectado en el estudio técnico de referencia.*
>
> *Cuando las entidades territoriales complementen la destinación del impuesto con actividades como la iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos, se incluirán en los cálculos los costos asociados a estas actividades.*

A continuación, se describen todos los componentes del Costo unitario (Cu) del kWh, y se identifica que componentes se pueden negociar con el comercializador y cuáles no; por ser componentes

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

regulados[4].

Ilustración 14. Componentes del Costo Unitario de Energía Eléctrica KWh



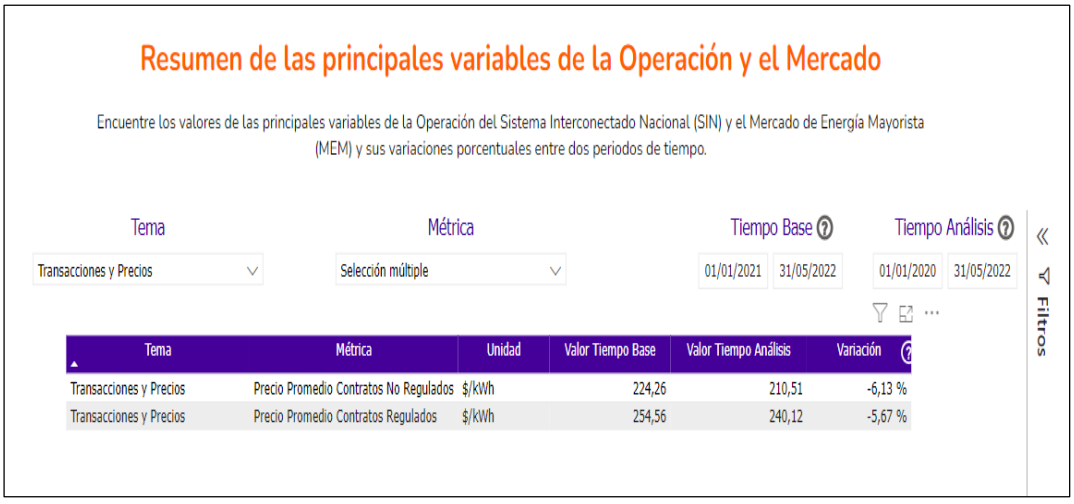
Fuente: Resolución CREG 119 de 2007

- **G:** Costo de compra de energía ($/kWh) – componente no regulado, por lo cual se puede negociar.
- **T:** Costo por uso del Sistema Nacional de Transmisión ($/kWh) – componente regulado, no se puede negociar.
- **D:** Costo por uso de Sistemas de Distribución ($/kWh) – componente regulado, no se puede negociar.
- **C:** Margen de comercialización ($/kWh) - componente no regulado, por lo cual se puede negociar.
- **R:** Costo de Restricciones y de Servicios asociados con generación ($/kWh) - componente regulado, no se puede negociar.
- **PR:** Costo de compra, transporte y reducción de pérdidas de energía ($/kWh) - componente regulado, no se puede negociar.

Para el componente de Comercialización (C), siendo este negociable, no es posible establecer el costo en este estudio, toda vez que este se determinar en el momento en que el municipio realiza la convocatoria a los comercializadores para la compra del suministro de energía eléctrica con destino el servicio de alumbrado público.

Ahora bien, consultando la página web de Expertos del Mercado (www.xm.com.co), se obtienen los siguientes datos para los años 2021 y hasta abril del año 2022.

Ilustración 15. Valores históricos del componente G reportados a XM



Fuente: Páginas - Home (xm.com.co)
sinergox.xm.com.co/Paginas/Home.aspx

[4] Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, resolución 119 de 2007.

Contrato de Energía:

Contrato de energía: En la actualidad existe el Contrato No 2008- 007 firmado el 22 de diciembre de 2008, por medio del cual se establece el suministro de energía eléctrica con Electrificadora de Boyacá (EBSA), y contrato de facturación y recaudo firmado con la misma entidad, en las cuales la EBSA se compromete como actividades principales para con el Municipio

a: Suministrar la energía eléctrica necesaria para el servicio de alumbrado público del municipio de Chiquinquirá, en forma continua y bajo los parámetros de eficiencia y calidad establecidos por las autoridades competentes.

Facturar y recaudar la tasa o tributo por concepto condiciones establecidas por el acuerdo Municipal 019 del 12 de noviembre de 2007, o aquellos que lo modifiquen o sustituyan.

El costo de la energía se presume similar al presentado por el tercero en el flujo financiero, entendido el mismo como la multiplicación de la potencia de las luminarias por el tiempo de servicio y la tarifa de energía del comercializador correspondiente. Sin embargo, se hacen las siguientes anotaciones y/o recomendaciones:

- Se debe validar que la tarifa de energía facturada corresponda con la definida por la regulación

- Que para la selección del comercializador que suministra la energía se haya seleccionado a partir de un proceso de convocatoria pública; en caso contrario y evidenciando el incumplimiento; se recomienda adelantar dicho proceso con la mayor antelación.

- Respecto de la proyección del costo de energía reflejado en el flujo, no se observa consecuente que la variación mensual sea un valor mensual fijo y de tan solo el 0,5%; máxime cuando el mismo flujo considera unas inversiones en modernización, que se presumen fueron o serán en led, lo que debería reducir el consumo de energía y por otra parte, el mismo flujo considera un crecimiento vegetativo en el número de luminarias.

f. Costos de Inversión.

- El flujo presentado por el tercero refleja que la inversión, tanto en modernización como en expansión; resultan de recursos provenientes del mismo impuesto del alumbrado público del municipio y que en ningún caso obedecen a recursos del tercero; por lo que no debe existir remuneración alguna al tercero por este concepto.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

6 ACTIVIDADES DE INTERVENTORÍA

CONTRATO DE CONSULTORIA MODALIDAD INTERVENTORÍA Nº 2010000273 DEL 19 DE NOVIEMBRE DE 2010 CELEBRADO ENTRE EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ (BOYACÁ) Y CONSPRO INGENIERIA LTDA CON NIT No: 900142527-3, REPRESENTADA LEGALMENTE POR LUIS ALFREDO CUBIDES CASTRO, IDENTIFICADO CON CEDULA DE CIUDADANÍA NO 17.130.749 EXPEDIDA EN BOGOTÁ (CUNDINAMARCA).

Frente a este contrato de interventoría, el estudio previo señalo que:

El objeto: Es INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, y FINANCIERA DEL CONTRATO DE CONCESION No. 171 de 2007 celebrado con la UNION TEMPORAL LUCES DE MARIA para realizar LA ADMINISTRACION, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, MODERNIZACION, Y EXPANSION DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRA – BOYACA

ESPECIFICACIONES ESENCIALES DEL OBJETO:

1. *Supervisar la actualización del Sistema de Información Georreferenciado de la infraestructura del servicio de alumbrado público del municipio.*

   Esta obligación implica el acopio de información en las dependencias del Operador del servicio de alumbrado público, para determinar las modificaciones que se realicen en la infraestructura de alumbrado público tales como:

   a. Adición de puntos luminosos por expansiones.
   b. Sustitución de luminarias por efecto de la modernización o cambio de luminarias de tecnología de mercurio a sodio.
   c. Disminución o retiro de luminarias por intervenciones del espacio público.
   d. Sustitución de materiales y/o equipos sin afectar cantidad de infraestructura.
   e. Aumento o disminución de potencia de los puntos luminosos.

   La interventoría debe verificar en terreno la anterior información y contrastarla con los registros de la base de datos, así como la infraestructura asociada, las quejas y reclamos presentados por los usuarios. Esto con el fin de verificar el alcance y efectividad los programas tanto puntuales como periódicos de mantenimiento propuestos por el operador.
2. *Auditar la calidad de la información incluida en la base de datos, de acuerdo con la norma NTC ISO 2859 parte 1, "Planes de muestreo determinado por el nivel aceptable de calidad (NAC o AQL) para inspección lote a lote", y verificar que se realice la correspondiente actualización de la base de datos.*

   Para todos los procesos de modernización, expansión, cambio de infraestructura, retiro o cambio de luminarias, inclusión de infraestructura nueva, reubicación de luminarias o de infraestructura y en general de todo proceso que afecte el inventario georreferenciado.

3. *Monitorear el estado de la infraestructura de alumbrado mediante inspecciones en jornadas diurnas y nocturnas, garantizando el cubrimiento del 100% del área municipio mensualmente.*

4. *Reportar al Operador las deficiencias encontradas (luminaria con bombilla apagada, agotada, intermitente y problemas generales en la construcción o instalación de la infraestructura tales como cajas de inspección destapadas y/o destruidas, postes desplomados o en mal estado, redes eléctricas instaladas inadecuadamente, puestas a tierra faltantes, deterioro o vandalismo en luminarias, requerimientos de reinstalación de luminarias por hurto, falta de mantenimiento o seguridad de transformadores de alumbrado público y de su infraestructura asociada, poda de los árboles que interfieran en la prestación del servicio de alumbrado público, etc.) así como la*

ubicación de las mismas, detectadas durante cada revisión, para que operador proceda a su arreglo.

Dentro de la supervisión del estado general de la red de alumbrado público se incluye el verificar la realización de programas de mantenimiento que incluyan la limpieza del conjunto óptico de las luminarias, y efectuar los requerimientos pertinentes.

5. *Revisar los reportes de quejas y reclamos por alumbrado público, y verificar el cumplimiento de los trabajos solicitados. Las subactividades para desarrollar para esta obligación son:*

a) Revisar la disponibilidad de la base de datos y su actualización.
b) Recibir los reportes que se encuentren registrados en las bases de datos de las quejas y reclamos generadas por la comunidad y los informes del Operador sobre las acciones adelantadas, con el fin de verificarlas. Para los efectos se realizará con un plan de muestreo simple normal con un nivel II de inspección, conforme a lo establecido en la Norma NTC ISO 2859 parte 1 "Planes de muestreo determinado por el nivel aceptable de calidad (NAC o AQL) para inspección lote a lote".
c) Verificación en terreno de las causas de los reclamos no atendidos, con el fin de establecer si éstas son imputables al Operador del sistema de alumbrado público, o no.
d) Elaborar los análisis y las estadísticas correspondientes a tiempos de respuesta, índices e indicadores del servicio, porcentajes de cumplimiento, tipos de solicitudes, etc.
e) Avalar, previa revisión, los informes preparados por el operador, en el que se indique el número de reclamos recibidos, así como las estadísticas correspondientes al cumplimiento de la atención a tales reclamos, lo que se hará para todo el Municipio.

6. *Hacer seguimiento a la correspondencia que surja entre la comunidad, las entidades municipales, los organismos de control, el Operador del servicio de alumbrado público, relacionadas con quejas, reclamos y solicitudes de expansión con el objeto de apoyar el municipio en la atención de la preparación de las respuestas. Para ello, realizará visitas a terreno y efectuará la compilación de la información que sea necesaria. A su vez, suministrará al responsable del servicio de alumbrado público en el Municipio la información requerida para que ésta dé repuesta directamente. Esta actividad debe ser llevada a cabo mediante la implementación de aplicativos de software u otros de control administrativo que permitan hacer el seguimiento de la correspondencia y demás documentos relacionados con la interventoría.*

7. *Apoyar al alcalde o a quien él delegue, en la evaluación de los requerimientos de expansiones del alumbrado público, en la revisión de los diseños de alumbrado público de tales expansiones. En tal sentido deberá llevar las estadísticas de las expansiones programadas, de las ejecutadas, de materiales y equipos utilizados y supervisar la actualización de la base de datos del inventario.*

8. *Inspeccionar las obras de expansión, repotenciación y remodelación de puntos del sistema de alumbrado público, y verificar su total sujeción al diseño aprobado, al cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente Reglamento Técnico, así como a las normas constructivas y de urbanismo adoptadas por el Municipio. Debe comprobarse en estas inspecciones, entre otros requisitos, la altura de montaje, reglaje e inclinación de luminarias, longitud de soporte (brazo), avance de las luminarias, interdistancias, requisitos fotométricos iniciales y mantenidos durante la operación de la instalación; así como las especificaciones técnicas a cumplir en la obra civil y red eléctrica asociadas a la infraestructura de alumbrado público.*

9. *Llevar el control sobre las expansiones programadas en cuanto a ejecución y su relación con los materiales y equipos utilizados. En el mismo sentido deberá supervisar la actualización de la base de datos del inventario.*

10. *Verificar la aplicación del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público –RETILAP, en las etapas de asignación de requisitos fotométricos a vías y demás espacios públicos, aprobación de diseños, especificación de equipos, construcción y mantenimiento de los proyectos de*

alumbrado público, así como de las disposiciones contempladas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

11. *Identificar los sectores que presenten deficiencias en el alumbrado público, mediante la realización de la medición de iluminancia o luminancia, según se aplique o sea conveniente. Para la verificación de los niveles de iluminación (iluminancia) o luminancia de proyectos nuevos y del alumbrado existente, usando equipos de medida con certificado de calibración o verificación vigente. Como resultado de las mediciones la interventoría debe informar, al responsable del servicio de alumbrado público del Municipio, sobre los posibles motivos que originan la deficiencia encontrada y someterá a su consideración la solución a ella soportando técnicamente su recomendación.*

12. *Apoyar al responsable del servicio de alumbrado público en el Municipio en el trabajo conjunto de revisión de diseños de alumbrado público, lo que hará de acuerdo con lo establecido en el presente Reglamento.*

13. *Verificar el correcto funcionamiento del sistema de consulta en la Web cuando aplique y la actualización permanente de su información. Será responsabilidad de la Interventoría adecuar sus sistemas de transferencias de datos, información, indicadores y en general, de informes de acuerdo con los formatos y la periodicidad que el Municipio defina para tal efecto.*

14. *Analizar el informe de indicadores de calidad del servicio de energía, DES y FES, que el Operador de Red entregue a la Superintendencia de Servicios Públicos, con el fin de establecer el monto de la energía a descontar o compensar por calidad del servicio; así como la energía descontable por no haber sido suministrada a causa de interrupciones programadas o no programadas en los circuitos que no cuentan con contadores o equipos de medida, imputables al Operador de Red.*

15. *Verificar para el caso de parques y conjuntos o unidades inmobiliarias con cerramiento, el tipo de cesión que tienen tales áreas con el fin de definir si la infraestructura instalada corresponde al servicio de alumbrado público. Para el caso, verificará la información recibida del operador del servicio de alumbrado público sobre tales áreas, así como de las autoridades de planeación municipal. Una vez depurada la información, la interventoría debe notificar a las autoridades municipales acerca de los resultados obtenidos. En la realización de esta función la interventoría deberá consultar entre otros, licencias de construcción, planos de urbanismo, inventarios levantados por el operador del sistema de alumbrado público y por el operador de la red, así como inspección a los sitios en definición.*

16. *Verificar el cumplimiento de la normatividad municipal, regional y nacional vigente en materia ambiental; respecto del manejo y disposición de equipos y materiales retirados del sistema de alumbrado público por parte del operador.*

17. *Verificar el cumplimiento de los requisitos del Código Nacional de Tránsito y de las disposiciones de tránsito municipal vigentes, así como el cumplimiento de las normas de seguridad industrial y salud ocupacional por parte de los grupos de trabajo del operador de alumbrado público, en especial sobre la adecuada señalización vial de los sitios de trabajo, identificación de vehículos y protección del personal.*

18. *Apoyar en el análisis, revisión, evaluación y valoración del costo del servicio de alumbrado público con base en la facturación que emita el Operador del servicio de alumbrado público por concepto del servicio le presta al Municipio.*

19. *Cumplir con los indicadores de gestión y seguimiento que se le establezcan contractualmente, e incluirlos en informes mensuales y en el informe final.*

20. *Elaborar y presentar los informes mensuales sobre la ejecución de las obligaciones. En los informes, someterá a consideración sus observaciones, conclusiones, recomendaciones,*

correctivos y demás información que considere pertinente para el buen desempeño en la prestación del servicio, las que deberán estar debidamente soportadas. Los informes deben estar complementados con gráficas, cuadros, estadísticas, fotografías, tablas, etc., que permitan su correcta comprensión.

21. *Para legalizar la terminación del contrato de Interventoría, se debe a entregar al Municipio los datos, archivos recopilados durante la ejecución del mismo, debidamente foliados y almacenados, conforme a las disposiciones de manejo de archivos del municipio, así como los programas fuente que se hayan desarrollado o implementado para cumplir con sus obligaciones. Debe entregar manuales de Usuario y Técnicos relacionados con el software y mantenimiento que se le debe dar a dichos aplicativos. Dos meses antes de terminar el contrato, debe suministrar al municipio las especificaciones del software y hardware utilizado, diseños de bases de datos, y toda la información relacionada.*

22. *Realizar la interventoría técnica, administrativa y financiera del contrato No 171 2007 y de todas las adiciones y/o modificaciones que se lleven a cabo durante su plazo de ejecución sin que ello implique reajuste o solicitud que equilibrio económico alguno en el valor total del contrato de interventoría.*

23. *Las demás que se le asignen de acuerdo con el objeto del contrato, por parte del supervisor o el alcalde Municipal.*

Observaciones a los informes del contrato de Interventoría: (Enero – Nov. 2022).

Los informes de interventoría presentan las siguientes falencias u observaciones:

Aspectos Técnicos.

- En los informes no se observa el inventario actualizado de la infraestructura del SIAP, así como la actualización del Sistema de Información Georreferenciado de la infraestructura del servicio de alumbrado público del municipio, tal como lo contempla dentro de sus obligaciones contractuales.

- No se evidencia planillas de recorridos diurnos y nocturnos que demuestren claramente que se le hizo Monitorear el estado de la infraestructura de alumbrado mediante inspecciones en jornadas diurnas y nocturnas, garantizando el cubrimiento del 100% del área municipio mensualmente, ni tampoco quien las hizo, en que las hizo, entre otros aspectos. tal como lo contempla dentro de sus obligaciones contractuales.

- No se denota auditoria alguna frente a la información entregada o manejada por el concesionario, incluida en la base de datos, de acuerdo con la norma NTC ISO 2859 parte 1, “Planes de muestreo determinado por el nivel aceptable de calidad (NAC o AQL) para inspección lote a lote”, y verificar que se realice la correspondiente actualización de la base de datos. tal como lo contempla dentro de sus obligaciones contractuales.

- No se observa dentro de los informes de interventoría, que este precise cual es la disponibilidad de la base de datos y su actualización, donde la información concerniente a la infraestructura de alumbrado público y las novedades generadas en el proceso de modernización, operación expansión y mantenimiento. tal como lo contempla dentro de sus obligaciones contractuales.

Aspectos Financieros.

En lo concerniente a los aspectos financieros en los informes de interventoría no se evidencias lo siguiente:

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

- No se evidencia el análisis de la aplicación de la Resolución CREG 123 de 2011, en cuanto a la discriminación del pago por concepto de remuneración de las inversiones realizada con los recursos del concesionario (CINV), de acuerdo con lo pactado en el contrato.

- No se evidencia el análisis de la aplicación de la Resolución CREG 123 de 2011, en cuanto a la discriminación del pago por concepto de remuneración de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), al concesionario mes a mes de acuerdo con lo pactado en el contrato.

Todo lo anterior, se demuestra en el capítulo siguiente.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

7 ANÁLISIS FINANCIERO DEL SISTEMA ACTUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO

El proyecto de alumbrado público que ha tenido lugar en el municipio de Chiquinquirá presenta el siguiente balance de ingresos y egresos que recoge los datos desde.

Tabla 8. Flujo ejecutado - periodo 2008 - 2018

Union Temporal Luces de Maria
Flujo de Caja OTROSI- ACTUALIZADO
A 31 DE DIC 2018

DATOS		RECAUDO IMPUESTO / INGRESOS			EGRESOS								
N.	MES/AÑO	Recaudo I.A.P para el Proyecto	Rendimiento	Total ingresos	Energia	GMF Electrificadora	O Y M Cobrada	Software AP/Residuos	Impuestos. Contingencias y Hurtos	Gastos Fiduciarios y Bancarios	Repotenciacion (Inv. Inic)	Expansiones	Total Egresos Mensuales
1	2008	1.160.167.037	111.354	1.160.278.391	439.714.160	1.538.143	302.245.507		40.339.169	18.838.559	491.920.075	200.225.272	1.494.820.885
2	2009	1.389.450.309	85.670	1.389.535.980	563.533.203	3.679.809	327.575.096		73.324.064	23.821.579		216.545.466	1.213.479.217
3	2010	1.639.428.605	89.929	1.639.518.533	580.810.064	3.260.913	369.069.741		52.155.452	34.427.546		508.262.951	1.547.986.667
4	2011	1.847.038.925	81.507	1.847.120.432	625.516.390	3.451.725	423.790.624		74.088.803	33.858.919		575.166.696	1.764.250.745
5	2012	1.553.210.907	61.309	1.553.272.216	670.957.694	4.083.585	445.110.483		84.937.670	34.874.716		173.873.607	1.442.441.906
6	2013	1.565.071.726	23.626	1.565.095.352	707.563.784	3.999.720	478.629.138		72.857.081	31.089.779		164.692.138	1.486.088.856
7	2014	1.523.385.677	19.013	1.523.404.691	722.117.078	3.836.671	510.016.261		116.441.116	31.216.462		106.965.604	1.530.855.161
8	2015	2.313.531.189	173.554	2.313.704.743	945.370.290	3.286.794	543.903.529	15.175.708	103.744.145	41.426.935		898.560.382	2.585.029.739
9	2016	2.178.530.866	17.056	2.178.547.923	1.048.670.458	3.497.693	613.071.644	31.650.434	86.078.427	37.804.364		294.682.848	2.159.297.125
10	2017	2.294.806.815	48.142	2.294.854.957	1.129.339.898	3.422.872	648.999.238	34.951.154	69.036.286	44.563.774		267.895.750	2.240.644.317
11	2018	2.274.247.681	56.328	2.274.304.010	1.239.733.175	3.648.404	682.541.184	37.448.065	10.323.057	43.779.185			2.036.587.639
		$ 9.061.116.551	$ 295.080	$ 9.061.411.633	$ 4.363.113.821	$ 13.855.763	$ 2.488.515.595	$ 119.225.361	$ 269.181.915	$ 167.574.258	$ -	$ 1.461.138.980	$ 9.021.558.820

El estudio de dicha información arrojará el estado de la situación financiera frente al contrato de concesión actual, mostrando la realidad del negocio desde una perspectiva económica que permita la identificación de oportunidades de mejora.

La tabla presenta los componentes de ingresos y egresos del alumbrado público cobrados desde el año 2008 fecha en la cual inicio el contrato hasta el año 2018, fecha en la cual se celebró un otrosí al contrato principal; a continuación, se presenta el nuevo flujo de caja teniendo en cuenta el flujo de caja celebrado en el otrosí celebrado en diciembre de 2018, con el cual se amplió el contrato siete (7) años más.

Tabla 9. Flujo ejecutado y Proyectado 2018 - 2029

Union Temporal Luces de Maria
Flujo de Caja OTROSI- ACTUALIZADO
23,6% TIR

DATOS		RECAUDO IMPUESTO / INGRESOS			EGRESOS								
N.	MES/AÑO	Recaudo I.A.P para el Proyecto	Rendimiento	Total ingresos	Energia	GMF Electrificadora	Operación y Mto	Interventoría	Software AP/Residuos	Impuestos, Contingencias y Hurtos	Gastos Fiduciarios y Bancarios	Repotenciacion (Inv. Inic)	Expansiones	Total Egresos Mensuales
1	2019	$ 2.731.465.881	$ 67.826	$ 2.731.533.708	$ 1.275.638.666	$ 9.522.627	$ 948.804.912	$ 45.608.736	$ 39.611.440	$ 95.226.273	$ 39.013.351	$ 81.441.444	$ 12.164.119	$ 3.280.004.969
2	2020	$ 2.532.995.058	$ 24.262	$ 2.533.019.319	$ 1.210.855.972	$ 10.131.980	$ 959.322.294	$ 48.117.216	$ 42.146.176	$ 101.319.802	$ 40.183.752	-	$ 12.529.043	$ 2.424.606.235
3	2021	$ 2.695.081.412	$ 40.816	$ 2.695.122.228	$ 1.288.235.881	$ 10.780.326	$ 969.962.379	$ 50.763.660	$ 44.843.110	$ 107.803.256	$ 41.389.264	-	$ 12.904.914	$ 2.526.682.790
4	2022	$ 2.799.742.003	$ 41.931	$ 2.799.783.934	$ 1.370.560.764	$ 11.032.195	$ 980.719.334	$ 53.555.664	$ 47.712.620	$ 111.989.680	$ 43.275.392	-	$ 13.292.062	$ 2.632.137.710
5	2023	$ 2.912.851.580	$ 42.047	$ 2.912.893.627	$ 1.458.146.629	$ 11.363.161	$ 991.594.431	$ 56.501.220	$ 50.765.751	$ 116.514.063	$ 46.044.584	-	$ 13.690.824	$ 2.744.620.662
6	2024	$ 3.030.530.784	$ 41.773	$ 3.330.572.557	$ 1.551.329.680	$ 11.704.056	$ 1.002.588.959	$ 59.608.788	$ 54.014.251	$ 121.221.231	$ 48.990.977	-	$ 14.101.548	$ 2.863.559.490
7	2025	$ 3.152.964.228	$ 40.977	$ 3.153.005.205	$ 1.650.467.606	$ 12.055.177	$ 1.013.704.217	$ 62.887.272	$ 57.470.623	$ 126.118.569	$ 52.125.910	-	$ 14.524.595	$ 2.989.353.969
8	2026	$ 3.280.343.982	$ 39.603	$ 3.280.383.585	$ 1.755.940.955	$ 12.416.833	$ 1.024.941.522	$ 66.346.068	$ 61.148.168	$ 131.213.759	$ 55.461.447	-	$ 14.960.333	$ 3.122.429.084
9	2027	$ 3.412.869.879	$ 38.412	$ 3.412.908.291	$ 1.868.154.591	$ 12.789.338	$ 1.036.302.203	$ 66.395.112	$ 65.061.039	$ 136.514.795	$ 59.010.425	-	$ 15.409.143	$ 3.259.636.645
10	2028	$ 3.550.749.823	$ 34.937	$ 3.550.784.760	$ 1.987.539.255	$ 13.173.018	$ 1.047.787.603	$ 73.844.844	$9224295	$ 142.029.993	$ 62.786.502	-	$ 15.871.417	$ 3.412.256.926
11	2029	$ 302.292.585	$ 3.539	$ 202.296.124	$ 171.252.894	$ 1.115.429	$ 87.838.014	$ 6.492.192	$ 5.964.847	$ 12.091.703	$ 5.410.122	-	$ 1.343.916	$ 291.509.119
TOTAL	TOTAL	$ 30.401.887.215	$ 416.123	$ 30.602.303.338	$ 15.588.122.893	$ 116.084.140	$ 10.063.565.868	$ 590.120.772	$ 468.738.025	$ 1.202.043.124	$ 493.691.726	$ 81.441.444	$ 140.791.914	$ 29.546.797.599

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

De lo anterior se tiene el siguiente análisis:

La primera etapa comprende el periodo desde la firma del Modificatorio No.05 al contrato principal. (2015)

Lo anterior se evidencia en los siguientes reportes tomados de los informes de interventoría. Dentro de los informes presentados por la Interventoría se observa lo siguiente:

Para vigencia de julio de 2015 hasta diciembre de 2018, y de acuerdo con el flujo de caja ejecutado presenta lo siguiente:

Tabla 10. Flujo de caja ejecutado 2015-2018

PERIODO	*Montos Recibidos por el Concesionario*	O Y M Cobrada	Software AP /Residuos	Impuestos. Contingencias y Hurtos
Julio - dic. 2015	*1.783.795.499*	*280.387.934*	*15.175.708*	*35.568.500*
Ene - dic. 2016	*2.324.722.301*	*613.071.644*	*31.650.434*	*86.078.427*
Ene - Dic- 2017	*2.060.001.192*	*648.999.238*	*34.951.154*	*69.036.286*
Ene - Dic- 2018	*2.274.247.681*	*682.541.184*	*37.448.065*	*10.323.057*
TOTAL	***8.442.766.673***	***2.225.000.000***	***119.225.361***	***201.006.270***

Fuente: flujo de caja contractual

Es claro que, desde el mismo momento de la firma del otrosí, se deben establecer con claridad lo establecido en la Resolución Creg 123 de 2011, el cuanto a los montos a cobrar por los conceptos de AOM y CINV, situación que de acuerdo con el flujo de caja ejecutado no se presenta.

Cobro del SIAP: en cambio se vienen cobrando concepto que son claros en la misma norma mencionada como lo es cobro por concepto del sistema de información de alumbrado público (SIAP), cuyo monto desde julio de 2015 hasta diciembre de 2018, fue de **$119.225.361**, donde en la misma resolución establece que este hace parte del CAOM, o sea que de acuerdo con lo anterior el contratista presuntamente lo estaría cobrando doble ves.

Así mismo se observa para lo denominado en el flujo de caja como ***"Impuestos. Contingencias y Hurtos****", cuyo monto cobrado para el periodo julio de 2015 hasta diciembre de 2018 fue de* **$201.*006.270,*** no se discriminan en los informes con claridad cuáles fueron los montos ejecutados por cada concepto. Ahora bien, en lo que tiene que ver con estos conceptos es claro que:

Impuestos: son costos del giro ordinarios de la facturación por la prestación del servicio, lo cual no puede ser cobrado por parte con los impuestos del municipio, lo cual se considera que no pueden cobrarse por aparte, sino que hacen parte del AOM.

Contingencia: este concepto no existe para este tipo de contratos por es claro que este se encuentra bajo el amparo de la ley 80 de 1993, y estos contratos son a cuenta y riesgo del contratista, situación que no puede cobrarse como un concepto diferente sino dentro del AOM.

Hurtos: Este es un concepto se debe analizar, pues el claro que para poderlo cobrar se deben tener todos los documentos tanto del informe técnico donde se observe con claridad el hurto, así como las denuncias que soporten dicha situación, que en los informes de interventoría no se evidencia.

La primera etapa comprende el periodo desde la firma del Adición de 7 años (Adición y Prórroga del 28 de diciembre de 2018).

Es claro que, desde el mismo momento de la firma del otrosí, se deben establecer con claridad lo establecido en la Resolución Creg 123 de 2011, el cuanto a los montos a cobrar por los conceptos de AOM y CINV, situación que de acuerdo con el flujo de caja ejecutado no se presenta. Tal como

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

se observa en la siguiente tabla, extraída del informe de interventoría de noviembre de 2022, este se presenta de la siguiente manera:

Ahora bien, los valores reconocidos y pagados al concesionario para la vigencia 2019, 2020, 2021 y 2022, son los siguientes:

Tabla 11. Valores reconocidos y pagados al concesionario para la vigencia 2019, 2020, 2021 y 2022

	VALORES RECONOCIDOS AL CONCESIONARIO		**NO ESTA ACORDE CON LO ESTABLECIDO EN LA RESL.123 DE 2011**	**SON CONCEPTOS QUE NO SON CLAROS NI JUSTIFICABLES A LA LUZ DE LAS NORMAS CREG.**	
MES/AÑO	Valor Anual	Promedio Mensual	Operación y Mto	Software AP/Residuos	Impuestos, Contingencias y Hurtos
2019	$ 1.400.695.852	$ 116.724.654	948.804.912	39.611.440	95.226.273
2020	$1.263.889.890	$ 105.324.158	959.322.294	42.146 176	101.319.802
2021	$1.345.301.545	$ 112.108.462	969.962.379	44.843.110	107.803.256
2022	$1.354.593.380	$ 112.882.782	980.719.334	47.712.620	111.989.680

Fuente: flujo de caja contractual

Como se puede observar en el cuadro anterior, al concesionario se le ha reconocido anual unos montos globales que para el 2019, sumo un valor de $1.400.695.852 millones de pesos a razón de un promedio mensual de $116.6 millones y así sucesivamente para las vigencias 2020 a 2022. Ahora igual existen unos costos, como Operación y Mtto, que nos se puede determinar cómo se calculó, pues para ello se debe tener en cuenta los parámetros establecidos en la Resol CREG 123 de 2011, así mismo en el mismo flujo se discriminan costos de Software AP/Residuos, a igual que impuestos, contingencias y hurtos, los cuales no pueden ser cobrados de manera separada, pues son costos que claramente hacen parte del AOM. Que en total suman valores importantes dentro del flujo.

Los anterior se puede observar las claramente, en la siguiente tabla, para la Vigencia 2021.

Tabla 12. Flujo de caja ejecutado vigencia 2021.

CONTRACTUAL	1-ene.-21	1-feb.-21	1-mar.-21	1-abr.-21	1-may.-21	1-jun.-21	1-jul.-21	1-ago.-21	1-sep.-21	1-oct.-21	1-nov.-21	1-dic.-21
Ingreso	218.260.495	219.391.567	220.528.501	221.671.327	222.820.076	223.974.777	225.135.462	226.302.162	227.474.909	228.653.732	229.838.665	231.029.738
Energia	-104.331.318	-104.871.288	-105.414.353	-105.959.627	-106.508.324	-107.059.260	-107.613.349	-108.170.305	-108.730.144	-109.292.880	-109.858.529	-110.427.105
Facturacion	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GMF	-873.042	-877.566	-882.114	-886.685	-891.280	-895.899	-900.542	-905.209	-909.900	-914.615	-919.355	-924.119
Interventoría	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305	-4.230.305
INGRESO CONTRACTUAL	**108.825.830**	**109.412.408**	**110.002.030**	**110.594.710**	**111.190.466**	**111.789.313**	**112.391.267**	**112.996.344**	**113.604.560**	**114.215.932**	**114.830.476**	**115.448.209**

REAL	1-ene.-21	1-feb.-21	1-mar.-21	1-abr.-21	1-may.-21	1-jun.-21	1-jul.-21	1-ago.-21	1-sep.-21	1-oct.-21	1-nov.-21	1-dic.-21
Ingreso EBSA	0	203.583.251	202.983.234	403.955.956	207.051.662	206.799.147	225.034.137	219.768.783	229.798.861		451.498.129	239.693.332
Ingreso No Regulados	6.208.479	6.521.670	20.999.989	5.860.145	6.890.306	6.818.342	14.949.802	7.461.758	7.988.237	8.105.144	7.673.728	26.987.218
Total Ingresos	**6.208.479**	**210.104.921**	**223.983.223**	**409.816.101**	**213.941.968**	**213.617.489**	**239.983.939**	**227.230.541**	**237.787.098**	**8.105.144**	**459.171.857**	**266.680.550**
Energia	0	-120.201.948	-112.820.773	-231.001.350	-126.630.810	-115.694.760	-118.266.230	-117.186.637	-133.566.170		-257.926.420	-122.148.810
Facturación												
GMF y otros dtos	0	-1.314.816	-360.650	-691.818	-321.683	-364.418	-427.072	-410.329	-384.931		-774.287	-470.178
GIRO A FIDUCIA EBSA	6.208.479	88.588.157	110.801.800	178.122.933	86.989.475	97.558.311	121.290.637	109.633.575	103.835.997	8.105.144	200.471.150	144.061.562
Interventoría		894.617	11.134.687	0					25.381.830			
INGRESO REAL CONCESION	**6.208.479**	**87.693.540**	**99.667.113**	**178.122.933**	**86.989.475**	**97.558.311**	**121.290.637**	**109.633.575**	**78.454.167**	**8.105.144**	**200.471.150**	**144.061.562**

EXCEDENTES DEL MUNICIPIO												
Mensual	-102.617.351	-21.718.868	-10.334.917	67.528.223	-24.200.991	-14.231.002	8.899.370	-3.362.769	-35.150.393	-106.110.788	85.640.674	28.613.353
Acumulado	-109.434.118	-132.739.146	-144.361.752	-78.172.200	-103.960.331	-119.559.933	-111.956.233	-115.319.001	-153.653.765	-259.764.553	-177.067.169	-150.059.126
EXCENTES MUNICIPIO DEFINITIVO	-109.434.118	-132.739.146	-144.361.752	-78.172.200	-103.960.331	-119.559.933	-111.956.233	-115.319.001	-153.653.765	-259.764.553	-177.067.169	-150.059.126
Expasion con excedentes ENERGIA	-1.586.160	-1.287.690	-1.338.670	-1.587.140	-1.368.600	-1.295.670		-3.184.370	0	-2.943.290	-1.605.310	0
EXCENTES MUNICIPIO DEFINITIVO- EXPANSIONES	-111.020.278	-134.026.836	-145.700.422	-79.759.340	-105.328.931	-120.855.603	-111.956.233	-118.503.371	-153.653.765	-262.707.843	-178.672.479	-150.059.126
RENDIMIENTOS Y OTROS												
TOTAL MUNICIPIO	-111.020.278	-134.026.836	-145.700.422	-79.759.340	-105.328.931	-120.855.603	-111.956.233	-118.503.371	-153.653.765	-262.707.843	-178.672.479	-150.059.126

Fuente: informe de interventorías

Para la vigencia 2021, el concesionario se le reconocieron pagos a través de la fiducia por valor de $1.345 millones de pesos, con un promedio mensual de $112.1 millones.

Es claro que, desde el mismo momento de la firma del otrosí, se deben establecer con claridad lo establecido en la Resolución Creg 123 de 2011, el cuanto a los montos a cobrar por los conceptos de AOM y CINV, situación que de acuerdo con el flujo de caja ejecutado no se presenta.

Para la Vigencia fiscal 2022.

Tabla 13. Flujo de caja ejecutado vigencia 2022 (ene-nov)

CONTRACTUAL	1-ene.-22	1-feb.-22	1-mar.-22	1-abr.-22	1-may.-22	1-jun.-22	1-jul.-22	1-ago.-22	1-sep.-22	1-oct.-22	1-nov.-22
Ingreso	$ 226.736.406	$ 227.911.403	$ 229.092.489	$ 230.279.695	$ 473.054	$ 232.672.597	$ 233.878.356	$ 235.090.364	$ 236.308.652	$ 237.533.254	$ 238.764.203
Energia	-$ 110.998.624	-$ 111.573.101	-$ 112.150.552	-$ 112.730.990	-$ 113.314.433	-$ 113.900.896	-$ 114.490.394	-$ 115.082.942	-$ 115.678.558	-$ 116.277.256	-$ 116.879.053
Facturacion	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
GMF	-$ 906.946	-$ 909.182	-$ 911.425	-$ 913.673	-$ 915.926	-$ 918.185	-$ 920.449	-$ 922.719	-$ 924.995	-$ 927.276	-$ 929.563
Interventoría	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972	-$ 4.462.972
INGRESO CONTRACTUAL	**$ 110.367.864**	**$ 110.966.148**	**$ 111.567.540**	**$ 112.172.060**	**-$ 118.220.277**	**$ 113.390.544**	**$ 114.004.541**	**$ 114.621.731**	**$ 115.242.127**	**$ 115.865.750**	**$ 116.492.615**

REAL	1-ene.-22	1-feb.-22	1-mar.-22	1-mar.-22	1-may.-22	1-jun.-22	1-jul.-22	1-ago.-22	1-sep.-22	1-oct.-22	1-nov.-22
Ingreso EBSA	$ 238.068.431	$ 262.576.876	$ 257.834.810	$ 228.082.216	$ 258.811.769		$ 610.824.704	$ 274.812.828	$ 963.088	$ 280.008.193	$ 284.027.884
Ingreso No Regulados	$ 8.411.805	$ 9.182.129	$ 22.428.726	$ 12.945.367	$ 18.295.621	$ 10.290.655	$ 986.011	$ 11.656.495	$ 11.763.289	$ 11.580.802	$ 10.766.496
Total Ingresos	**$ 246.480.236**	**$ 759.005**	**$ 280.263.536**	**$ 241.027.583**	**$ 277.107.390**	**$ 10.290.655**	**$ 621.810.715**	**$ 286.469.323**	**$ 298.726.377**	**$ 291.588.995**	**$ 294.794.380**
Energia	-$ 139.460.540	-$ 131.165.820	-$ 122.181.180	-$ 135.053.840	-$ 143.984.330		-$ 295.358.080	-$ 156.871.860	-$ 157.822.350	-$ 154.133.740	-$ 154.871.180
Facturación											
GMF y otros dtos	-$ 394.432	-$ 525.644	-$ 542.615	-$ 372.114	-$ 459.310		-$ 1.261.866	-$ 471.764	-$ 516.563	-$ 503.498	-$ 516.627
GIRO A FIDUCIA EBSA	$ 106.625.264	-$ 130.932.459	$ 157.539.741	$ 105.601.629	$ 132.663.750	$ 10.290.655	$ 325.190.769	$ 129.125.699	$ 140.387.464	$ 136.951.757	$ 139.406.573
Interventoría			$ 29.612.135				$ 1.659.543	$ 20.655.317			
INGRESO REAL CONCESION	**$ 106.625.264**	**-$ 130.932.459**	**$ 127.927.606**	**$ 105.601.629**	**$ 132.663.750**	**$ 10.290.655**	**$ 323.531.226**	**$ 108.470.382**	**$ 140.387.464**	**$ 136.951.757**	**$ 139.406.573**

EXCEDENTES DEL MUNICIPIO											
Mensual	-3.742.600	29.101.394	16.360.066	-6.570.431	19.884.027	-103.099.889	209.526.685	-6.151.348	25.145.337	21.086.007	22.913.958
Acumulado	-153.801.726	-128.152.103	-113.322.158	-121.546.199	-103.568.532	-206.668.421	-1.123.236	-7.274.584	13.814.673	34.900.680	52.764.380
EXCENTES MUNICIPIO DEFINITIVO	**-153.801.726**	**-128.152.103**	**-113.322.158**	**-121.546.199**	**-103.568.532**	**-206.668.421**	**-1.123.236**	**-7.274.584**	**13.814.673**	**34.900.680**	**52.764.380**

Fuente: informe de interventorías

Como se puede observar se presenta un flujo de caja proyectado o que llaman contractual, pero no se nota la aplicación de lo establecido en la resolución CREG 123 de 2011, donde se debe especificar claramente, lo siguiente:

- Cuanto es monto cobrado por concepto de CINV, o sea por la remuneración de la inversión realizada de acuerdo con el Modificatorio celebrado en el año 2018, cuya inversión fue pactada por un valor de $814 millones de pesos, de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG 123 de 2011[i], de acuerdo con lo pactado en el contrato.

- Cuanto es el monto cobrado mensualmente por concepto de CAOM[ii], se debe aplicar la metodología establecida por la CREG en la Resolución 123 de 2011, en cuanto a la discriminación del pago por concepto de remuneración de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), al concesionario mes a mes de acuerdo con lo pactado en el contrato.

Ahora solo se presenta un solo concepto denominado *"INGRESOS REAL AL CONCESIONARIO"*, que como se puede observar el Concesionario mensualmente se pagó unos recursos muy importantes, lo que le genero ingresos por valor de $1.200.923.847, entre los meses de enero a noviembre de 2022.

FLUJO CONTRACTUAL PROYECTADO.

El contrato de concesión presenta el siguiente flujo de caja proyectado para las vigencias 2023 a 2029, fecha en la cual está proyectado concluir

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Tabla 14. flujo de Caja proyectado, remuneración concesionaria.

	VALORES RECONOCIDOS AL CONCESIONARIO		NO ESTA ACORDE CON LO ESTABLECIDO EN LA RESL.123 DE 2011	SON CONCEPTOS QUE NO SON CLAROS NI JUSTIFICABLES A LA LUZ DE LAS NORMAS CREG.	
MES/AÑO	Recaudo Neto	Promedio Mensual	Operación y Mto	Software AP/Residuos	Impuestos, Contingencias y Hurtos
2.023	$ 1.386.840.570	$ 115.570.048	$ 991.594.431	$ 50.765.751	$ 116.514.063
2.024	$ 1.407.888.260	$ 117.324.022	$ 1.002.588.959	$ 54.014.251	$ 121.221.231
2.025	$ 1.427.554.173	$ 118.962.848	$ 1.013.704.217	$ 57.470.623	$ 126.118.569
2.026	$ 1.445.640.127	$ 120.470.011	$ 1.024.941.522	$ 61.148.168	$ 131.213.759
2.027	$ 1.465.530.838	$ 122.127.570	$ 1.036.302.203	$ 65.061.039	$ 136.514.795
2.028	$ 1.476.192.757	$ 123.016.063	$ 1.047.787.603	$ 9.224.295	$ 142.029.993
2.029	$ 123.452.070	$ 10.287.673	$ 87.838.014	$ 5.964.847	$ 12.091.703
TOTAL	**$ 8.733.098.795**		**$ 6.204.756.949**	**$ 303.648.974**	**$ 785.704.113**

Fuente: flujo contractual.

Como se puede observar se presenta un flujo de caja proyectado o que llaman contractual, pero no se observa la aplicación de lo establecido en la resolución CREG 123 de 2011, donde se debe especificar claramente, lo siguiente:

- Cuanto es monto cobrado por concepto de CINV, o sea por la remuneración de la inversión realizada de acuerdo con el Modificatorio celebrado en el año 2018, cuya inversión fue pactada por un valor de $814 millones de pesos, de acuerdo con lo establecido en la Resolución CREG 123 de 2011[iii], de acuerdo con lo pactado en el contrato.

- Cuanto es el monto cobrado mensualmente por concepto de CAOM[iv], se debe aplicar la metodología establecida por la CREG en la Resolución 123 de 2011, en cuanto a la discriminación del pago por concepto de remuneración de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM), al concesionario mes a mes de acuerdo con lo pactado en el contrato.

  ANALISIS DE COSTOS TENIENDO EN CUENTA LOS PARAMETROS DE LA RESOLUCION 123 DE 2011.

  Teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 123 de 2011, la cual establece la metodología para reconocer los costos máximos a cobrar por los prestadores del servicio de alumbrado publico y que son parte integral del Otrosí celebrado entre la administración municipal y la Unión Temporal Luces de María. Ahora teniendo en cuenta los parámetros de la resolución señalada, y tomando los siguientes datos entraresmo a estimar los valores que debieron reconocerse y pagarse al concesionario por los conceptos de CAOM y CINV.

  Datos del análisis.

1. El 31 de diciembre de 2007, se celebró el contrato de concesión No. 171 de 2007, entre el municipio de Chiquinquirá y la Unión Temporal Luces de María, cuyo objeto cubre los siguiente: La administración, Operación, Mantenimiento, Modernización y expansión del Servicio De Alumbrado Público En El Municipio De Chiquinquirá.

   Adición de 7 años (Adición y Prórroga del 28 de diciembre de 2018)

   - ***Para el cálculo de CINV, los siguientes parámetros.***

a. Valor de las Inversiones: El valor de las inversiones descritas en la cláusula anterior asciende a la suma en valor presente de OCHOCIENTOS CATORCE MILLONES CUATROCIENTOS CATORCE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS ($814.414.844).
b. WACC = 12,4% a partir del año 2018 - Resolución CREG 016 de 2018
c. Metodología de la resolución CREG 123 de 2011

d. Periodo analizado: año 2018 – 2025

- ***Para el cálculo del CAOM, los siguientes parámetros.***
- Costo de reposición a nuevo de todos los activos del SALP, incluyendo el costo de la infraestructura, que actualmente opera el concesionario.
- Porcentaje de remuneración del AOM – 10.3%. Resolución CREG 123 de 2011
- Periodo analizado: año 2018 – 2025

Aplicando los anterior se obtendría los siguientes resultados.

Tabla 15. Resultados obtenidos de CINV y CAOM

CONCEPTOS	Pago Mensual	Valor anual
CINV	$ 16.061.315	$ 192.735.780
CAOM	$ 45.583.663	$ 547.003.956
TOTAL	**$ 61.644.978**	**$ 739.739.736**

Ahora al comparar los anteriores resultados con lo pagado de acuerdo con el flujo estimado del contrato de concesión se tiene lo siguiente:

Tabla 16. Comparativa de resultados y el flujo estimado

VIGENCIAS	COBRADO X EL CONCESIONARIO	ESTIMADO DE ACUERDO CON R. 123/2011	DIFERENCIA
2019	$ 1.400.695.852	$ 739.739.736	-$ 660.956.112
2020	$ 1.263.889.890	$ 767.849.850	-$ 496.040.040
2021	$ 1.345.301.545	$ 780.212.233	-$ 565.089.312
2022	$ 1.354.593.380	$ 824.060.161	-$ 530.533.219
TOTAL	**$ 5.364.480.667**	**$ 3.111.861.984**	**-$ 2.252.618.683**

Como se puede apreciar, en la ejecución de este contrato habido unos cobros muy superiores a los estipulado en la Resolución CREG 123 de 2011, y por ende en lo estipulado en el contrato de concesión (otrosí del 28 de diciembre de 2018), cuyos valores cobrados demás puedes estimarse muy por encima de los $2.250 millones para el periodo 2019 al 2022.

De conformidad con lo anteriormente expuesto, se hace necesario plantear, a continuación una serie de hallazgos de tipo jurídico que podrían tener incidencia en la legalidad del Contrato de Concesión y su prorroga, dado que, presuntamente se estarían incumplimiento no solamente los limites regulatorios establecidos para la remuneración del Concesionario, sino también remunerándole conceptos que la regulación no permite y de igual forma, se podría haber incumplido el límite de incremento del valor del Contrato que establece el parágrafo del artículo 40 de la Ley 80 de 1993.

En este orden de ideas, nos permitimos sintetizar los referidos hallazgos jurídicos de la siguiente manera:

- Se evidencia que que el esquema financiero construido para remunerar la prestación del servicio de Alumbrado Público no se encuentra ajustado a las normas imperativas que le resultan aplicables, en especial, lo dispuesto por la Ley 1819 del año 2016 en cuanto a la destinación específica del Impuesto de Alumbrado Público y la Resolución CREG 123 del año 2011 en lo que atañe a los conceptos que se le pueden remunerar al prestador de dicho servicio.

  En efecto, debe advertirse que, el artículo 350 de la Ley 1819 del año 2016 es claro al indicar que,los recursos del Impuesto de Alumbrado Público tienen una destinación específica, la cual consiste en cubrir exclusivamente los costos eficientes de prestación del servicio, esto es, "*la prestación, mejora, modernización y ampliación de la prestación del servicio de alumbrado público, incluyendo suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión y desarrollo tecnológico asociado*"

La norma en mención es clara al indicar, con carácter imperativo, que el impuesto de alumbrado público se destina exclusivamente a una lista de actividades que no contempla el pago de impuestos, contribuciones, tasas, sobretasas, estampillas o algún tributo de orden local o nacional.Es decir, el marco de autorización que brinda el legislador para habilitar la inversión de los recursosen mención es cerrado y no contempla, en ningún caso, el pago de obligaciones tributarias.

Dicha taxativa es aceptada por la Corte Constitucional, quien en Sentencia C-130/18 declaró exequible la expresión *"exclusivamente"*, prevista en el artículo 350 de la Ley 1819 de 2016 y dentrode sus argumentos afirmó que "la destinación específica de la tarifa del alumbrado público para cubrir los gastos del mismo servicio, (…) según el artículo 338 de la C. Pol. tiene como finalidad *"larecuperación de los costos de los servicios que les presten o participen en los beneficios que les proporcionen"* que brinda una plataforma tributaria adecuada para la financiación de un servicio público esencial". Y, si bien la destinación exclusiva la señala el legislador, esta *"no surge de la sola voluntad política de éste, sino de la naturaleza misma de la renta, que se constituye en ordena lograr, así sea en parte, el retorno de la inversión realizada por el respectivo organismo público".*

La exclusividad de la destinación del impuesto de alumbrado público, a su vez, guarda coherenciacon lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2019, pues no sólo los recursos tienen una destinación específica, sino que la ley además establece que dentro del cálculo del impuesto que se va a recaudar deben tenerse en cuenta ciertos criterios:

> *"ARTÍCULO 351. LÍMITE DEL IMPUESTO SOBRE EL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO. En la determinación del valor del impuesto a recaudar, los municipios y distritosdeberán considerar como criterio de referencia el valor total de los costos estimados de prestación en cada componente de servicio. Los Municipios y Distritos deberán realizar unestudio técnico de referencia de determinación de costos de la prestación del servicio de alumbrado público, de conformidad con la metodología para la determinación de costos establecida por el Ministerio de Minas y Energía, o la entidad que delegue el Ministerio."*

En otras palabras, para establecer la tarifa del impuesto de alumbrado público y por consiguiente el límite del valor a recaudar, se debe calcular del valor total de los costos estimados de prestación en cada componente de servicio, cálculos que NO pueden contemplar en ningún momento el pagode tributos que se causen en cabeza del Concesionario.

De hecho, al respecto la Contraloría General de la República, por medio del concepto No. 2009EE12083 precisa respecto a la remuneración del prestador del servicio de Alumbrado Público,que:

> "*es claro que los recursos obtenidos por el recaudo del impuesto de alumbrado público sedestinan en su totalidad a la prestación del servicio público de alumbrado del municipio, que son las mismas obligaciones que quedaron a cargo del concesionario. La remuneración de los prestadores del servicio de alumbrado deberá estar basada en costos eficientes y podrá pagarse con cargo al impuesto sobre el servicio de alumbrado público que fijen los municipios o distritos*

Es decir, no es procedente que se remunere a los prestadores del servicio del Alumbrado Públicoconceptos que desborden los costos eficientes de prestación del servicio, dado que, ello correspondería a destinar en una forma distinta a dispuesta por la Ley, los recursos que se obtienen en virtud del Impuesto.

Tomando como base lo dispuesto por el citado artículo 351 de la Ley 1819 del año 2016, acerca de la metodología para la determinación de costos eficientes de la prestación del Servicio de Alumbrado Público, se hace necesario indicar que, la metodología actualmente definida para ello,no contempla o incluye gastos tales como los tributos de orden territorial o nacional, con lo cual, mal se haría en considerar que recursos destinados para la prestación del servicio de Alumbrado Público pueden ser empleados cubrir dichos gastos.

En concordancia con lo anterior, la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS**, habilitadapor lo dispuesto en el artículo octavo (8°) del Decreto 2424 del año 2006, para *"regular los aspectoseconómicos de*

la prestación del servicio de alumbrado público.", tuvo a bien expedir la ResoluciónCREG 123 del año 2011, por medio de la cual "*se aprueba la metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestados del servicio así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público."*

Ahora bien, en el artículo octavo (8°) de la mencionada Resolución, la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS** pone a disposición de los municipios y distritos una formula a partir de la cual se deben calcular los costos máximos para remunerar la prestación del servicio de Alumbrado Público. La fórmula en comento es la siguiente:

RSALP=CSEE+CINV+CAOM

Donde:

RSALP: Remuneración del Alumbrado Público en pesos corrientes.

CSEE: Costos máximo del suministro de energía eléctrica para el SALP en pesos corrientes.CINV: Costos máximo de la Actividad de Inversión del SALP en pesos corrientes.

CAOM: Costo máximo de la actividad de AOM del SALP en pesos corrientes

Como puede verse, la formula en cuestión no incluye variable o concepto alguno que permita a losmunicipios calcular los costos máximos del servicio de Alumbrado Público teniendo en cuenta tributos territoriales, como tampoco contempla otros gastos.

En este orden de ideas, es dado inferir que, no es posible que los recursos del impuesto de Alumbrado Público sean empleados para cubrir gastos adicionales a aquellos tenidos en cuenta por la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS**, toda vez que ello correspondería no solo a ignorar de manera flagrante la destinación específica de los recursos que fungen como fuentes de financiación del servicio, sino también a poner en riesgo su continuidad y eficiencia. Esto, derivado de la insuficiencia de recursos para cubrir los costos sobre los cuales se construyela tarifa del impuesto.

Dicho de otra manera, un esquema para la prestación del servicio de Alumbrado Público en el cual se acepte cargar a su fuente de financiación con gastos adicionales a los contemplados por la metodología que ha dispuesto la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS**, es un esquema deficitario, al no poderse cubrir la totalidad de costos necesarios para la prestación del servicio.

Sobre este punto, es imperativo llamar la atención acerca de cómo la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS** también ha reconocido qe la metodología plasmada en la Resolución CREG 123 del año 2011 no tiene en cuenta tributos de orden territorial o nacional.

Inclusive en la misma resolución se desagregan los valores que se pueden tener en cuenta para cada uno de las partidas dispuestas en la fórmula. Así, en los artículos 9 y siguientes dispone la fórmula con la que se podrá calcular el valor de CSEE (Costos máximo del suministro de energía eléctrica para el SALP en pesos corrientes):

$$CSEE = \sum_{n=1}^{2} (TEEn * CEEn)$$

n: Nivel de tensión 1 0 2.

CSEE : Valor costo del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en pesos.

TEEn : Tarifa del suministro de energía eléctrica para el Servicio deAlumbrado Público en el nivel de tensión n en $/kWh.

CEEn : Consumo de energía eléctrica del Servicio de AlumbradoPúblico en el nivel de tensión n en kWh.

Tampoco el cálculo de esta variable incluye algún valor que corresponda al pago de impuestos de carácter territorial. En igual sentido, los artículos 20 y siguientes, desagregan la fórmula que se tendrá en cuenta para calcular la variable CINV (Costos máximo de la Actividad de Inversión del SALP en pesos corrientes) dentro de la fórmula principal enunciada. La fórmula para calcular estavariable es la siguiente:

$$CINV = \sum_{n=1}^{2}(CAAn * ID)$$

n: Nivel de tensión 1 0 2.

CINV: Costo máximo de la Actividad de Inversión del SALP en pesos constantes.

CAAn: Costos anual equivalente de los activos del SALP del nivel detensi6n n en pesos constantes.

ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del SALP, calculado deacuerdo con el artículo 22 de la presente Resolución.

Nuevamente se evidencia que ninguno de las disposiciones de la resolución que determinan la metodología para calcular la variable CINV (Costos máximo de la Actividad de Inversión del SALPen pesos corrientes) incluye costos asociados con el pago de impuestos de carácter territorial. Enesta misma línea, los artículos 24 y siguientes de la anotada resolución de la CREG también establecen la metodología para determinar la variable CAOM (Costo máximo de la actividad de AOM del SALP en pesos corrientes) que nuevamente carece de mención alguna respecto de la inclusión de costos asociados con el pago de impuestos de carácter territorial.

$$CAOM = \sum_{n=1}^{2}[(CRTAn * (FAOM + FAOMS) * ID) - VCEEIn]$$

n: Nivel de tensión 1 0 2.

CAOM: Costos de administración, operación y mantenimiento de lainfraestructura en pesos.

CRTAn: Costo de reposición a nuevo de todos les activos del SALP del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por elmunicipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernizacióny reposición en pesos constantes del mes de presentaci6n de la oferta por parte del prestador del Servicio de Alumbrado Público, o del mes deactualización de precios.

FAOM: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRTAn que reconoce los gastos de AOM. Su valor es 0,103

FAOMS: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRTAn que reconoce los gastos AOM adicionales en zonas de contaminación salina.Su valor es 0,005.

ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del SALP. Sólo se considera la indisponibilidad de aquellas luminarias reportadas al SIAP como prendidas cuando deben estar apagadas.

> VEEEIn: Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias en el nivel de tensión n. Sólo se consideranaquellas luminarias que están reportadas al SIAP como prendidas cuando deben estar apagadas.

Como puede verse, ni la fórmula propuesta establecida en el artículo 8 de la mencionada resolución, ni ninguno de las variables que la conforman y que se encuentran desagregadas y reguladas en los artículos subsiguientes incluye rubro que permita a los municipios calcular los costos máximos del servicio de Alumbrado Público teniendo en cuenta tributos territoriales o nacionales que se causen en cabeza del prestador del servicio, sino que limita a los municipios a calcular los costos a las variables taxativamente enunciadas en la resolución.

En este orden de ideas, se advierte también que, en reciente concepto el **MINISTERIO DE HACIENDA** ha precisado que, corresponde al prestador del servicio de Alumbrado Público asumirlas obligaciones tributarias de carácter nacional o local que se causen a su cargo, sin que ello implique la afectación de recursos del Impuesto de Alumbrado Público, veamos:

En Concepto No. 2-2021-038552 del veintiséis (26) de julio del año dos mil veintiuno (2021), la mencionada Entidad explico que:

> *"La destinación específica del impuesto de alumbrado público por el municipio o distrito no puede significar la exoneración de responsabilidades a cargo de las empresas prestadoras del servicio de alumbrado público, quienes deberán incurrir en los costos y gastos que demande su actividad, dentro de ellos los correspondientes a las diferentes obligaciones tributarias. Así mismo, la existencia de una metodología de determinación de costos de prestación del servicio de alumbrado público no puede tener el alcance de modificar las normas aplicables a otros impuestos.*
>
> *Cada una de las obligaciones tributarias debe observarse a partir de las normas que la regulan. En los impuestos del orden nacional, de competencia de la DIAN, es necesario remitirse a lo establecido para cada uno de ellos en el Estatuto Tributario Nacional. Así, por ejemplo, el impuesto sobre las ventas que grava la prestación de servicios, "con excepción de los expresamente excluidos", se causará en relación con el servicio de alumbrado público, bajo la normatividad general del mencionado impuesto.1 En igual sentido, la sociedad prestadora del servicio de alumbrado público deberá sujetarse a las normas que regulan el impuesto sobre la renta.*
>
> *En igual sentido, en los impuestos departamentales, distritales y municipales, no existe ninguna disposición legal o del orden nacional que otorgue tratamiento tributario especial a las actividades relacionadas con la prestación del servicio de alumbrado público. Por tanto, es necesario remitirse a la normatividad local para determinar si allí se prevé algunaexención o tienen algún tratamiento especial, en relación con cada impuesto departamental o municipal."* (Subrayado por fuera del texto original).

Por otra parte, es necesario traer a colación que, la aplicación de la metodología dispuesto por la Resolución CREG 123 del año 2011 no es optativa, sino de carácter obligatorio. Así lo ha explicadola misma **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS**, quien en ejercicio de las facultadesque le fueron delegadas por el **MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA** mediante el artículo octavo (8°) del Decreto 2424 del año 2006, indicó en Concepto CREG-E-2018-004610:

> *"(…) la Ley 1819 de 2016, Reforma Tributaria, señaló en su artículo 351 que dicho estudiodebe realizarse de conformidad con la metodología para la determinación de costos establecida por el Ministerio de Minas y Energía o la entidad que delegue el Ministerio.*
> *Teniendo en cuenta que, a la fecha el Ministerio de Minas y Energía no ha dado directricesen ese sentido, le informamos que la metodología para determinación de costos que se encuentra vigente es la contenida en la Resolución CREG 123 de 2011, la cual establecela metodología para la determinación de los costos máximos que deberán aplicar los municipios o distritos, para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público."* (Subrayado por fuera del texto original).

En este mismo sentido, la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS** indica también que, la Resolución CREG 123 del año 2011 resulta de aplicación obligatoria no solo a los contratoscuyo objeto sea la prestación del servicio de Alumbrado Público que se hayan suscrito con posterioridad a la expedición de esta Resolución, sino también a aquellos que ya existieran cuandoesta entró en vigor. En Concepto CREG-E-2018-003552 la Entidad concluye que:

"Si bien es cierto que las condiciones pactadas en los convenios o contratos celebrados con anterioridad a la expedición de la citada resolución deben respetarse, no menos cierto es que los mismos deben ir ajustándose a las normas legales y regulatorias que rijan la materia, en la medida por supuesto, en que ello sea posible y que no se lesionen los intereses de las partes."

En el citado Concepto, también concluye la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS**,que:

> *"La Resolución CREG 123 de 2011 establece la metodología para determinación de los costos máximos que deben aplicar los municipios para remunerar a los prestadores del servicio, así como el uso de los activos vinculados al sistema de alumbrado público."*

Nótese, que la Entidad indica que la metodología prevista por la Resolución CREG 123 de 2011 debe ser utilizada por los municipios para remunerar la prestación del servicio de Alumbrado Público, refiriéndose a dicha norma como un imperativo a seguir y no como una mera sugerencia o disposición de aplicación optativa.

Luego entonces, al haberse incorporado en el esquema financiero que determina la remuneración del Concesionario en lo atinente al servicio de Alumbrado Público, un rubro destinado a cubrir los impuestos que en cabeza de este se causen, y que ello no se encuentra previsto dentro de las variables que la **COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS** establece para el cálculo de la remuneración de los prestadores del servicio de Alumbrado Público, ha de concluirse que el esquema no cumple con lo dispuesto por la Resolución CREG 123 de 2011, al estarse cargando a los recursos del impuesto de Alumbrado Público unas erogaciones que debería estar asumiendo el Concesionario y no el municipio.

- En segundo lugar, también se estaría incumpliendo con los limites regulatorios dispuestos por la **CREG** para establecer la remuneración máxima que debe ser reconocida a favor del Concesionario, por cuanto, tal y como fue explicado en líneas anteriores de este documento, pese a que el Contrato de Concesión fue ajustado a lo dispuesto por la Resolución CREG 123 de 2011 en cuanto a su modelación financiera, se le ha reconocido y pagado al Concesionario montos que son superiores a los máximos permitimos por concepto de **CAOM** y **CINV**.

  Esto, podría conllevar que el Contrato de Concesión estuviera incurso en vicios o irregularidades que afectan su licitud, por cuanto se han contravenido normas de orden público y de obligatoria aplicación por parte de quienes fungen como extremos de un esquema contractual para la prestación del servicio de Alumbrado Público.

  En efecto, el Contrato de Concesión podría adolecer de objeto ilícito al estarse remunerando al Concesionario por fuera de los limites permitidos por la regulación, con lo cual, se incurre en el supuesto previsto por el articulo 1519 del Código Civil, norma que se establece que se entenderá por objeto ilícito "*todo lo que contraviene al derecho público de la nación. Así, la promesa de someterse en la república a una jurisdicción no reconocida por las leyes de ella, es nula por el vicio del objeto."*, así pues, al haberse construido el esquema financiero del Contrato de Concesión en contra de lo dispuesto porla Resolución CREG 123 del año 2011, así como las demás normas concordantes a esta, no cabeduda de que se han contravenido normas de carácter imperativo.

En línea con esto, el artículo 44 de la Ley 80 del año 1993 establece que los Contratos Estatales serán absolutamente nulos en los casos previstos para el derecho común, incluyéndose en estos el adolecer de un Objeto Ilícito, siendo la consecuencia de ello, la terminación unilateral del Contrato Estatal, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 45 ibidem.

Por supuesto, la terminación del Contrato Estatal debe estar antecedido de un procedimiento administrativo que le permita al interesado, en este el Concesionario, ejercer su derecho de defensa y contradicción ante la potencial afectación de sus intereses y derechos.

Como consecuencia de lo anterior, y en aplicación a lo dispuesto por el artículo 48 de la Ley 80 delaño 1993, la Entidad Contratante debe liquidar el Contrato Estatal en el estado en que se encuentre, reconociendo al Contratista los pagos que correspondan a las prestaciones que este haya ejecutado hasta el momento de la terminación del Contrato.

Al respecto, el Honorable Consejo de Estado ha explicado que:

> *Sin embargo, debe reiterarse que, en materia de contratación del Estado, para que haya lugar al reconocimiento y pago de las prestaciones derivadas de un contrato nulo por objeto o causa ilícita es indispensable que las prestaciones cumplidas hayan servido parasatisfacer el interés público, pues solo en esta medida se puede entender que la entidad estatal se ha beneficiado, como lo prevé el citado artículo 48 de la Ley 80 de 1993 en su inciso final.*
>
> *Luego, si el interés público no se ha satisfecho en alguna medida, no habrá lugar a ningún reconocimiento o pago y ello ocurriría, por ejemplo, cuando en un contrato que es nulo porilicitud de su objeto o de su causa, la obra contratada no se ha ejecutado total o parcialmente y de tal manera que el interés público se haya satisfecho en esa misma medida en virtud de que el servicio público finalmente se prestó en alguna proporción*[5]

Por este motivo, con posterioridad al acto administrativo mediante el cual se declara la terminación del contrato aludiendo a su nulidad absoluta, la entidad deberá proceder a la Liquidación del contrato, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 11 de la Ley 1150 de 2007. En esta etapa las partes acordarán los ajustes, revisiones y reconocimiento a que haya lugar, por lo que en el acta de la liquidación deberán constar los acuerdos y transacciones a las que hayan llegado, conel fin de poderse declarar a paz y salvo. Si el contratista no se presenta a la liquidación previa notificación de la misma o no se logre un acuerdo, la entidad podrá liquidar unilateralmente el contrato en los términos del artículo 11 de la Ley 1150 de 2007:

> *Como lo expresa la Sala, "La nulidad absoluta del contrato hace desaparecer del mundo jurídico la relación que nació viciada -o la cláusula pactada cuando el vicio denulidad absoluta recae solamente sobre alguna de ellas-, para que las cosas vuelvanal estado en que se encontraban antes de la expedición del acto o contrato anulado;cada una de las partes está en el deber de devolver a la otra aquello que ha recibidocomo prestación durante la vigencia del acto contractual*[6]*"*
> *En efecto, la declaración de nulidad absoluta de los contratos retrotrae las cosas al estado en que se hallaban con anterioridad a la celebración de los mismos, y en consecuencia, se impone la obligación de reintegrar lo recibido, "inclusive a modo decumplimiento anticipado de las obligaciones que del contrato prometido emanan, enla hipótesis, claro está, de que tales obligaciones así contraídas se hubiesen empezado a ejecutar (…) pero es evidente que existen eventos en los cuales ello noes posible, no se pueden volver las cosas al estado anterior, como sucede por ejemplo, cuando no se puede deshacer lo ejecutado por una de las partes, que es elcaso de los contratos de tracto sucesivo, tales como los de suministro de bienes de consumo, prestación de servicios, obra pública, concesión, etc. etc., en los cuales lasprestaciones se han cumplido y no pueden restituirse*[7]*"*

Así, en el evento en que se declare la nulidad deberá retrotraerse las cosas al estado anterior a su

[5] Consejo de Estado, sección. Tercera A, sent. 16/06/2015, exp. 41.768.

[6] Consejo de Estado. Sección Tercera. Sentencia del 18 de marzo de 2010; Rad. 25000-23-26-000-1994-00071-01(14390). C.P. Mauricio Fajardo Gómez
[7] Ibidem.

celebración, pero en el caso de que lo anterior, no resulte posible por el cumplimiento de las prestaciones del contrato anulado, hará falta reconocer los valores de aquellas prestaciones que no se pueden retrotraer. Al respecto resulta relevante recordar lo indicado respecto del beneficio que debió obtener la entidad estatal y que haya garantizado el interés público a efectos de reconocer las restituciones mutuas dentro de un contrato estatal.

En síntesis, se tiene que el Contrato Estatal *subexamine* podría estar viciado y ser declarado nulo de manera absoluta, toda vez que, el esquema financiero que se ha construido para remunerar al Concesionario desatiende en forma directa lo dispuesto por la Resolución CREG 123 del año 2011.Como consecuencia de lo anterior, el Contrato Estatal podría ser terminado de manera unilateral por parte de la Entidad Contratante, a través de Acto Administrativo debidamente motivado y posteriormente a ello se debe proceder a la liquidación del Contrato.

7.1 CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

- Es indispensable que se revise la metodología de remuneración regulatoria vs la contractual y se adelanten los ajustes del caso, asociadas con la remuneración del tercero, pues existen indicios claros que viene cobrando una remuneración superior a lo permitido por la Regulación aplicable a este contrato.

- Es necesario conocer el flujo de caja real ejecutado, especialmente desde la vigencia 2015, hasta a la fecha, teniendo en cuenta lo establecido en el contrato en cuanto a la aplicación al contrato de la resolución 123 de 2011, donde se detalle lo remunerado contractualmente vs lo que se debió remunerar desde el primer ajuste al contrato, realizado posteriormente a la expedición de la Res CREG 123 de 2011; toda vez que el ejercicio realizado demostraría una sobre-remuneraciòn al tercero por operación y mantenimiento, con las consecuencias derivadas de dichos hallazgos.

- Es indispensable y a partir de los resultados de este estudio, evaluar un proyecto integral de modernización del sistema de alumbrado público, que le permita al Municipio cumplir con la ley de Uso Racional de Energía, los planes de eficiencia energética y medio ambientales. Lo flujos actuales no evidencian una estrategia en este sentido, evidenciando una falta de planeación en el proyecto.

- Resulta indispensable que el municipio determine la procedencia de iniciar un procedimiento administrativo con miras a establecer si los vicios y/o hallazgos jurídicos planteados en el presente ETR prestan merito suficiente para terminar el Contrato de Concesión, en aplicación a lo dispuesto por los artículos 44 y subsiguientes de la Ley 80 del año 1993.

- Se debe adelantar un proceso de convocatoria para la selección del comercializador que se encargue del suministro de energía, en cumplimiento de lo definido en la Regulación.

- Es necesario que, tanto el tercero como la interventoría, que deben fungir como asesores del Municipio, adopten tal posición, considerando lo anterior.

- En los informes mensuales de interventoría, es evidente, que no se viene cumpliendo con lo contractualmente pactado, especialmente en lo relacionado con el seguimiento mensual y detallado al cumplimiento del tercero de la regulación y normatividad, en temas tan relevantes como.

    a. Cumplimiento normativo en los esquemas de remuneración.
    b. Evidencias de recorridos diurnos y nocturnos del 100% al seguimiento a la infraestructura del área municipal.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

c. Inventario detallado por potencia y tecnología de las luminarias, así como su georreferenciación.
d. Mensualmente determinar el índice de indisponibilidad de las luminarias.
e. Análisis financieros a los costos del sistema de alumbrado público de acuerdo con lo pactado contractual y normativamente.
f. Cumplimiento RETIE y RETILAP
g. Sistema de PQR, entre otras falencias.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

7.2 ANÁLISIS DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

7.2.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DEL ALUMBRADO PÚBLICO EN EL MARCO DEL DECRETO 943

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 351 de la Ley 1819 de 2016 y según se encuentra regulado en el artículo 5º del Decreto 943 de 2018, los municipios deben actualizar los estudios técnicos de referencia con la determinación de los costos estimados para la prestación de cada actividad del servicio de alumbrado público.

Tal como lo menciona dicho Decreto, los estudios deberán mantenerse público en la página web del ente territorial y contener como mínimo lo siguiente:

7.2.1.1 Estado actual de la prestación del servicio en materia de infraestructura, cobertura, calidad y eficiencia energética.

"Este incluirá el inventario de luminarias y demás activos de uso exclusivo del alumbrado público y los indicadores que miden los niveles de calidad, cobertura y eficiencia energética del servicio de alumbrado público, establecidos de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.6.1.11 del presente decreto".

7.2.1.1.1 Inventario de la infraestructura

La infraestructura exclusiva del sistema de alumbrado público en el municipio de Chiquinquirá está integrada por los siguientes activos:

Tabla 17.Inventario Actual

LUMINARIAS	CANTIDAD	PARTICIPACION (%)
LED	16	
	29	
	130	
	3	
	10	
	9	
	31	
	9	
	7	
	46	
	22	
	7	
	14	
	8	

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

SUB TOTAL	**341**	6,13%
METAL HALIDE	4	
	7	
SUB- TOTAL	**11**	0,20%
SODIO	4.313	
	537	
	352	
	8	
SUB TOTAL	**5.210**	**93,67%**
TOTAL	**5.562**	**100,00%**

7.2.2 Definición de las expansiones del servicio, armonizadas con el Plan de Ordenamiento Territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos.

"Cumpliendo con las normas del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, así como del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP, al igual que todas aquellas disposiciones técnicas que expida sobre la materia el Ministerio de Minas y Energía".

Para calcular el valor de la inversión que se requiere realizar en el Municipio de Chiquinquirá, y lograr la consecución de los objetivos planteados supliendo las necesidades de modernización y expansión, se tendrán en cuenta los materiales y cantidades relacionados a continuación:

Tabla 18.Cantidades proyectos de expansión y modernización

UNIDADES CONSTRUCTIVAS DE ALUMBRADO PÚBLICO	CANTIDAD
Luminaria LED 38w	4308
Luminaria LED 56w	1204
Luminaria LED 90w	550
Reflector LED 200w	315

Con la modernización y expansión del sistema de alumbrado público en el municipio se podrán obtener los siguientes beneficios generales:

- ✓ Ahorro en el consumo de energía eléctrica.
- ✓ Beneficio social de manera generalizada a la población tanto residente como fluctuante del municipio, en mayor y mejor iluminación en avenidas principales, parques, calles, bienes públicos y en general áreas de convivencia social y comunitaria.
- ✓ Reducción en la contaminación ambiental
- ✓ Disminución en el índice de accidentes, asaltos y robos, entre otros, brindando mayor seguridad y confianza a los habitantes del municipio.
- ✓ El municipio se valorará por el incremento de activos propios.
- ✓ Garantiza la eficiencia y calidad del servicio.
- ✓ Obtiene mayor cobertura en la expansión del servicio de alumbrado público
- ✓ Mejora el movimiento económico, ampliando horarios de actividades comerciales
- ✓ Mejora la imagen del municipio haciéndolo atractivo para los inversionistas y seguro y confiado para los turistas.

Es preciso resaltar, que anualmente se debe realizar por parte del municipio el plan de expansión, que corresponderá a proyectos puntuales con diseños a nivel de detalle y su respectivo análisis de costos para mantener la viabilidad financiera de la prestación del servicio de alumbrado público.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

7.3 COSTOS DESAGREGADOS DE PRESTACIÓN PARA LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DEL SERVICIO DE ALUMBRADO PÚBLICO.

"Conforme con la metodología para la determinación de los costos por la prestación del servicio de alumbrado público en los términos del artículo 2.2.3.6.1.8 del presente Decreto".

7.3.1 Fórmula general de costos para la prestación del servicio y el uso de los activos vinculados al servicio de Alumbrado Público.

El municipio aplicará la nueva metodología de costos para la prestación del servicio y el uso de los activos vinculados al Sistema de Alumbrado Público expuesta en la **Resolución CREG 101 013 de 2022**, aplicando la siguiente formula:

$$CAP = CSEE + CINV + CAOM + COTR$$

Donde:

CAP: Costos máximos por la prestación del Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia
CSEE: Costo del suministro de energía eléctrica para el Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
CINV: Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
CAOM: Costo de la actividad de AOM del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
COTR: Costos asociados a otros costos de la prestación del servicio y el Sistema de Alumbrado Público, cuando estos se causen, en pesos correspondientes a la fecha de referencia

Cabe decir, que el Municipio de Chiquinquirá el contrato actual debe aplicar la metodología dispuesta en la **Resolución CREG 123 de 2011** y aquellas que la complementan, para determinar los costos máximos de remuneración por las actividades de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) y Retorno de Inversión (CINV).

Con el presente estudio, además de la identificación de las necesidades de expansión, se pretende actualizar la metodología para el cálculo de los costos.

7.3.2 Parámetros de entrada para la determinación de los costos de Alumbrado Público

Tabla 19. Parámetros para determinar los costos de Alumbrado Publico

INFORMACIÓN GENERAL DEL MODELO	
MUNICIPIO	CHIQUINQUIRÁ
DEPARTAMENTO	BOYACÁ
ESTADO DEL CONTRATO	INICIAL
FECHA DE INICIO	may-23
DURACIÓN DEL CONTRATO	30
FECHA DE FIN	abr-53
DATOS CONFORME A LA RESOLUCIÓN CREG 101 013	
INVERSIÓN INICIAL	$9.868.576.788
TIR Resolución CREG 215 2021	12,09%

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

NE	0,041
FAOML (Para año 2023)	0,092
FAOMn	0,04
COSTOS AMBIENTALES (% DEL CAOM)	0,020
ID	0,99
COSTO DE LA UCAP	
COSTO DE INGENIERIA	10,00%
COSTO DE ADMINISTRACIÓN DE LA OBRA	10,00%
COSTO DEL INSPECTOR	1,00%
COSTO DE INTERVENTORÍA	1,00%
COSTO DE LAS CERTIFICACIONES RETIE Y RETILAP	4,00%
COSTO FINANCIERO	3,00%

VARIABLES ECONÓMICAS Y DEL MERCADO	
TARIFA ENERGÍA_PROYECCIÓN	$ 570
IPC_PROYECCIÓN	4,50%
IPP_PROYECCIÓN	3,98%
CRECIMIENTO POBLACIONAL	0,50%
COMISIÓN FIDUCIARIA	$1.200.000
INCREMENTO SMMLV	3,00%
IVA	19,00%

VARIABLES DE LA PROYECCIÓN FINANCIERA	
INTERVENTORIA	7,00%
DESARROLLOS TECNOLOGICO + SMART CITIES	5,00%
% EXPANSIONES (AÑO 3)	4,00%
RENDIMIENTOS FINANCIEROS	0,15%
GASTOS FINANCIEROS	0,200%

Los costos y gastos de la prestación del servicio de alumbrado público que se calculan con la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 (CSEE, CINV, CAOM) se indexan o actualizan con el IPP oferta interna. Si el IPP es más alto que el IPC, estaríamos en la situación que los costos crecerían más que los ingresos.

Para este caso la interventoría y el municipio deben realizar el seguimiento mensual para determinar que inversiones se realizan o si se disminuye, si se modifica la expansión vegetativa, si se compra la energía a largo plazo y se controla el riesgo de la volatilidad de los precios de energía para que no afecte la viabilidad financiera del proyecto en el largo plazo.

1. Que los ingresos del IAP no se presenten de acuerdo con las proyecciones: La interventoría y el municipio deben dar las instrucciones al prestador del servicio para establecer que monto de inversiones se realizaran para mantener el equilibrio financiero del proyecto.

2. Realizar la compra de energía eléctrica a través de una convocatoria pública, logrando así contar con la proyección del costo de energía a largo plazo y no estar supeditado a un costo de energía

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

que puede variar en el tiempo si se está como usuario regulado nivel de tensión II, o expuesto a bolsa. El tipo de contrato sugerido es pague lo demandado.

3. De acuerdo con la metodología de la resolución CREG 101 013 de 2022 y 215 de 2021 se establece el Costo Máximo de Inversión (CINV), según las inversiones que se realicen.

4. Se establece que la inversión y expansión inicial corresponde $ 9.868.576.788, y se reconoce una tasa WACC del 12,09% (CREG 215 de 2021) y un periodo de remuneración de 30 años.

5. Para el cálculo de los 30 años, es importante señalar que se estable una inversión por el mismo valor en el año 16 del esquema financiero, teniendo en cuenta que la vida útil de las luminarias con que se analiza este esquema es de 15 años.

7.3.3 Costos de las unidades constructivas del Sistema de Alumbrado Público

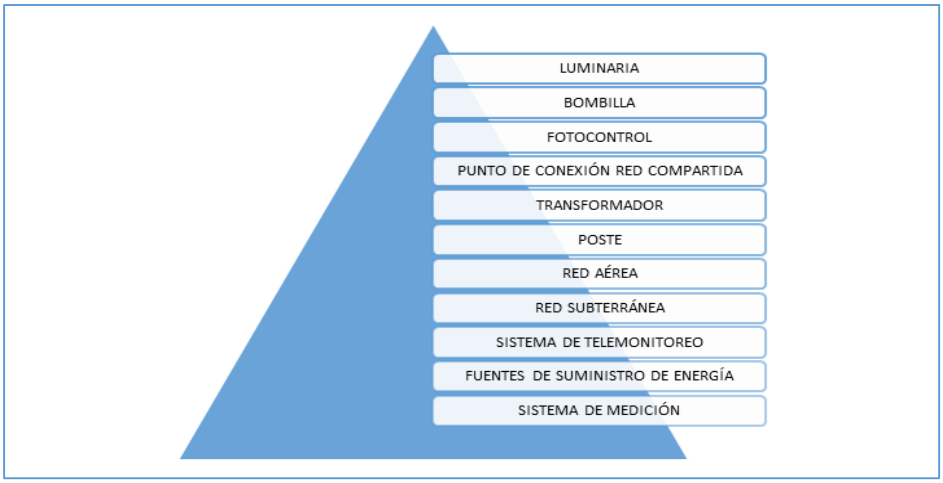
Las Unidades Constructivas de Alumbrado Público son definidas, en la Resolución CREG 101 013 de 2022, como el conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un Sistema de Alumbrado Público.

Anexo a la mencionada Resolución, se establece la metodología para determinar las Unidades Constructivas del Sistema de Alumbrado Público – UCAP, que integran los activos eléctricos del Servicio.

La Comisión de Regulación de Energía y Gas, establece los equipos y accesorios necesarios que deben contener las UCAP para la prestación del servicio con los niveles de calidad exigidos por el Ministerio de Minas y Energía, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente en especial en el componente de seguridad.

La metodología para la valoración de las Unidades Constructivas del servicio de Alumbrado Público identifica los siguientes grupos:

Ilustración 16.Grupos para la valoración de las Unidades Constructivas del servicio de Alumbrado Público identifica



E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Ilustración 17.El costo total de cada Unidad Constructiva de Alumbrado Público se compone de



La vida útil de los elementos incluidos en las diferentes UCAP, se presenta a continuación:

Tabla 20.Vida Útil de los grupos de UCAP

ELEMENTOS DE LA UNIDAD CONSTRUCTIVA	VIDA UTIL (AÑOS)
Bombillas	
Luminarias	
En zonas con alta contaminación	
En zonas normales	15
Transformadores	25
Postes y mástiles	35
Redes aéreas y subterráneas	35
Cajas de inspección y canalizaciones	35
Sistema de Medición	10

Las Unidades Constructivas que conformarán el Sistema de Alumbrado Público y sus costos, una vez se lleve a cabo la modernización y se integren las expansiones en el municipio Chiquinquirá, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 21.Unidades constructivas del sistema de alumbrado público

UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	TOTAL COSTO UCAP
LUMINARIAS	Luminaria LED 38w	$ 1.933.615,00
	Luminaria LED 56w	$ 2.087.505,00
	Luminaria LED 90w	$ 2.328.927,00
	Reflector LED 200w	$ 3.125.928,00
POSTES		
REDES		
CAJA DE INSPECCIÓN Y CANALIZACIONES		
TRANSFORMADORES		
SISTEMAS DE MEDICIÓN		

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Es importante señalar que los precios de las UCAP expresados en la tabla anterior, están actualizados en pesos de 2023.

7.3.4 Costo del suministro de la energía

El costo del suministro de energía es quizás el componente más importante dentro del Sistema de Alumbrado Público de cualquier municipio y/o Distrito. Sin desconocer la esencialidad de los otros costos, se podría afirmar que el elemento energético es la base del funcionamiento de una luminaria que muy a pesar de sus bondades y características técnicas, sin el fluido de energía poco o nada es lo que podría brindar funcionalidad.
El costo del suministro de la energía está compuesto por dos componentes: el consumo de energía eléctrica y la tarifa de energía.

En el apartado **Análisis Financiero del Sistema Actual de Alumbrado Público,** se presentó el costo total de la energía a cargo del proyecto que ha tenido lugar desde el inicio del contrato hasta la fecha de corte, julio 2022. Así pues, con las expansiones propuestas a realizar se espera que el componente de energía presente variaciones que serán analizadas a continuación.

Para el modelo actual se contempló el ultimo costo de energía facturado por EBSA, en el nivel de tensión 2 oficial, siendo esta tarifa de 734,1514 pesos.

7.3.4.1 Costo máximo del suministro de energía: Resolución CREG 101 013.

El costo máximo de suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público se determinará así:

$$CSEE = \sum_{n=1}^{2} (TEEn * CEEn)$$

Donde:
CSEE: Valor costo del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
TEEn: Tarifa del suministro de energía eléctrica para el Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en $/kWh.
CEEn: Consumo de energía eléctrica del Servicio de Alumbrado Público en el nivel de tensión n en kWh.
n: Nivel de tensión 1 o 2, según la Resolución CREG 015 de 2018 o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan.

7.3.4.2 Valor del consumo de energía eléctrica del SALP

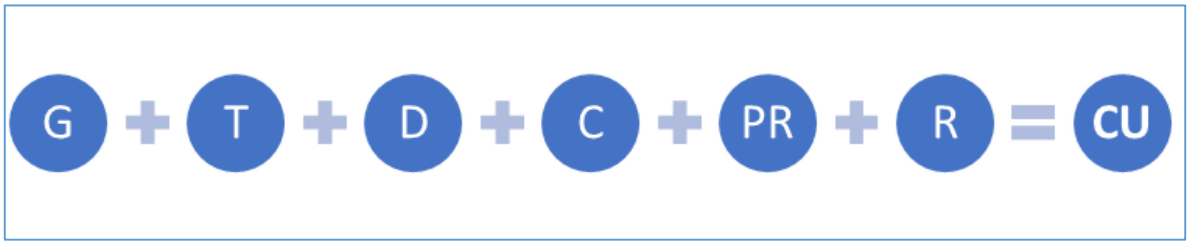
El costo del servicio de energía eléctrica se calcula sobre la potencia instalada y el consumo interno de los elementos que componen las luminarias, para el caso de luminarias de tecnología de sodio, mercurio, metal halide y otras. Para el caso de luminarias tipo LED, el proveedor suministra la potencia de la luminaria incluyendo las perdidas.

Para este estudio se tiene en cuenta el total de la potencia instalada de las luminarias, como si estas funcionaran en condiciones normales, pero es importante señalar que el operador del servicio de alumbrado público o el interventor o municipio, deben reportar al comercializador las luminarias apagadas de noche o que están encendidas de día, para que la liquidación del servicio se realice sobre la demanda real de energía.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

A continuación, se describen todos los componentes del Costo unitario (Cu) del kWh, y se identifica que componentes se pueden negociar con el comercializador y cuáles no; por ser componentes regulados.

Ilustración 18.Componentes del Costo Unitario de Energía Eléctrica KWh



Fuente: Resolución CREG 119 de 2007

- **G:** Costo de compra de energía ($/kWh) – **componente que se puede negociar.**
- **T:** Costo por uso del Sistema Nacional de Transmisión ($/kWh) – componente que no componente que no se puede negociar.
- **D:** Costo por uso de Sistemas de Distribución ($/kWh) – componente que no se puede negociar.
- **C:** Margen de comercialización ($/kWh) - **componente que se puede negociar.**
- **R:** Costo de Restricciones y de Servicios asociados con generación ($/kWh) - componente que no se puede negociar.
- **PR:** Costo de compra, transporte y reducción de pérdidas de energía ($/kWh) - componente que no se puede negociar.

La tabla muestra el detalle del consumo de energía eléctrica (CEEn) con cargo al alumbrado público que tendría el sistema completo, una vez se finalizara la modernización y expansiones a realizar en el municipio de Chiquinquirá. Adicionalmente, se toma como referencia el valor proyectado de la tarifa de suministro (TEEn), y se aplica la fórmula propuesta por la CREG, llegando a un costo de suministro de energía estimado por mes de $90.818.992 pesos.

Tabla 22.Consumo y costo de energía proyectado

TECNOLOGIA	TIPO	POTENCIA (W)	PERDIDA EN LA REACTANCIA (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	CONSUMO CON REACTANCIA (KW-H-MES)
LED	Luminaria	38	0	4308	163.704,00	58.933,44
	Luminaria	56	0	1204	67.424,00	24.272,64
	Luminaria	90	0	550	49.500,00	17.820,00
	Reflector	200	0	315	63.000,00	22.680,00
CARGA TOTAL				**6.377**	**343.628,00**	**123.706,08**
COSTO DE ENERGÍA						**$ 90.818.992**

7.3.4.3 Costo de la inversión

Con el fin de remunerar el costo máximo de la Actividad de Inversión del Sistema de Alumbrado Público se aplicará la siguiente fórmula.

$$CINV = \sum_{n=1}^{2} (CAAn * ID)$$

Donde:

CINV: *Costo de la Inversión del Sistema de Alumbrado Público en pesos correspondientes a la*

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

fecha de referencia

n: *Nivel de tensión 1 o 2.*

CAAn: *Costos anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.*

ID: *Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado de acuerdo con el artículo 30 de la presente Resolución.*

7.3.4.4 Costo anual equivalente de los activos del sistema de alumbrado público.

El costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público se determina de conformidad con las siguientes disposiciones:

- Los inventarios de activos construidos en desarrollo de la Inversión, puestos en uso, serán valorados según metodología establecida en el Anexo de la presente Resolución.
- Los terrenos asociados con cada subestación construidos por el prestador del Servicio de Alumbrado Público, indicando para cada terreno su área (m2) y valor catastral total.
- Los activos no eléctricos, necesarios para la prestación del Servicio de Alumbrado Público.

De acuerdo con lo anterior el Costo anual equivalente de la infraestructura se determina así

$$CAAn = CAAEn + CATn + CAANEn$$

Donde:

CAAn: Costo anual equivalente de todos los activos del nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos eléctricos en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CATn: Costo anual de terrenos de subestaciones en el nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

7.3.4.5 Costo anual equivalente de activos eléctricos (CAAEn)

$$CAAEn = \sum_{i=1}^{NRn} ((CRi + CRi,L) * \frac{r}{1-(1+r)^{-vi}})$$

Donde:

CAAEn: Costo anual equivalente de los activos del Sistema de Alumbrado Público en el Nivel de Tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

n: Nivel de tensión 1 o 2.

NRn: Número total de UCAP que conforman cada activo, instalado y puesto en operación en el Nivel de Tensión n por el encargado de la Inversión.

CRi: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público diferentes a luminarias, instalados y puestos en operación en el nivel de tensión n, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CRi,L: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP i para activos de alumbrado público definidos como luminarias instaladas y puestas en operación en el nivel de tensión n, en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

r: Tasa de Retorno

Vi: Vida útil en años, reconocida para la UCAPi conforme a lo establecido en el Anexo de la presente Resolución.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Cabe señalar que el 15 el diciembre del 2021, la CREG emitió la **Resolución 215** por medio de la cual actualizaba el valor del WACC al 12,09%. Con dicho WACC se calculará el CAAEn de la inversión a ejecutar.

En el transcurso del año 2022, la Comisión de Regulación de Energía y Gas emitió una nueva Resolución que regula y modifica los costos máximos por la prestación del servicio de alumbrado público y aquellos relacionados en el Decreto 943 de 2018.

Por tanto, se tienen en cuenta algunas de las modificaciones establecidas en la Resolución 101 013 de 2022, tal como:

Actualización de los costos de inversión ***CINV***, con la aplicación de lo enunciado en el **Artículo 25** – **Ajustes por eficacia luminosa de las luminarias**, el cual modifica el costo anual equivalente de los activos eléctricos.

$$CRi,L = k * CRL$$

$$k = \frac{EF}{130}$$

Donde:

CRi,L: Valor de la unidad constructiva luminaria, ajustada por el valor de la eficacia luminosa
k: Factor de ajuste por eficacia luminosa. Este valor debe ser determinado teniendo en cuenta el valor de eficacia luminosa declarada en el certificado de conformidad del producto.
CRL: Costo de Reposición a nuevo de la UCAP para el activo luminaria del SALP
EF: Eficacia luminosa de la fuente a instalar. En lm/W
130: Eficacia luminosa de la fuente de referencia. En lm/W. Definida en la Resolución UPME 196 de 2020 y aquellas que la modifiquen o sustituyan

7.3.4.6 Costo anual de terrenos de las subestaciones del Nivel de Tensión n (CATn)

El costo anual de terrenos de las subestaciones que atiendan en forma exclusiva los activos del SALP del nivel n se calculará así:

$$CATn = R * \sum_{i=1}^{NSn} (ATi * VCTi)$$

En el Municipio de Chiquinquirá, no identifican terrenos en la infraestructura de Alumbrado Público, el costo anual es CERO (0)

7.3.4.7 Costo anual equivalente de activos no eléctricos (CAANEn)

El costo anual equivalente de los activos no eléctricos que se reconoce al prestador del Servicio de Alumbrado Público, en los niveles de tensión n, se determinará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$CAANEn = NE * CAAEn$$

CAANEn: Costo anual equivalente de los activos no eléctricos asignable al nivel de tensión n en pesos correspondientes a la fecha de referencia.
n: Nivel de tensión 1 o 2
NE: Fracción del costo anual equivalente de los activos en operación que se reconoce

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

como costo anual equivalente de Activos No Eléctricos. NE es igual a 0,041

CAAEn: Costo anual equivalente de todos los activos del Sistema de Alumbrado Público del Nivel de Tensión n. Incluye los activos de propiedad del municipio y/o distritos entregados al prestador del Servicio de Alumbrado Público y los activos nuevos, resultado de la expansión, modernización y reposición efectuadas por el prestador de la inversión.

7.3.5 Índice de Disponibilidad de la Infraestructura instalada.

Las deficiencias en el Servicio de Alumbrado Público debidas a defectos de la infraestructura propia se descuentan de la remuneración de la inversión y del AOM. El índice de disponibilidad de la infraestructura cuantifica estas deficiencias, y se mide a través de las interrupciones por luminarias que no funcionan o funcionan de manera deficiente, reportadas por los usuarios y el interventor al SIAP.

El valor del índice de disponibilidad de la infraestructura se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$$ID = 1 - \sum_{i=1}^{m} \frac{Wi * HSSi}{WT * T}$$

Donde:

ID: Índice de disponibilidad de la infraestructura, para el período de remuneración.

Wi: Potencia de la luminaria i en kW (incluye la carga de la bombilla y de los demás elementos internos para su funcionamiento), reportada al registro de quejas y reclamos de alumbrado público.

HSSi: Número total de horas sin servicio de la luminaria i.

m: Número total de luminarias reportadas al registro de quejas y reclamos de alumbrado público del municipio o distrito para el período de remuneración.

WT: Potencia total instalada en kW de las luminarias que componen el Sistema de Alumbrado Público de un municipio o distrito.

T: Número de horas del período de facturación de las luminarias.

De acuerdo con las condiciones generales de operación de las clases de iluminación de las vías vehiculares y de las vías para tráfico peatonal y ciclistas, las horas de prestación del servicio se establecen entre las 6 p.m. y las 6 a.m. El número de horas es igual a doce (12) horas/día.

Así las cosas, el costo de la actividad de inversión de los proyectos de modernización y expansión presentados para el municipio de Chiquinquirá se detallan en la siguiente tabla, y corresponden a la aplicación de la metodología propuesta por la CREG descrita en los numerales anteriores.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Tabla 23.Costo de la Actividad de Inversión para los proyectos de expansión

COSTOS MÁXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	CRL: COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN	EFICACIA LUMINOSA (Lm/W)	EFICACIA LUMINOSA RESOLUCIÓN UPME 319 DE 2022	Cri,L: AJUSTE POR EFICACIA LUMINOSA	TASA DE RETORNO	VIDA ÚTIL	CAAEn: COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE LOS ACTIVOS ELÉCTRICOS	CATn: COSTO ANUAL DE TERRENOS DE SUBESTACIONES	CAANEn: COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE LOS ACTIVOS NO ELÉCTRICOS	CAAn: COSTO ANUAL EQUIVALENTE DE LOS ACTIVOS DEL SALP	ID	CINV: COSTO MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN
Luminaria LED 38w	4.308	$ 1.456.023	$ 6.272.547.084	140	130	$ 6.755.050.706	12,09%	15	$ 996.575.733	$ 0,00	$ 40.859.605	$ 1.037.435.338	0,99	$ 1.027.060.985
Luminaria LED 56w	1.204	$ 1.571.441	$ 1.892.014.964	140	130	$ 2.037.554.577	12,09%	15	$ 300.601.363	$ 0,00	$ 12.324.656	$ 312.926.018	0,99	$ 309.796.758
Luminaria LED 90w	550	$ 1.752.508	$ 963.879.400	140	130	$ 1.038.023.969	12,09%	15	$ 153.140.153	$ 0,00	$ 6.278.746	$ 159.418.899	0,99	$ 157.824.710
Reflector LED 200w	315	$ 2.349.636	$ 740.135.340	130	130	$ 740.135.340	12,09%	15	$ 109.192.507	$ 0,00	$ 4.476.893	$ 113.669.399	0,99	$ 112.532.705
INVERSIÓN TOTAL			**$ 9.868.576.788**											
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN ANUAL														**$ 1.607.215.159,00**
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE INVERSIÓN MENSUAL														**$ 133.934.597**

Aplicando la metodología para remunerar la prestación del servicio de alumbrado público está determinada por las actividades que componen el servicio; es decir, que la metodología se basa en la remuneración de actividades independientemente del esquema definido por el Municipio o distrito para la ejecución de cada una de las actividades, (Documento CREG 101 013 de 2022), es así que se puede observar el costo máximo de remuneración es de $133.934.597 mensuales, con una inversión por valor de $9.868.576.788.

E-mail: omegasas2016@gmail.com - Bogotá D.C.

Si el municipio decidiese ejecutar el proyecto de modernización y expansión con recursos propios, debería disponer de un capital superior a trece mil ciento ocho millones de pesos. Ahora bien, si la financiación del proyecto es apalancada en el concesionario, el municipio deberá garantizar los ingresos suficientes, provenientes del Impuesto de Alumbrado Público, a fin de cubrir cada mes el pago del costo de la inversión del nuevo proyecto a ejecutar y los demás costos del sistema.

Conforme a lo anterior, una vez aplicados los cálculos establecidos por la Resolución y tomando como referencia la nueva inversión que se requiere realizar para ejecutar los proyectos de expansión y modernización, se tiene que el costo máximo de la actividad de inversión anual incrementaría en **$2.134.930.319** que, de acuerdo a la metodología establecida para la actualización de los costos máximos podrá variar durante cada vigencia posterior a la proyección del nuevo escenario financiero.

De acuerdo a los análisis aquí realizados, el municipio de Chiquinquirá, a pesar de contar un buen recaudo histórico y con excedentes del impuesto de alumbrado público, estos no son suficientes para llevar a cabo en el corto plazo las inversiones necesarias que demanda el proyecto planteado. Motivo por lo cual es conveniente optar por el esquema de inversión y financiarlo con el apoyo de un tercero.

7.3.5.1 Costos de administración, operación y mantenimiento de los activos

La remuneración del costo máximo de la Actividad de AOM de la infraestructura propia del SALP, se determinó así:

$$CAOM = \sum_{n=1}^{2}[((CRAn * FAOMn) + (CRAL * FAOML) + (CRTAn * FAOMS)) * ID) - VCEEIn]$$

Donde:

CAOM: Costos de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura en pesos.

CRTAn: Costo de reposición a nuevo de todos los activos del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CRAn: Costo de reposición a nuevo de los activos diferentes a luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

CRAL: Costo de reposición a nuevo de los activos definidos como luminarias del Sistema de Alumbrado Público del nivel de tensión n. Incluye el costo de la infraestructura entregada por el municipio y/o distrito y aquel resultado de la expansión, modernización y reposición en pesos correspondientes a la fecha de referencia.

FAOMn: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAn que reconoce los costos de AOM para activos diferentes a luminarias. Su valor es 0,04.

FAOML: Fracción máxima del costo de reposición a nuevo CRAL que reconoce los costos de AOM para luminarias. Su valor se determina según la senda que aparece en el parágrafo 3 de este artículo.

FAOMS: Fracción adicional del costo de reposición a nuevo de CRTAn y de CRAL que reconoce los gastos AOM adicionales por condiciones ambientales de los activos que se encuentran ubicados a menos de 30 km de la orilla del mar. Su valor es 0,005.

ID: Índice de disponibilidad de las luminarias del Sistema de Alumbrado Público, calculado según el Artículo 28 de la presente resolución.

n: Nivel de tensión 1 o 2

VCEEIn: Valor en pesos del consumo de energía eléctrica por indisponibilidad de luminarias en el nivel de tensión n. Sólo se consideran aquellas luminarias que están reportadas al SIAP como prendidas cuando deben estar apagadas

Para el FAOML se tiene en cuenta el valor establecido de la senda para el año 2022 en el parágrafo 3.

Año	FAOML
2023	0,092

A continuación, se presentan los costos totales de AOM de las UCAP que integrarían el sistema de alumbrado público, incluyendo las expansiones.

Tabla 24.. Costo de la actividad de administración, operación y mantenimiento de las luminarias a instalar en el proyecto de modernización y expansión

COSTOS MÁXIMOS DE LA ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO DE LAS LUMINARIAS FUTURAS				
TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	**DESCRIPCIÓN**	**CANTIDAD**	**COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO**	**COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN**
Luminaria	Luminaria LED 38w	4308	$ 1.456.023	$ 6.272.547.084
Luminaria	Luminaria LED 56w	1204	$ 1.571.441	$ 1.892.014.964
Luminaria	Luminaria LED 90w	550	$ 1.752.508	$ 963.879.400
Luminaria	Reflector LED 200w	315	$ 2.349.636	$ 740.135.340
COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO				$ 9.868.576.788,00
FAOML: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO				0,092
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA				-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD				0,99
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDAD				$ 1.816.379,84
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL				**$ 897.013.594,00**
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL				**$ 74.751.133,00**

Tabla 25. Costo de la actividad de administración, operación y mantenimiento de la infraestructura diferente a luminarias.

TIPO DE UNIDAD CONSTRUCTIVA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO	COSTO TOTAL DE LA REPOSICIÓN
Poste				
Poste				
Red				
Caja de inspección y canalización				
Transformador				
Sistema de medición				
COSTO TOTAL DE REPOSICIÓN A NUEVO				0
FAOMn: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO				0,04
FAOMS: FRACCIÓN MÁXIMA DEL COSTO DE REPOSICIÓN A NUEVO ZONA SALINA				-
ID: INDICE DE DISPONIBILIDAD				1,00
VCEEIn: VALOR EN PESOS DEL CONSUMO DE ENERGÍA POR INDISPONIBILIDA				
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM ANUAL				**$ 0**
COSTO TOTAL MÁXIMO DE LA ACTIVIDAD DE AOM MENSUAL				**$ 0**

7.3.5.2 Costos ambientales

La Gestión Ambiental se establece como un porcentaje del costo de AOM. Este costo se reconoce al prestador del servicio en el evento en que se causen. Para efectos del modelo actual se estableció en un 2%.

7.3.5.3 Costo de la interventoría.

La interventoría consistirá en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica idónea, contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen. No obstante, lo anterior cuando la entidad lo encuentre justificado y acorde a la naturaleza del contrato principal, podrá contratar el seguimiento administrativo, técnico, financiero, jurídico del objeto o contrato dentro de la interventoría.

Por regla general, no serán concurrentes en relación con un mismo contrato, las funciones de supervisión e interventoría. Sin embargo, la entidad puede dividir la vigilancia del contrato principal, caso en el cual, en el contrato respectivo de interventoría, se deberán indicar las actividades técnicas a cargo del interventor y las demás quedarán a cargo de la Entidad a través del supervisor. El contrato de Interventoría será supervisado directamente por la entidad estatal.

Los costos estimados para la ejecución de la interventoría idónea e integral se establecen en un 7%, más IVA del recaudo del impuesto mensual.

7.3.5.4 Pago del uso de activos de terceros.

Actualmente la administración municipal no reconoce activos vinculados a la prestación del servicio de alumbrado público de propiedad de terceros, por lo cual este documento no establece dichos costos y/o gastos.

7.3.5.5 Otros costos que deben asumir los municipios o distritos

7.3.5.5.1 Gastos fiduciarios

Corresponde a la comisión fiduciaria que se paga a la entidad encargada por administrar los recursos provenientes del impuesto de Alumbrado Público. El gasto fiduciario se proyecta alrededor de un SMMLV más IVA.

7.3.5.5.2 Alumbrado Navideño

El rubro de alumbrado navideño se podrá establecer conforme a lo dicho en la Ley 1819 de 2016, en el parágrafo del artículo 350, que reza:

ARTÍCULO 350. DESTINACIÓN. El impuesto de alumbrado público como actividad inherente al servicio de energía eléctrica se destina exclusivamente a la prestación, mejora, modernización y ampliación de la prestación del servicio de alumbrado público, incluyendo suministro, administración, operación, mantenimiento, expansión y desarrollo tecnológico asociado.

PARÁGRAFO. Las Entidades Territoriales en virtud de su autonomía, podrán complementar la destinación del impuesto a la actividad de iluminación ornamental y navideña en los espacios públicos.
El costo del alumbrado navideño podrá determinarse como un porcentaje del recaudo, incluido en el 19% establecido para desarrollos tecnológico + Smart cities.

7.3.5.5.3 Gastos financieros

Determinado como un porcentaje de los montos que ingresan a fiducia, es un gasto que será transversal a la ejecución del proyecto

Resumen de los costos totales del sistema de Alumbrado Público
Ejecutada la modernización y las expansiones propuestas, y teniendo en cuenta los costos actuales de la prestación del servicio, se presenta una estimación de costos totales del proyecto para un mes tipo.

Tabla 26.Costos totales para un mes tipo

EGRESOS DEL PROYECTO	
COSTOS DEL PROYECTO	96.378.792
SUMINISTRO DE ENERGÍA ALUMBRADO PÚBLICO CSEE	70.512.466
INTERVENTORIA	25.866.326
PAGOS AL CONCESIONARIO	210.706.485
COSTO ACTIVIDAD DE ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (CAOM)	74.784.977
COSTO ACTIVIDAD DE INVERSION	133.934.597
COSTOS AMBIENTALES	1.986.911
ALUMBRADO NAVIDEÑO/ ORNAMENTAL / PROYECTOS DE SMART CITIES	
GASTOS DEL PROYECTO	2.319.043
ADMINISTRACIÓN FIDUCIARIA	1.492.260
GASTOS FINANCIEROS	826.783

7.3.5.5.4 Determinación del periodo máximo DEL Estudio Técnico de Referencia

“Será sometido a revisión, ajuste, modificación o sustitución atendiendo las condiciones particulares de cada territorio, sin que este periodo supere cuatro (4) años."

El periodo de revisión del presente estudio se llevará a cabo por el comité técnico-financiero y su periodicidad se llevará conforme a lo establecido por el Decreto 943 de 2018 sin superar los 4 años.

8 MARCO AMBIENTAL

Toda actividad humana tiene un impacto ambiental sobre el medio ambiente, y para llevar a cabo esa actividad, se precisa luz. Cuando no se dispone de luz natural (o incluso cuando se dispone de ella), se genera luz artificial para seguir desarrollando dichas actividades humanas. Para proveer esa luz es necesario generar y consumir energía eléctrica, a la vez que fabricar, transportar, almacenar dispositivos que sean capaces de proporcionar esa iluminación. Todas esas actividades o procesos provocan impactos medioambientales, suponen consumo de recursos, emiten sustancias al medio ambiente y generan otras modificaciones ambientales durante su periodo vital. Los impactos medioambientales que se valoran habitualmente incluyen el cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la generación de ozono en la troposfera, eutrofización, acidificación y otras muchas, en ese sentido es importante tener en cuenta las siguientes definiciones:

Definiciones.

- ✓ **Perfil Vial:** Representación gráfica de una vía que esquematiza, en el sentido perpendicular al eje, el conjunto de elementos urbanísticos que la comprenden entre los paramentos de los inmuebles.
- ✓ **Uniformad:** Semejanza o igualdad que presentan las características de los distintos elementos de un conjunto.
- ✓ **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. La unidad de luminancia es candela por metro cuadrado. (Cd/m2).
- ✓ **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 lumen por metro cuadrado (1 lx = 1 lm/m2).
- ✓ **Valor de eficiencia energética de la instalación (VEII):** Valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad diferenciada, cuya unidad de medida es (W/m2) por cada 100 luxes.
- ✓ **Visibilidad:** Cualidad o estado de ser perceptible por el ojo. En muchas aplicaciones en exteriores, la visibilidad se define en términos de distancia a la cual un objeto puede ser percibido escasamente por el ojo.
- ✓ **Iluminancia (E):** Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux (lx).
- ✓ **Iluminancia Promedio Horizontal Mantenida (E prom):** Valor por debajo del cual no debe descender la iluminancia promedio en el área especificada. Es la iluminancia promedio en el período en el que debe ser realizado el mantenimiento. También se le conoce como Iluminancia media mantenida.
- ✓ **Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR):** Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las **luminarias** de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE (Comisión Internacional de Iluminación) Nº 117.
- ✓ **Lumen (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.
- ✓ **Calzada:** Parte central de la calle comprendida entre dos aceras y con firme empedrado o asfaltado.
- ✓ **Andén Adyacente:** Plataforma elevada a los lados de la vía, dispuesta para el tránsito peatonal, sobre él se encuentra la luminaria que es parte del estudio.
- ✓ **Andén Opuesto:** Plataforma elevada a los lados de la vía, dispuesta para el tránsito peatonal, se ubica frente a la luminaria que es parte del estudio.
- ✓ **Apoyo:** Poste en el cual se encuentra la red eléctrico y luminarias.
- ✓ **Alcance:** Característica de una luminaria que indica la extensión que alcanza la luz en la dirección

longitudinal del camino. Las luminarias se clasifican en: de alcance corto, medio o largo.

- ✓ **Altura de Montaje (en una vía):** Distancia vertical entre la superficie de la vía por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.
- ✓ **Campo Visual:** Lugar geométrico de todos los objetos o puntos en el espacio que pueden ser percibidos cuando la cabeza y los ojos de un observador se mantienen fijos. El campo puede ser monocular o binocular.
- ✓ **Candela (cd):** Unidad del Sistema Internacional (SI) de intensidad luminosa. Una candela es igual a un lumen 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 x 1012 Hz y en la cual la intensidad radiante en esa dirección es 1/683 W por estereorradián.
- ✓ **Candela por metro cuadrado (cd/m2):** Unidad de luminancia.
- ✓ **Capacidad Visual:** Es la propiedad fisiológica del ojo humano para enfocar a los objetos a diferentes distancias, variando el espesor y por tanto la longitud focal del cristalino, por medio del músculo ciliar.
- ✓ **Curva Isolux:** Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 o 10 m y un flujo luminoso de 1.000 lm.
- ✓ **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**.**
- ✓ **Fuente luminosa:** Dispositivo que emite energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual.

Ahora bien, el Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público, (RETILAP) estipula en su capítulo 580.2.3 lo siguiente:

Efectos Ambientales.

a) Las variaciones de la temperatura dentro de una luminaria dependen de los cambios climáticos tanto estacionales como diarios, así como del encendido y apagado de la bombilla. Estas diferencias de la temperatura interior pueden alcanzar cifras muy altas. Las máximas se presentan en luminarias cerradas e instaladas en zonas cálidas. Para reducir este efecto ambiental se debe tener en cuenta en cuenta lo siguiente:

- En zonas cálidas utilizar luminarias herméticas y equipo auxiliar, (conductores, fusibles, aisladores, etc.), fabricados con materiales completamente tropicalizados, es decir resistentes al calor excesivo, humedad y moho.
- Para fuentes de alta potencia, y en general para todas las fuentes que liberen una gran cantidad de energía térmica, utilizar luminarias que tengan el volumen interior del conjunto óptico y del conjunto eléctrico, de tal manera que se cumplan los requisitos de producto establecidos en el presente reglamento, respecto a los límites de variación de tensión de operación de la bombilla dentro y fuera del conjunto óptico.
- Para cada categoría de fuente luminosa, utilizar únicamente los modelos de luminarias diseñados específicamente para esa categoría y potencia.
- Para luminarias cerradas no herméticas se debe disponer de un sistema de evacuación del agua de condensación.

b) Variaciones abruptas de la tensión. Una tensión en los terminales de las bombillas, no conforme con la prevista, ocasiona una variación apreciable en el flujo luminoso emitido. La variación de tensión en los terminales de la bombilla depende de la variación de tensión de la fuente de alimentación y de la capacidad de regulación de la tensión que tenga el tipo de balasto utilizado en la luminaria.

El diseñador debe consultar con el operador de la red el comportamiento de las variaciones de tensión en los circuitos alimentadores de media tensión cuando se considera la instalación de transformadores exclusivos para alumbrado público, o las variaciones en la red de baja tensión cuando se usan las redes de uso general en baja tensión.

En todo caso el diseñador deberá dejar constancia del análisis realizado y de las especificaciones dadas en consideración con las variaciones posibles de tensión que se presenten en los circuitos de alimentación.
Cuando un proyecto o sistema se encuentre en operación, el operador del sistema de alumbrado público en conjunto con el operador de la red deberá evaluar el comportamiento de las variaciones de tensión de alimentación y definir las acciones y correcciones a realizar con el fin de obtener un comportamiento cercano a las condiciones de operación de diseño de tensión de las bombillas.

c) Depreciación de la luminaria por envejecimiento y degradación. La rapidez y severidad de la acumulación de polvo en las fuentes luminosas y luminarias varía considerablemente con el tipo y construcción de la luminaria (abierta o cerrada), la altura de montaje y sobre todo con el grado de humedad y polución de la atmósfera del ambiente, el cual depende a su vez, de otros factores (volumen y naturaleza del flujo de tráfico, clima, trayectoria del viento, ubicación de la instalación, etc.) que producen un envejecimiento y degradación de todos los materiales que conforman los sistemas de iluminación pública.

d) Variaciones de las características de reflexión de la calzada (FR). Las propiedades de reflexión de las superficies de la calzada cambian paulatinamente con su utilización. Este cambio que no es constante a lo largo de toda la superficie es significativo en los inicios de la utilización de la calzada y después decae. El cambio de las propiedades de reflexión se produce por:

- Acumulación de suciedad y polvo atmosférico
- Diferencia de carga y peso de los vehículos
- Mayor o menor utilización de los carriles de circulación
- Flujo vehicular

Calidad de los materiales utilizados en la construcción de la calzada

Condiciones atmosféricas: temperatura, humedad, frecuencia de las lluvias, características de polución del ambiente.
Este factor debe considerarse únicamente cuando se tenga un buen conocimiento de las superficies de las calzadas lo cual se logrará a través de una serie de mediciones que se efectúen sobre las calzadas de las vías.

e) Depreciación del flujo luminoso de la bombilla (DLB). La influencia de la depreciación en la frecuencia de sustitución de las bombillas debe considerarse para mantener ciertas condiciones mínimas de iluminación durante la vida útil de la instalación.

Los fabricantes de bombillas deben suministrar la información de la reducción del flujo luminoso de los distintos tipos de bombillas y las diferentes potencias obtenidas bajo condiciones de funcionamiento controladas. El diseñador deberá tener en cuenta tales condiciones para especificar el tipo de conjunto eléctrico necesario para cada tipo de fuente luminosa propuesta y plantear el esquema de mantenimiento.

Los operadores del servicio de alumbrado público deberán crear y alimentar las bases de datos que les permitan determinar la depreciación y vida útil real de las bombillas por marcas, tecnología, potencia y condiciones del sitio de instalación.

En lo posible los operadores deberán, mediante muestras, hacer pruebas para verificar condiciones iniciales y durante la operación de las fuentes luminosas, tales como tensión de bombilla y flujo luminoso.

Al finalizar periodos de 4 años a partir de la entrada en vigencia del presente reglamento, los operadores del servicio de alumbrado público evaluarán los datos del comportamiento real de las bombillas |y presentarán a la industria por intermedio del comité técnico de normalización de iluminación las sugerencias para que se realicen los ajustes pertinentes y a este Ministerio para que se hagan los ajustes al reglamento.

f) Factor de reemplazo de bombillas (R). En alumbrado público el factor de reemplazo de la bombilla estará determinado por la vida útil (70% del flujo luminoso nominal). Por diversas circunstancias, algunas bombillas terminan su vida antes de lo esperado, y dado que existen necesidades de optimizar el mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público, se deben considerar las características de depreciación y mortalidad de la bombilla, para establecer un cronograma de reemplazo.

En alumbrado industrial y comercial el factor de reemplazo de la bombilla podrá ser establecido con base en un estudio de vida económica. La vida económica de una bombilla es el periodo de tiempo, expresado en horas, que transcurre hasta cuando la relación entre el costo de reposición y el costo de lúmenes- hora que sigue produciendo la fuente no es económicamente favorable. La vida económica depende, por consiguiente, del costo de las fuentes luminosas, del costo de la mano de obra para el cambio y del costo de la energía eléctrica.

El factor de cambio de bombilla (R) se determinará a partir de los registros de información alimentados por el operador del alumbrado público y por lo tanto deberá verificar su continuidad y pertinencia.

Todo programa de modernización de alumbrado público, entendido como cambio de luminarias de vapor de mercurio por vapor de sodio, deberá tener implementado en el sistema de información de alumbrado público su base de datos, en la cual se deben registrar, como mínimo, los siguientes datos:

Marca; Tecnología; Potencia; Fecha de instalación; Sitio de instalación (georreferencia); Tipo de área iluminada (vía tipo, peatonal, zona verde, parque campo deportivo, Cicloruta, etc.).; Intervenciones de mantenimiento del punto instalado desde la fecha de la modernización.

g) Depreciación por ensuciamiento, factor de ensuciamiento (FE). La acumulación de suciedad en el conjunto óptico de las luminarias afecta el rendimiento y, por lo tanto, disminuye los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado público. La rapidez y severidad de la acumulación de suciedad varía de acuerdo con las condiciones existentes en el sitio de la instalación y las propiedades de hermeticidad de la luminaria.

Tabla 27.Niveles de Contaminación.

Categoría	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor 80 µg/m^3	No existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico ligero, generalmente limitado a áreas residenciales o rurales
II	Ambientes medianamente polucionados	Medio 80 – 150 µg/m^3	Existen actividades generadoras de polvo o humos en la cercanía, tráfico pesado, generalmente limitado a áreas residenciales e industriales ligeras.
III	Ambientes muy polucionados y zonas industriales	Alto 150 – 400 µg/m^3	Existen actividades generadoras de nubes de polvo o humos en la cercanía, que pueden envolver ocasionalmente las instalaciones. Áreas altamente industriales
IV	Ambientes excesivamente polucionados	Excesivo Superior a 400µm^3	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Fuente RETILAP.

8.1 COEXISTENCIA DE LAS LUMINARIAS CON LOS ÁRBOLES EN LAS VÍAS.

La arborización en el casco urbano de un municipio debe estar sometida, como todo lo público, a unas normas regulatorias que faciliten la coexistencia con la red eléctrica aérea o subterránea, los andenes, la iluminación y demás elementos del mobiliario urbano.

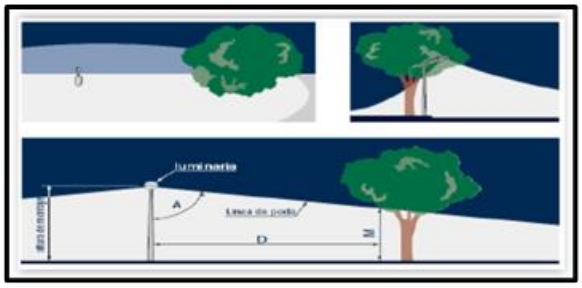
Se deben evitar especies como el ficus, los cauchos y ceibas, mientras se recomienda plantar árboles de follaje liviano, lo cual se hace separando el punto de siembra al menos 1,5 m de la proyección que da la red aérea sobre el piso.

Para lograr una coordinación entre la arborización y la iluminación pública es necesario, en algunos casos, efectuar desviaciones a los parámetros generales del diseño del alumbrado público para la vía, tales como la altura de montaje, interdistancias, disposición de las luminarias o su brazo de montaje. Cada caso debe tratarse separadamente, dependiendo de la vegetación considerada.

Debe tenerse en cuenta que no es necesario podar los árboles más allá de las ramas que interfieran con el haz luminoso útil figura 6, ya que el follaje restante permite mejorar el apantallamiento de la instalación y por ende, mejora la visibilidad de obstáculos por efecto silueta. En todos los casos, es mejor planear desde el momento de iniciar el diseño de la calzada los sitos para las redes de servicios públicos, tanto aéreos como subterráneos. Si una luminaria debe cambiar su interdistancias en un 10%, esto no afectará la calidad de la iluminación de manera apreciable. Incluso si se trata de una sola luminaria, es aceptable hasta un 20% de desviación. El parámetro principal a cambiar, por efectos de la arborización, es el avance de la luminaria sobre la calzada, el cual depende del brazo. De esta manera, se garantiza la efectividad y apariencia de la instalación de alumbrado.

Se debe conceder a la arborización la importancia que merece como integrante del contexto urbano, en tal condición debe formar parte integral de los proyectos de diseño de alumbrado y se deben coordinar y jerarquizan las prioridades en la localización de los distintos componentes urbanos, dando valores racionales a cada uno de los objetivos de cada uno de estos componentes.

Imagen 1.Separación mínima entre árboles y los postes con las luminarias de Alumbrado Público, para evitar sombras sobre la vía.



8.2 USO RACIONAL DE ENERGÍA

Colombia hoy dispone de La Ley 697 de 20018 [8] declaró el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales.

[8] Ley 697 de 2001, "Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones".

El uso eficiente de energía es la utilización de ésta de manera que se obtenga la mayor eficiencia energética, bien sea de una forma original de energía y durante cualquier actividad de producción, transformación, transporte, distribución y consumo de las diferentes formas de energía, dentro del marco del desarrollo sostenible y respetando la normatividad vigente sobre el medio ambiente y los recursos naturales renovables9.

La energía eléctrica es la fuerza vital de la sociedad porque gracias a ella se encienden los electrodomésticos, se puede enfriar los alimentos, se obtiene calefacción y se puede iluminar tanto el hogar como las calles. La energía eléctrica consumida se mide en kilovatios-hora (kWh) y el proveedor de energía cobra una tarifa por cada kWh consumido.

Para calcular la energía consumida por una luminaria encendida durante un determinado período de tiempo, se multiplica la potencia de la bombilla en kW (los vatios de la bombilla ÷ 1000) por el tiempo en horas del período determinado. Por ejemplo, una bombilla de 70 W encendida durante diez (10) horas consumirá 0.7 kWh, mientras que una bombilla de 400 W encendida el mismo tiempo consumirá 4 kWh, es decir más de cinco veces la energía consumida por la primera.

Consumo de energía eléctrica en alumbrado público en Colombia, representa aproximadamente el 3% del consumo total de energía eléctrica. Aunque este porcentaje de energía es bajo, se puede distinguir al alumbrado público como un importante foco para el ahorro de energía y la aplicación del uso racional de la energía o URE, ya que la demanda estimada de energía para el año 2018; 74.835 GWh y para el 2019; 77.160 GWh10. Este 3% se traduce en 2.245 GWh para el 2018 y 2.314 para el 2019, que, en costos, con la tarifa promedio de 280 $/kWh, representa la no despreciable suma de $628.280 millones de pesos para la vigencia 2018 y 647.920 millones de pesos para la vigencia 2019.

URE es el Uso Racional de Energía. Esto significa aprovecharla al máximo, sin perder calidad de vida. Claro está, se puede continuar utilizando el computador, el automóvil, la iluminación o cualquier elemento que requiera energía para funcionar, pero se debe evitar su desperdicio y la producción de desechos contaminantes. Aplicando URE, regulando y optimizando el uso de la energía, se lograría un gran impacto económico y ambiental en la sociedad.

El uso racional de energía en alumbrado público se hace utilizando luminarias modernas, potencias adecuadas y en cantidades suficientes para lograr niveles de iluminación óptimos. También se regula y se hace URE cuando se mantienen las instalaciones del alumbrado público en buen estado, velando por su seguridad y sobre todo cuando se realizan actividades de limpieza a las luminarias para evitar que la capa de suciedad haga ineficiente el uso de la energía.

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), expedido por el el Ministerio de Minas y Energía, mediante la Resolución 18 1331 de 2009, sustentado en la utilización de fuentes que utilizan la energía eléctrica, el cual fue modificado mediante la Resolución 18 0540 de 2010, cuyo objeto fundamental es "...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…[11]

Dentro de las reglas generales que establece, resalta la importancia del uso racional y eficiente de energía (URE) en los diferentes sistemas de iluminación interior y exterior, dentro de estos últimos los de alumbrado público.

---

[9] Ley 697 de 2001, artículo 3, numeral 2.

10 Proyección de la demanda de energía eléctrica y potencia máxima en Colombia, junio 2016 – UPME.

[11] Resolución 18 0540 de 2010. Ministerio de Minas y Energía. por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - (RETILAP), se establecen los requisitos de eficacia mínima y vida útil de las fuentes lumínicas y se dictan otras disposiciones, pág. 9

El Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), también, señala las exigencias y especificaciones mínimas para que las instalaciones de iluminación garanticen la seguridad y confort con base en su buen diseño y desempeño operativo, así como los requisitos de los productos empleados en las mismas.

Adicionalmente, uno de los objetivos específicos del Reglamento es exigir requisitos para contribuir con el uso racional y eficiente de la energía y con esto a la protección del medio ambiente y el aseguramiento del suministro eléctrico.

En consecuencia, constituye una obligación ambiental en la prestación del servicio de alumbrado público, el cumplimiento de las obligaciones y requisitos relacionados con el uso racional y eficiente de la energía, establecidos en las disposiciones vigentes, por lo que se debe tener en cuenta la tecnología implementada en los sistemas de alumbrado público. El RETILAP establece que en concordancia con lo que reza el Artículo 50 del Decreto 2424 de 2006 y demás normatividad legal o reglamentaria sobre alumbrado público, los municipios y distritos deben elaborar un plan anual del servicio de alumbrado público que contemple entre otros la expansión del mismo, a nivel de factibilidad e ingeniería de detalle, armonizado con el plan de ordenamiento territorial y con los planes de expansión de otros servicios públicos, cumpliendo con las normas técnicas y de uso eficiente de energía, que para tal efecto expida el Ministerio de Minas y Energía.

De acuerdo con lo anterior, constituye una obligación ambiental en la prestación del servicio de alumbrado público el cumplimiento y sujeción a las disposiciones relacionadas con el ordenamiento territorial y el espacio público, establecidas en las disposiciones vigentes.

9 TECNOLOGÍA A REMPLAZAR EN EL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO.

9.1 LUMINARIA DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN:

Este tipo de luminaria está compuesta por un tubo de descarga, dos electrodos principales, electrodos auxiliares, mercurio y un gas inerte. La descarga se da en el tubo de descarga que contiene una pequeña cantidad de mercurio y un gas inerte que asiste el encendido. Como resultado de esta descarga se produce una parte de luz visible y la parte restante es ultravioleta, la cual se hace visible por medio de un polvo fluorescente que cubre la ampolla en su interior.

- **Ventajas:** Se caracterizan por tener una vida útil larga y, relativamente, una buena eficiencia luminosa.

- **Desventajas:** Necesitan un equipo auxiliar, su tiempo de encendido es alto y sus residuos sólidos son contaminantes.

Imagen 2.Luminaria de Mercurio a Alta Presión. Fuente PHILIPS



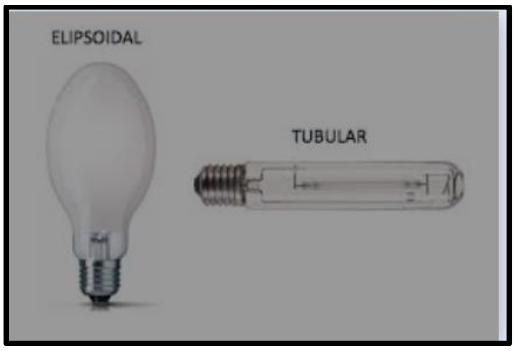
9.2 LUMINARIA DE SODIO A ALTA PRESIÓN:

Este tipo de luminaria está compuesta por un tubo de descarga, dos electrodos, sodio, una mezcla de gas xenón para facilitar el arranque y vapor de mercurio que protege a los electrodos amortiguando la movilidad de los electrones. La luz se produce tras el choque de los electrones libres con los átomos del gas del tubo de descarga, los cuales pasan a órbitas con mayor energía. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatio. El color de la luz que producen es amarillo brillante. Este tipo de luminarias tienen muchos usos posibles tanto en iluminación de interiores como de exteriores.

- **Ventajas:** Es muy eficiente y presentan un gran alcance para el uso de grandes áreas.

- **Desventajas:** El sodio es un material peligroso que puede quemar cuando se expone al aire (por ejemplo, si la bombilla se rompe en la basura). Requiere de un arrancador y son de gran tamaño.

Imagen 3.Luminaria de Sodio a Alta Presión. Fuente OSRAM

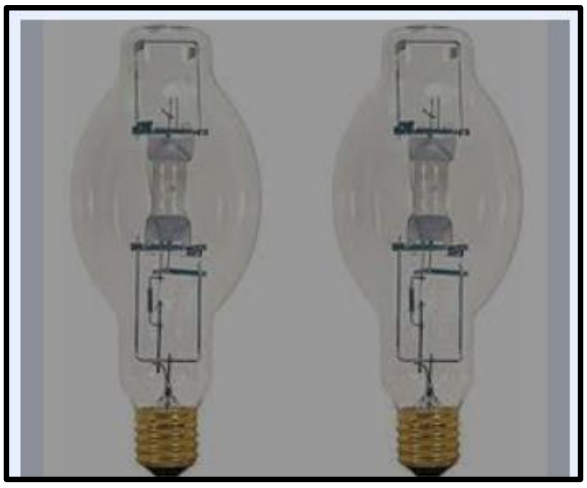


9.3 LUMINARIA DE METAL HALIDE

Este tipo de luminaria está compuesta por un tubo de cuarzo, electrodos de tungsteno, mercurio, yoduro, bromuros de diferentes metales y un gas noble. Una vez proporcionada la diferencia de potencia entre los electrodos, el gas argón se ioniza y facilita el paso del arco pulsante. El calor generado por el arco eléctrico vaporiza el mercurio y los haluros metálicos, produciendo luz a medida que la temperatura y la presión aumentan.

- **Ventajas**: Alta eficiencia, excepcional rendimiento de color y buen mantenimiento de lúmenes.
- **Desventajas:** Requiere equipos auxiliares tales como balasto, arrancador (ignitor) y capacitor (condensador).

Imagen 4.Luminaria de Metal Halide. Fuente PHILIPS



9.4. NUEVA TECNOLOGÍA

9.4.1. LUMINARIA LED.

Sus siglas en español traducen, diodo emisor de luz. Este tipo de luminarias son de estado sólido, no poseen partes frágiles o movedizas y pueden durar por décadas.

- **Ventajas Energéticas**: Ofrecen hasta un 85% de ahorro energético para las fuentes Incandescentes y Halógenas. Ofrece un 50% de ahorro energético sobre las fuentes más eficientes: Fluorescentes y Luminarias de descarga (alumbrado. Basadas en sodio, halogenuros metálicos o vapor de mercurio),

Fluorescencia compacta (conocidas como de bajo consumo). Encendido inmediato, desaparecen las pérdidas de tiempo esperando a que la luminaria alcance la temperatura adecuada, o se encienda correctamente. No requiere sustitución de la porta luminaria existente, es suficiente con realizar un sencillo recableado.

- **Ventajas Ambientales:** No contienen mercurio ni otros metales pesados. Al ser más eficientes producen menos emisiones de CO2 para conseguir la misma iluminación. No generan tanto calor como las tradicionales con el consiguiente ahorro en climatización. Sin radiación Infrarroja ni Ultravioleta.

- **Ventajas Visuales:** Alto Índice de Reproducción Cromática (IRC: es una medida de la capacidad que una fuente luminosa tiene para reproducir fielmente los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz natural o ideal, cuanto más elevado más reales son los colores).

- **Desventajas:** Su mayor enemigo son las altas temperaturas, a partir de 65º la mayoría de los LED se estropean. No solo debemos vigilar el LED si no la electrónica que lleva asociada, que suele romperse antes que el LED. Requieren una elevada disipación térmica, si bien generan menos calor que las convencionales, el que genera es muy importante disiparlo, para ello es vital que los disipadores sean de aluminio y con mucha superficie de disipación. Nos garantizará mayor tiempo de vida de la luminaria. El precio en comparación con las convencionales es bastante elevado.

Imagen 5.Luminaria Tipo LED



10. REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO EN EL ALUMBRADO PÚBLICO

Requerimientos de Visibilidad.

La iluminación de un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para el desarrollo normal de las actividades tanto vehiculares como peatonales. Para lo cual se debe tener en cuenta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual, aplicando la cantidad y calidad de la luz sobre el área observada y de acuerdo con el trabajo visual requerido. Así, para cumplir esos requerimientos de luz se debe hacer una cuidadosa selección de la fuente y la luminaria apropiada teniendo en cuenta su desempeño fotométrico, de tal forma que se logre los requerimientos de iluminación con las mejores interdistancias, las menores alturas de montaje y la menor potencia eléctrica de la fuente posible.

La iluminación de un sistema de alumbrado público debe ser adecuada para el desarrollo normal de las actividades tanto vehiculares como peatonales. Para lo cual se debe tener en cuenta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual, aplicando la cantidad y calidad de la luz sobre el área observada y de acuerdo con el trabajo visual requerido. Así, para cumplir esos requerimientos de luz se debe hacer una cuidadosa selección de la fuente y la luminaria apropiada teniendo en cuenta su desempeño fotométrico, de tal forma que se logre los requerimientos de iluminación con las mejores interdistancias, las menores alturas de montaje y la menor potencia eléctrica de la fuente posible.

Cantidad y Calidad de Luz.
Se ha establecido como el objetivo del alumbrado público permitir a los usuarios de la calzada y del andén, circular sobre ellos en las horas de la noche, de manera segura, cómoda y a velocidades preestablecidas.

La seguridad se logra si el alumbrado permite a los usuarios que circulan a velocidad normal evitar un obstáculo cualquiera. La iluminación debe permitir, en particular, ver a tiempo los bordes, las aceras, separadores, encrucijadas, señalización visual y en general toda la geometría de la vía. Para este efecto, está establecido que el criterio de seguridad consiste en la visibilidad de un obstáculo fijo o móvil constituido por una superficie de 0,20 m x 0,20 m, con un factor de reflexión de 0,15. Considerando que:

- La seguridad de un peatón se logra si este puede distinguir el obstáculo a una distancia de 10 m o más.

- La seguridad de un automovilista depende esencialmente de su velocidad. A velocidad media de 60 km/h, él debe percibir este obstáculo a una distancia hasta 100 m. Para velocidades superiores, esta distancia oscila entre 100 y 200 m.

La noción de seguridad resultante del alumbrado público no es la misma en carretera que en los cascos urbanos. En el primer caso, el alumbrado interesa sobre todo al automovilista que circula a una velocidad relativamente alta sobre una carretera donde los obstáculos fijos o móviles no son muy frecuentes y la iluminación se concentra más en proveer la dirección de circulación a manera de una perfecta guía visual. El conductor verá los obstáculos como siluetas, pues generalmente el contraste resulta negativo.

Por el contrario, en los cascos urbanos, la circulación es más densa y los obstáculos son generalmente más frecuentes, pero la velocidad de circulación es generalmente menor. De lo anterior, se deduce, que según el objeto que se persiga, la elección del sistema de alumbrado se verá influenciada por la densidad, naturaleza y velocidad de circulación.

Es necesario que el sistema de alumbrado permita ver esos obstáculos y otros vehículos sin riesgo de error o deslumbramiento. Igual hipótesis se plantea para los peatones, aunque su velocidad menor hace que sean menos exigentes las condiciones para ver.

La iluminación calculada, debe comportarse como una guía de visibilidad en la que están comprometidas

de una manera conjunta la confiabilidad de la percepción y la comodidad visual.

Confiabilidad de la percepción.
Los objetos sólo pueden percibirse cuando se tiene un contraste superior al mínimo requerido por el ojo. Este valor depende del ángulo con el que se vea (afecta la cantidad de superficie aparente en la fórmula de luminancia) y de la distribución de la luminancia en el campo visual del observador (fondo para el contraste). Además, este valor define el tiempo de adaptación del ojo en dicha situación.

La iluminación deberá perseguir dos elementos: el primero es proporcionar un elevado nivel de luminancia en el fondo, interpretado como la necesidad de proveer una Luminancia promedio elevada.

El segundo elemento es un bajo nivel de luminancia para el obstáculo, que generalmente tiene un bajo coeficiente de reflexión, pero que está fuera del control del diseñador.

Un tercer elemento es mantener un limitado deslumbramiento desde las fuentes de luz o luminancia de velo. (Se interpreta como proveer una Lvelo baja).

Es necesario definir y entender claramente el concepto del cálculo de la luminancia promedio mantenida. Además, no basta aplicar la simple fórmula matemática para obtener el promedio que pudiera resultar elevado debido a unos pocos puntos de gran valor y otros muy bajos, sino que es necesario que los puntos calculados, para obtener el promedio, mantengan una dispersión baja de modo que los puntos de la calzada con mínima luminancia no afecten la percepción por disminución de la luminancia de fondo. Esto se logra controlando el valor de la uniformidad general de luminancia (Uo).

La confiabilidad de la percepción se ve comprometida igualmente y de manera directa, con mayores niveles de deslumbramiento fisiológico. Por consiguiente, para restringir el efecto molesto del deslumbramiento, hay que especificar un límite máximo al valor para el incremento del umbral TI.

Comodidad visual.
El ambiente visual de un conductor está constituido principalmente por la visión de la calzada al frente del volante y en menor grado por el resto de su campo visual, que puede llegar a tener información para el conductor, como las señales de tránsito. La comodidad visual es una importante característica que redunda en la seguridad del tráfico vehicular. La falta de comodidad se traducirá en una falta de concentración por parte de los conductores que reducirá la velocidad de reacción debido al cansancio que se producirá en sus ojos.

El grado de comodidad visual proporcionado por una instalación de alumbrado público será mejor si el ojo del conductor tiene mejores niveles de adaptación. Ello implica elevar la Luminancia promedio Lprom sobre la vía, así como controlar la dispersión de los valores que componen dicho promedio. Para asegurar el control en la dispersión de los datos, se utiliza el concepto de Uniformidad longitudinal de luminancia UL. Un bajo nivel de uniformidad longitudinal se traducirá en la aparición del efecto cebra sobre la vía, causante de la fatiga visual del conductor.

El efecto cebra toma su nombre en la apariencia que toma la vía cuando tiene un bajo valor de uniformidad longitudinal: como aparecen sectores transversales a la vía bien iluminados seguidos de otros con poca iluminación, la vía toma la apariencia de la piel de una cebra.

En la comodidad visual del conductor se encuentra comprometida la luminancia ofrecida por la instalación de alumbrado público, su uniformidad, su nivel de iluminancia, el grado de deslumbramiento, así como la disposición y naturaleza de las fuentes luminosas utilizadas. Una instalación urbana necesita mayores niveles de comodidad visual a fin de reducir la tensión nerviosa de los conductores y con ello sus efectos sobre el comportamiento en la vía. Por ello, la instalación de alumbrado debe considerar la iluminación de aceras y fachadas y de esa manera crear un ambiente más agradable.

Todo esto, sin generar deslumbramiento y manteniendo la estética de la instalación, que, al fin de cuentas,

la hace más agradable.

Una instalación de iluminación en carreteras, debe asegurar una continuidad óptica sobre el carril de circulación y sobre la geometría de la vía, a fin de elevar la seguridad por la velocidad de circulación.

Se deben tener en cuenta tres variables al considerar la selección o diseño de una instalación de alumbrado público: la velocidad de circulación, la frecuencia y naturaleza de los obstáculos a ver y el tipo de usuarios de la vía.

En principio, vías que responden de la misma manera a los criterios anteriores, se iluminan de la misma manera. Por consiguiente, se pueden agrupar las vías en varios conjuntos que respondan a un mismo tipo de iluminación. Esta agrupación permite generar instructivos sobre la forma típica de iluminar, de modo que se contemplen todos los problemas que resulten al menos desde el punto de vista lumínico.

Relación de alrededores.
Una de las metas principales en iluminación de vías es crear una superficie clara sobre la vía contra la cual pueden verse los objetos. Ahora, cuando los objetos son elevados y están sobre la vía, su parte superior se ve contra los alrededores. Igual sucede si los objetos están justo en el borde de la vía y en las secciones curvas del camino.

En estos casos el contraste podría llegar a ser insuficiente para una percepción segura en el tiempo requerido por el conductor, si no se controla la iluminancia promedio de los alrededores. (Véase la recomendación CIE 136 y 140 de 2.000).

En consecuencia, controlar la iluminancia de los alrededores ayuda al conductor a percibir más fácilmente el entorno y le ayuda a efectuar, de manera segura, las maniobras que necesite. Controlar la relación SR permite entonces, mantener las condiciones adecuadas de contraste de objetos al borde de la vía. Por otra parte, esta iluminación beneficia a los peatones, cuando existan a los lados de la vía andenes transitables por éstos.

Evaluación económica y financiera.
Todos los proyectos de alumbrado público deberán hacer una evaluación económica y financiera donde se incluyan no sólo los costos de inversión, sino los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto de alumbrado público. Se debe considerar tanto el costo inicial como los de operación y mantenimiento asociados, así como el valor de reposición al final de la vida útil del proyecto. Los costos energéticos, son relevantes al definir cargas operativas.

Uso Racional y Eficiente de la energía.
Un proyecto de alumbrado público debe aplicar requisitos relacionados con el URE: Los sistemas de alumbrado público diseñados deben cumplir simultáneamente con los requisitos fotométricos y no deben exceder los valores máximos de densidad de Potencia Eléctrica (DPEA) establecidos en el presente reglamento.

Condiciones ambientales de la localidad.
Un proyecto de iluminación exterior o de alumbrado público debe ser adecuado a las condiciones ambientales de la localidad, así como las condiciones particulares del medio especialmente la presencia de agentes corrosivos, las condiciones ambientales y las facilidades de mantenimiento deben determinar las características de hermeticidad y protección contra corrosión o ensuciamiento que necesitarán las luminarias, en particular su conjunto óptico, aspectos que se deben reflejar el diseño.

Requerimientos de las normas de mobiliario urbano.
Otro factor a considerar en los proyectos de iluminación es la reglamentación sobre mobiliario urbano, por lo que se debe considerar el estilo arquitectónico predominante en el sector.

En Plazas públicas, fachadas, vías con destinación histórica o turística definidas, es necesario mantener el

estilo, el color y la distribución concordantes. Así mismo, es importante el uso típico de la vía, peatonal, ciclo-ruta o para vehículos automotores. Para cada caso hay distribuciones y equipos que mejoran el impacto visual de la instalación.

10.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS DISEÑOS FOTOMETRICOS.

10.2. USO DEL SOFTWARE

Los diseños de iluminación se realizan a través de un software desarrollado para este propósito, y según el Retilap debe cumplir con los siguientes requisitos:

a. El software debe permitir ingresar la información fotométrica de las fuentes en las coordenadas establecidas en el presente reglamento.

b. Deberá disponer de rutinas de ingreso para la información del diseño geométrico. De la misma forma deberá permitir ingresar la información relacionada con la identificación del objeto de diseño y del diseñador.

c. Las unidades de medida para los datos a ingresar al software y las de los resultados deben ser claramente identificables, seleccionables y visibles.

d. Las rutinas de entrada de datos deben permitir la identificación y/o selección de los parámetros a los cuales corresponde la información en cada instante ingresada, tales como: tipo de coordenadas de la fonometría empleada, altura de montaje e inclinación de la luminaria, distancias entre luminarias, posiciones relativas de las luminarias respecto del local, vía o espacio a iluminar, posiciones de las mallas de cálculo y del observador, condiciones ambientales, tipos de superficies e índices de reflexión asociados.

e. El software debe permitir el uso de las fotometrías reales de las fuentes y no una modelación puntual de las mismas. En el mismo sentido, y con el objeto de disponer de cálculos más exactos y precisos deberá considerar los efectos de reflexiones, las formas y tamaños de los obstáculos.
f. El software debe permitir identificar las normas internacionales o de reconocimiento internacional usadas en sus algoritmos de cálculo, tales como (CIE, IESNA., NTC, ANSI, etc).

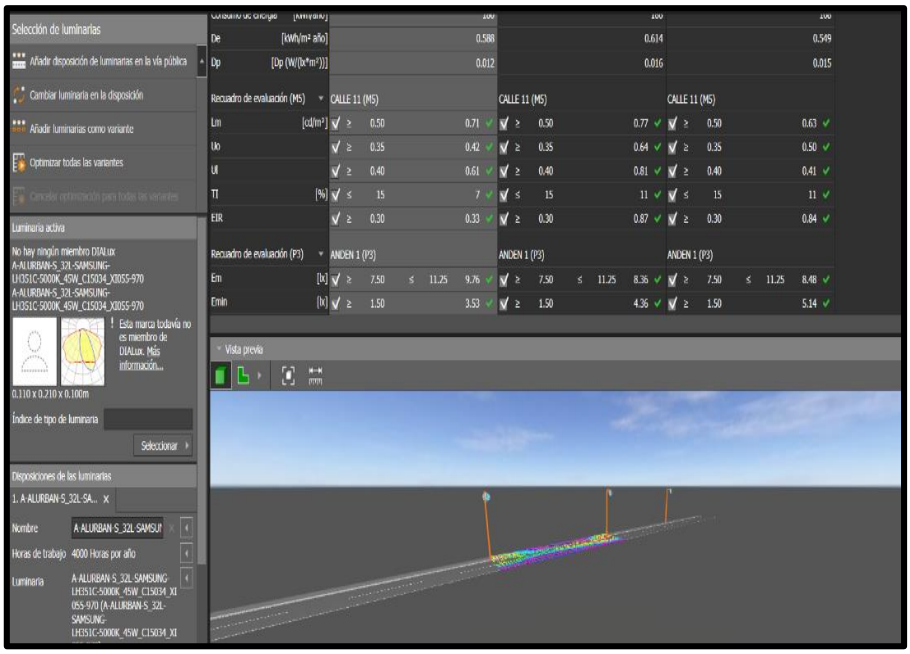
g. En el caso de usar software para el diseño de alumbrado público, los parámetros de cálculo y los resultados obtenidos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el presente reglamento. Para el efecto, parámetros tales como mallas de cálculo, posiciones del observador, factores de mantenimiento con las condiciones ambientales del lugar y el grado de protección de la luminaria usada en la instalación y demás, deberán validarse ante organismo de inspección o laboratorio acreditado para desarrollar actividades de iluminación a nivel nacional o internacional. La diferencia entre los resultados del software a validar y los obtenidos por el software de referencia empleado por el laboratorio u organismo de inspección no podrá ser mayor de 5%, para su aceptación.
h. El software de diseño interior deberá efectuar los cálculos de iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, eficiencia energética. Se podrá usar un software independiente para calcular el Coeficiente de Contribución de Luz Día - CLD a la instalación.
i. Los datos resultantes del diseño no pueden diferir en más del 5% para el caso de iluminancia y del 10% para el caso de luminancia, respecto de los valores medidos del sistema de iluminación en funcionamiento.

Aunque el software especializado no requiere de un certificado de conformidad de producto, si se requiere que tenga una validación de sus resultados en por lo menos 3 de sus aplicaciones, mediante pruebas y mediciones realizadas por un organismo de inspección acreditado.

Para la evaluación de los perfiles viales en el municipio Chiquinquirá departamento de Boyacá se utilizó el

software Dialux evo 10.2.1

Imagen 6.Simulador Software DIALUX EVO 10.2.1



10.2.1. ESTUDIO TÉCNICO POR MEDIO DE 3 ALTERNATIVAS.

Como los estipula el reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP en su capítulo 610.3 diseños y evaluación de proyectos, para los proyectos de altos impactos (ver tabla siguiente) es necesario realizar los estudios mediante 3 alternativas escogidas de las luminarias comerciales en el sector.

Imagen 7.Caraterización de los Proyectos de Alumbrado Público

PROYECTOS NUEVOS O REMODELACIÓN		Nivel A Bajo Impacto	Nivel B Medio Impacto	Nivel C Alto Impactos
SISTEMA VIAL	Clase de iluminación de la vía o Tipo de área M1 – M2	P ≤ 25 ó L = 0	25 <P ≤ 75 ó L ≤ 1.000	P >75 ó L >1.000
	M3 – M4	P ≤ 25 ó L ≤ .1000	25 <P ≤ 100 ó 1.000 <L ≤ 2.000	P >100 ó L > 2.000
	M5	10 <P ≤ 25 ó L ≤ 1.000	25 <P ≤100 ó 1.000<L ≤ 2.000	P >100 ó L >2.000
OTRAS ÁREAS	Alamedas, ciclo rutas, parques, paseos, plazas, plazoletas, vías peatonales, puentes y túneles peatonales.	10 <P ≤ 25 ó L ≤ 1.000	25 <P ≤ 50 ó 1.000 <L ≤ 2.000	P >50 ó L >2.000
ESPECIALES [2*]	Zonas históricas de conservación, y otros que por sus características revista de un especial interés para el municipio.	P ≤ 25	25<P ≤ 50	P >50

Para este proyecto en específico se escogieron como alternativas para los estudios las siguientes luminarias:

10.2.2. ALURBAN M

Imagen 8.Muestra de Luminaria. ALURBAM M



ALURBAN M

Luminaria de alumbrado público de reparto asimétrico, carcasa fabricada en aluminio inyectado de alta resistencia a la corrosión. Soporte escualizable que permite el montaje horizontal y vertical. Conjunto óptico cerrado con vidrio de alta transmitancia y resistencia al impacto, asegurado a través de tornillos. Lentes fabricados en PMMA de alta transmitancia, resistencia a la intemperie y a los rayos ultravioleta. Conjunto eléctrico con tapa abatible asegurada con tornillos en acero inoxidable o con la posibilidad de implementar gancho de apertura rápida. El conjunto óptico y eléctrico están en compartimientos separados compartiendo la misma carcasa. Acometida con prensaestopa para asegurar la hermeticidad del conjunto eléctrico. Chip LED de última generación, alta eficacia lumínica y vida útil de 100.000 horas de acuerdo con el IES LM-80 TM-21. FABRICADA EN COLOMBIA.

Aplicaciones: Alumbrado público en vías, senderos peatonales, iluminación decorativa urbana.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

LUMINARIA

Carcasa fabricada en aluminio inyectado
Disipador de calor pasivo.
Temperatura de trabajo -40°C a 50°C
Tensión de operación: 90V - 305 V AC / 12 - 24 VDC
Frecuencia de operación: 50/60 Hz
Factor de potencia: ⩾0,90
Aislamiento Clase I (Clase II opcional)
IK 09 (carcasa) **FHS** 0%
Base para fotocelda (opcional) de 3 a 7 conductores acorde con la norma ANSI C136.41-2013. UL773 bloqueo Plug-In para fotocontrol.
Fotocelda (opcional) tipo "twist Lock" congurados segun ANSI C136.10-2010.
Soporte de fijación de 2" con acople reductor incorporado para diámetros menores.
Sistema antivandalico (opcional) con tornillo pasante 3/8" y tuerca cónica de cabeza fusible removible.
Bornera de conexión rotulada
Rotulado con placa metálica exterior (opcional)
Acabado en pintura electrostática con protección UV
Color de luminaria Gris RAL 7004 o a elección del cliente
Marcado puede realizarse de las siguientes formas: etiquetado, grabado, placa o platina metálica.
Peso 7.3 Kg

CONJUNTO ÓPTICO

Cerramiento en vidrio liso templado de 4mm de esp. con transmitancia >90%
IP 66 **IK** 08
Lentes en PMMA con transmitancia >90%
Temperatura de color Estándar 5000K - Opcional 3000K / 4000K
IRC ⩾70%

CONJUNTO ELÉCTRICO

Acometida con prensa-estopa para asegurar la hermeticidad del conjunto eléctrico. **IP** 66
Driver AC - DC Con protección contra cortocircuito y aumento en corriente, voltaje y temperatura. Dimerizable con control de 1-10VDC, PMW o por resistencia.
Driver DC - DC Con protección contra cortocircuito y aumento de voltaje y temperatura. Dimerizable con control de 0-10VDC ó PMW ó Timmer.
Conjunto de fusibles (Opcional) con protección de sobre corriente.
F.P. ⩾0.94 **THD.** ⩽20%
Protección de sobretensión (DSP) 10 kA corriente nominal
Rendimiento de la luminaria (lm/W): ⩾ 130

10.2.3. TRAVEYO

Imagen 9.Muestra de Luminaria. TRAVEYO

Traveyo® Series

Traveyo® LED Street/Area Luminaire - Small

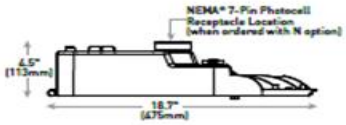
Rev. Date: V14 07/14/2021

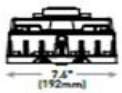
Product Description

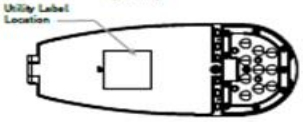
The Cree Lighting Traveyo Series luminaire provides solid performance, future-ready engineering and a better than expected lighting experience. The TRVSM LED Street/Area luminaire offers a full range of optics and CCTs to meet the needs of the application while maintaining the familiarity of a traditional cobrahead design. Designed for easy installation, the Traveyo luminaire features tool-less entry, tool-less rotatable 7-pin photocell receptacle, T-level and +/- 5° fixture leveling.

Applications: Residential roads, parking lots, and general area spaces









Performance Summary

Initial Delivered Lumens: Up to 5,500

Efficacy: Up to 149 LPW

CRI: Minimum 70 CRI

CCT: 2700K, 3000K, 4000K, 5700K, Amber

Limited Warranty[1]: 5 years standard on luminaire and finish, 10 years optional on luminaire and finish, 1 year on accessories

[1] See http://creelighting.com/warranty for warranty terms

Accessories

Field-Installed	
Bird Spikes TRV-BRDGRDS	**Cul-De-Sac Shield** TRV-CLSS - Provides backlight and sidelight control - Black painted aluminum construction - Lumen multiplier (2ME/3ME/4ME): 0.75
Backlight Control Shield TRV-BLSS - Provides 1 mounting height cutoff - Black painted aluminum construction - Refer to initial delivered lumen tables for lumen output	**Front Light Shield** TRV-FLSS - Provides front light control - Black painted aluminum construction - Lumen multiplier (2ME/3ME): 0.91 - Lumen multiplier (4ME): 0.84
Shorting Cap XA-XSLSHRT	

Weight
6.2 lbs. (2.8kg)

Ordering Information

Example: TRVSM-A-HT-2ME-2L-27K7-UL-BK-N

TRVSM	A	HT							
Product	**Version**	**Mounting***	**Optic**	**Lumen Package*****	**CCT/CRI**	**Voltage**	**Color Options**	**Utility Label/ Receptacle**	**Options**
TRVSM Small	**A**	**HT** Horizontal Tenon	**Asymmetric** **2ME**** Type II Medium **3ME**** Type III Medium **4ME**** Type IV Medium **Symmetric** **5ME** Type V Medium	**2L** 2,000 Lumens **4L** 4,000 Lumens **5L** 5,000 Lumens **1L** 1,000 Lumens - Available only with TRL	**27K7** 2700K, 70 CRI **30K7** 3000K, 70 CRI **40K7** 4000K, 70 CRI **57K7** 5700K, 70 CRI **TRL** Turtle Friendly Amber LEDs, 625nm - Available only with 1L - Additional shielding (by others) may be required for Florida Fish and Wildlife Conservation Commission compliance	**UL** Universal 120-277V **UH** Universal 347-480V - Not available with TRL CCT	**BK** Black **BZ** Bronze **GY** Gray	**N** **Utility Label and NEMA® 7-Pin Photocell Receptacle** • External wattage label per ANSI C136.15 • 7-pin receptacle per ANSI C136.41 • Factory connected 0-10V dim leads • Requires photocell or shorting cap by others **U** **Utility Label** • External wattage label per ANSI C136.15 • Does not have NEMA 7-Pin receptacle • Dimming leads capped off in luminaire • Not available with MX or ZZ options	**20KV** **20kV/10kA Surge Suppression** - Replaces standard 10kV surge protection **DLI** **DALI Compatible** - Available with UL voltage only - Not available with MX, D, or ZZ options **MX** **Shipment to Mexico** - Refer to Travayo Logistics Options table on page 2 for details and availability **Q9/Q8/Q7/Q6/Q5/Q4/Q3/Q2/Q1** **Field Adjustable Output (details pages 8-10)** - Must select Q9, Q8, Q7, Q6, Q5, Q4, Q3, Q2, or Q1 - Not available with TRL CCT - Offers full range lumen adjustability - Includes wattage label for setting selected - Refer to pages 8-10 for power and lumen values - Luminaire may also be dimmed through 7-Pin receptacle (if applicable) with use of dimming control by others **W10** **10-Year Limited Luminaire/Finish Warranty** **ZC** **Shipment to Canada** - Refer to Travayo Logistics Options table on page 2 for details and availability **ZZ** **International Shipment** - Refer to Travayo Logistics Options table on page 2 for details and availability

* Reference EPA and pole configuration suitability data on page 6-7

10.2.4. 3 SLCS

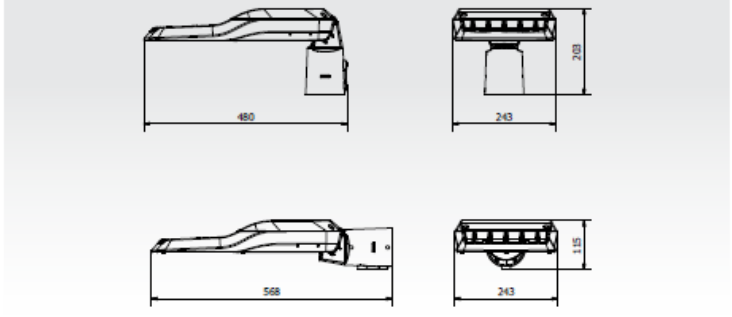
Imagen 10.Muestra de Luminaria. 3SLCS

Departamento Técnico **SLCS I TALEDE PLUS** Rev. ESP 08.2020

GDS LIGHTING

Ficha Técnica de Producto

Street





SLCS I TALEDE PLUS ESPECIFICACIONES GENERALES	
Aplicaciones	Alumbrado público
Óptica	PMMA lentes multicapa
Temperatura de color	**2**: Blanco Cálido 3.000K; **8**: Blanco Neutro 4.000K; A petición: **5**: Blanco Cálido 2.700K, **9**: Blanco Extra Cálido 2.200K, **1**: Blanco Frío 5.000K
IRC y uniformidad de color (SDCM)	Min. 70, bajo pedido 80 Diferencia de color entre dispositivos Max. 4 pasos MacAdam
Seguridad fotobiológica	Grupo exento
Clase de aislamiento	Clase II, Clase I bajo pedido
Indice de protección	IK08, IK09 bajo pedido
Grado IP	IP66
Cableado	Conexiones internas - apertura sin heramientas a petición
Superficie proyectada al viento	0,04 m²
Posición de uso	Universal
Dimensiones	480x243x203 mm
Peso	4,5 Kg
ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS	
Voltaje nominal - Frecuencia	220-240 V 50/60 Hz
Factor de potencia	> 0,97 (100% carga)
Tecnología de control	1-10V, Sistema de atenuación automática con 5 intervalos "Medianoche virtual", función CLO y DALI-2; Zhaga 18 bajo pedido
Protección de sobretensión	10kV modo diferencial, 10kV modo común, SPD 5kA bajo pedido
Vida útil (Tamb -10°C a 40°C)	L90 B10 > 100.000 horas
MATERIALES	

10.3. CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS

10.3.1. VÍAS VEHICULARES

Los criterios que se deben tener en cuenta para asignar una clasificación de iluminación están asociados a las características de las vías, siendo las principales: la velocidad de circulación y el número de vehículos. Toda vía caracterizada con estas dos variables se les asignará un tipo de iluminación conforme a la siguiente tabla

Tabla 28.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

Otros factores a tener en cuenta son la complejidad de la circulación, controles del tráfico tipos de usuarios de las vías y existencia de separadores. En tal sentido y por criterios de uso racional y eficiente de energía, una vía podrá disponer, en ciertas horas, de un alumbrado con clasificación inferior a la resultante de la aplicación de la Tabla 1, utilizando la Tabla 2.

En el mismo sentido y de conformidad de las condiciones de control de tráfico y de existencia de separación de diferentes usuarios en la vía, también podrá usarse una clase de iluminación diferente. Las condiciones para disponer de dos clases de iluminación en una vía o su cambio como criterio inicial de diseño se establecen en la Tabla 2. Adaptada de la tabla 1 de la NTC 900.

Tabla 29.Variación en las Clases de Iluminación por Tipo de Ví

Descripción de la vía	Tipo de iluminación
Vías de extra alta velocidad, con calzadas separadas exentas de cruces a nivel y con accesos completamente controlados (Autopistas expresas). Con densidad de tráfico y complejidad de circulación[1]:	
Alta T>1000(Veh./h)	M1
Media 500< T<1000 (Veh. /h)	M2
Baja T< 500 (Veh. /h)	M3
Vías de extra alta velocidad, vías con doble sentido de circulación. Con control de tráfico [2] y separación [3] de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M1
Suficiente	M2
Vías más importantes de tráfico urbano, vías circunvalares y distribuidoras. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M2
Bueno	M3
Conectores de vías de poca importancia, vías distribuidoras locales, vías de acceso a zonas residenciales, Vías de acceso a propiedades individuales y a otras vías conectoras más importantes. Con control de tráfico y separación de diferentes usuarios de la vía:	
Escaso	M4
Bueno	M5

Notas:

- La complejidad de la vía se refiere a su infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales. Se deben considerar los siguientes factores: número de carriles, inclinación, letreros, señales, entradas y salidas de rampas. Se debe tener en cuenta que las intersecciones viales y otros sitios de tráfico complejo se analizan separadamente.

- Control de tráfico se refiere a la presencia de avisos y señales, así como a la existencia de regulaciones. Los métodos de control son semaforización, reglas y regulaciones de prioridad, señales, avisos y demarcaciones de la vía. La presencia o no de estos controles es lo que determina que sean escasos o suficientes.
- La separación puede ser por medio de carriles específicos o por normas que regulan la restricción para uno o varios de los tipos de tráfico. El menor grado se recomienda cuando existe esta separación.
- Los diferentes tipos de usuarios de la vía, son: automovilistas (en vehículos veloces o lentos), motoristas de vehículos pesados y lentos (camiones), vehículos grandes y lentos (buses) ciclistas, motociclistas y peatones.

Además, se debe tener en cuenta la geometría de la vía (rectilínea, curva, número de carriles de circulación, reglas de tránsito, superficie de la vía, guías visuales), así como los puntos particulares que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles etc.).

En principio, todas las vías que respondan de similar manera a los criterios definidos anteriormente, pueden ser iluminadas de manera idéntica. En consecuencia, las vías se pueden agrupar en varios conjuntos que respondan a un mismo tipo de iluminación en función de los fines perseguidos, diferentes para cada uno de ellos, pero bien caracterizados para un mismo conjunto.

10.3.2. VÍAS PARA TRÁFICO PEATONAL Y CICLISTAS.

La iluminación de estas áreas debe garantizar que los peatones y ciclistas 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 3 se presentan las siete clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales.

Tabla 30.Clases de Iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y 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

Las clases de alumbrado establecidas en la Tabla 30., consideran las necesidades asociadas a toda la superficie utilizada, es decir, la superficie de la acera y de la calzada, en caso que exista.

Cuando se haya establecido que en determinadas zonas se ha incrementado o se pueda incrementar la criminalidad o resulte necesaria la identificación de las personas, objetos u obstáculos, la clase de iluminación podrá ser uno o dos grados superior a la resultante de aplicar la tabla.

10.4. CLASES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL USO Y TIPO DE VÍA

En concordancia con el concepto de crear espacios de convivencia ciudadana garantizando la seguridad, los niveles recomendados por las normas nacionales e internacionales han sido ajustados a valores, que satisfacen los requerimientos particulares del país. Igualmente, estos valores se presentan para cada tipo de vías y áreas asociadas en rangos coherentes a los criterios de diseño, que ofrecen flexibilidad en el diseño y aplicación para cada caso específico, a la vez que armonizan en el contexto urbanístico.

Para la adecuada identificación de cada espacio en la vía, es necesario atender los perfiles típicos de vías que tiene aprobado en el POT cada municipio.

En los sistemas de alumbrado público existentes que hagan uso de la infraestructura de red eléctrica de uso general, sobre los cuales se requiera realizar ajustes para cumplir con los niveles de iluminación y coeficiente de uniformidad exigidos en el presente reglamento, se deberán modificar la luminaria y/o la potencia de la fuente, así como la forma y longitud del brazo.

Cuando el Operador de red o propietario de la infraestructura de la red de uso general realice la remodelación, deberá realizar el diseño y adecuación de dichas redes considerando el cumplimiento de las exigencias del servicio de alumbrado público de conformidad con el presente reglamento.

10.5. REQUISITOS DE ILUMINACIÓN MANTENIDOS PARA VÍAS VEHÍCULARES.

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 31., para luminancia, cuando este es el criterio aplicado. Los valores son para piso seco.

Tabla 31.Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la iluminación 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/m²) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_o Mínimo	Incremento de umbral TI % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_l 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

Se podrán hacer diseños con base en criterio de iluminancia para las vías consideradas en la tabla 32.

Tabla 32. Valores mínimos mantenidos de iluminación promedio (lx) en vías motorizadas

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes]			Uniformidad de la Iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	E_{min} /E_{prom} (%)
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

En áreas críticas que pertenezcan a vías vehiculares se deberán aplicar los criterios y clases de iluminación según la tabla 33

Tabla 33. Clases de Iluminación en áreas de vías vehiculares

Área crítica		Clase de iluminación del área crítica(C) según clase de la vía a la que pertenece (M)
Pasos subterráneos		C(N) = M(N)
Intersecciones, cruces, rampas, puentes, entradas a divergencias o convergencias, áreas con ancho de carriles restringidos		C(N) si M(N)
Cruces ferroviarios	Simples	C(N) si M(N)
	Complejos	C(N-1) si M(N)
Glorietas sin señalización	Grandes	C1
	Medianas	C2
	Pequeñas	C3
Área vehicular en fila de espera (p.ej. Aeropuertos, terminales de transporte, entre otros)	Grandes	C1
	Medianas	C3
	Pequeñas	C5
TÚNELES		seguir recomendaciones de la norma CIE 88

Es necesario resaltar que los valores anteriores se calculan para condiciones estables de funcionamiento a través del tiempo de vigencia del proyecto, con excepción del TI que solamente se calcula y verifica para la condición inicial del proyecto.

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).

10.6. GUÍAS DE VISIBILIDAD EN VÍAS DE VELOCIDADES ELEVADAS

En las carreteras, donde se circula a velocidades elevadas, generalmente superiores a los 60 km/h la iluminación a plantear se concentra más en proveer la dirección del camino a manera de guía visual, que en proporcionar una gran cantidad de luz sobre la calzada. Debe resolver de manera secundaria el problema de ver obstáculos fijos o móviles que aparecen eventualmente. El conductor verá los obstáculos como siluetas, pues generalmente el contraste resulta negativo (el obstáculo se ve más oscuro que el fondo).

Al utilizar adecuadas guías visuales en la vía se pueden reducir sus niveles de iluminación, sin disminuir la seguridad, lográndose con ello un uso racional de la energía. Las guías de visibilidad resultan muy útiles en el delineamiento de la vía para seguridad del conductor en particular cuando se trata de vías periféricas, vías en zonas de alta contaminación atmosférica o con presencia permanente de neblina. El diseñador del alumbrado público puede contar en la actualidad con modelos de distribución en perspectiva (modelos 3D estandarizados) para garantizar que el observador no confundirá la vía aún en trayectos donde las curvas de nivel del terreno propicien tal confusión.

Las guías de visibilidad realizadas con el diseño de iluminación son una parte de las guías visuales totales. Para ello, la vía debe contener señales continuas, generalmente en pintura directa sobre la vía, que definen el límite entre la vía y la berma del camino, otras líneas para diferenciar los carriles, igualmente una doble línea para separar las calzadas en dirección contraria. Estas guías se tornan continuas en los tramos curvos y cambia de color (por ejemplo, de blanco a amarillo) en los tramos donde la vía ofrece algún riesgo adicional.

Hay en la actualidad muchos otros elementos constitutivos de las guías de visibilidad de las carreteras o vías donde los alrededores no están iluminados y se encuentran referenciados en el Manual de Señalización Vial de INVIAS. Muchas de ellas son en pinturas claras o reflectivas, en alto relieve o en colores de alto contraste (amarillo y negro). El Manual de Señalización Vial de INVIAS establece señalización vertical, señalización horizontal y señales de guía, delineadores de piso, especificación técnica de construcción de señales, capta faros (ojos de gato).

10.7. LOCALIZACIÓN DE LUMINARIAS

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 interdistancia 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, cicloparqueos, etc.).

Las interdistancias 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 demasiada onerosa comparada con el sobrecosto que representa el incremento del servicio de alumbrado público, etc.

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

a. Escoger la luminaria más apropiada.
b. calibrar el reglaje de la luminaria para aumentar su dispersión.
c. Aumentar la inclinación de la luminaria (pasando de 0º hasta 20º).
d. Utilizar brazos con mayor longitud y por tanto de mayor alcance.
e. Aumentar la longitud del brazo para que el avance de la luminaria sobre la calzada sea mayor.

10.8. CONFIGURACIONES BÁSICAS DE LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE ILUMINACIÓN

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 34. 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	

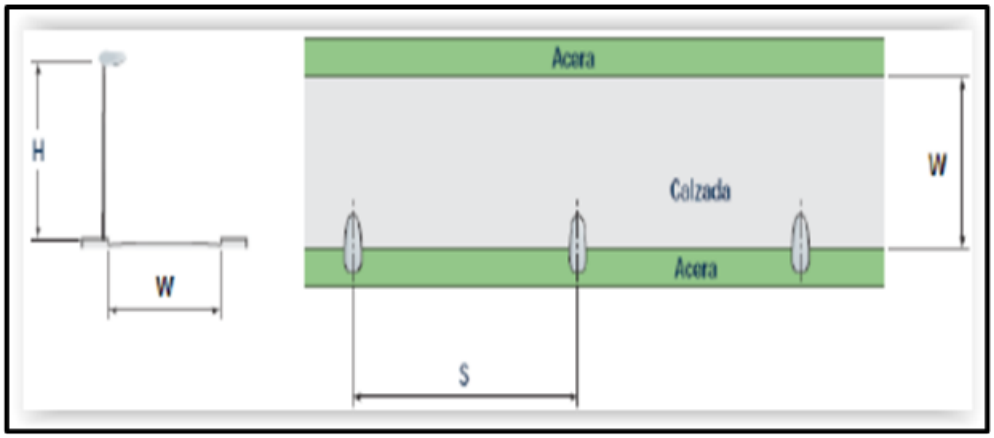
Postes exclusivos de alumbrado público de doble propósito. Debido a la disposición multipropósito de

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.

10.8.1. 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, interdistancia y menor potencia eléctrica requerida.

Imagen 11.Disposición Unilateral

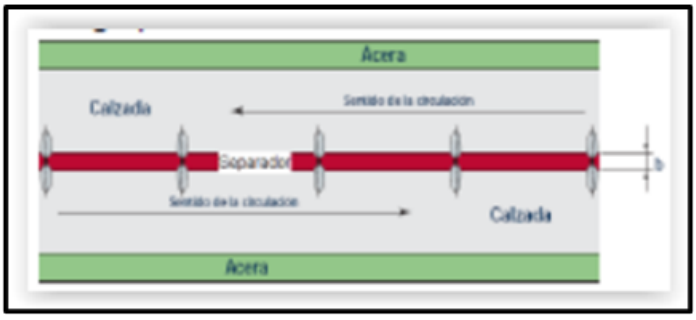


Diseños por encima de 20º de elevación no son recomendables porque pueden terminar iluminando las fachadas del frente y generando polución luminosa).

10.8.2. CENTRAL DOBLE.

Donde los carriles de circulación en una dirección y otra se encuentran separados por un pequeño separador que no debe ser menor de 1,5 m de ancho. Se logra una buena economía en el proyecto si los postes comparten en el separador central a manera de dos disposiciones unilaterales. Esta manera de agrupar las luminarias se denomina central sencilla.

Imagen 12.Disposición Central Doble

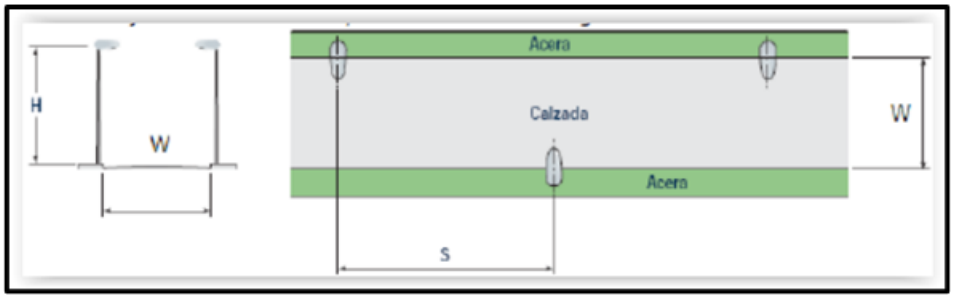


10.8.3. BILATERAL ALTERNADA.

Cuando la vía presenta un ancho W superior a la altura de montaje hm de las luminarias (1.0 < (W/hm) < 1,50), se recomienda utilizar luminarias clasificadas como Tipo II de la IESNA ó de dispersión media en el modelo de la CIE. Es claro que la anterior frase no obliga al diseñador a utilizar luminarias Tipo II de manera exclusiva, pues la presente norma es del tipo de resultados y no de materiales a utilizar en un diseño.

También es conveniente utilizar la disposición bilateral alternada en zonas comerciales o de alta afluencia de personas en la noche, para iluminar las aceras y las fachadas de las edificaciones frente a la calzada y crear de esta manera, un ambiente luminoso agradable.

Imagen 13.Disposición Bilateral Doble



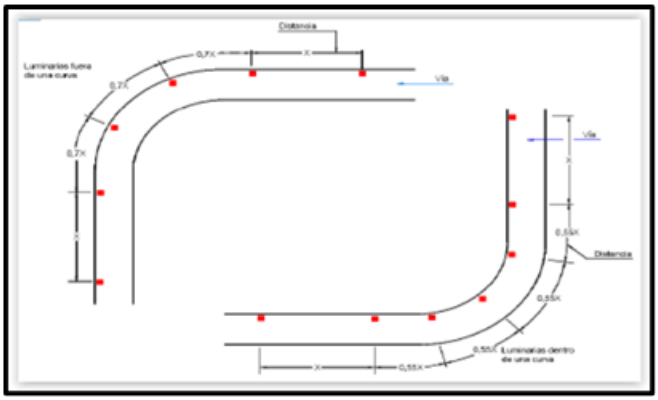
10.8.4. CASOS ESPECIALES DE DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS.

En sitios críticos como bifurcaciones, curvas, cruces a nivel etc. Se debe reforzar la iluminación y cumplir con las especificaciones fotométricas exigidas para cada sitio. El diseñador debe tener en cuenta las condiciones del tránsito automotor, la importancia relativa de las vías, la localización de monumentos, los obstáculos existentes, las señales de tránsito etc.

Las recomendaciones que se dan a continuación no constituyen una solución definitiva para cada caso particular.

a) **Disposición en curvas.** El trabajo visual del conductor en las curvas se aumenta, por lo que en curvas leves (entre 0° y 30°) se debe reducir la interdistancia básica a 0,90S en el trayecto de entrada o salida de la curva (normalmente comprende 100 a 200 m para velocidades de circulación de 60 ó 75 km/h respectivamente) y a 0,75S en el trayecto mismo de la curva (donde se ha trazado la vía con un radio dado).

Imagen 14.Disposición de luminarias en trayectos curvos



Se considera que un tramo es realmente curvo, cuando el radio de curvatura del trazado de la carretera sobre su eje es mayor a 300 m.

Cuando se trata de curvas más pronunciadas (entre 30° y 90° y radio inferior a 300 m) la interdistancias se reduce hasta 0,70S, cuando las luminarias se encuentran instaladas en la acera exterior de la curva.

Si se encuentran en la acera inferior, esta reducción va hasta 0,55S. La disposición de las luminarias debe ser preferencialmente en el andén exterior de las curvas, con el fin de mantener una guía visual más

estable, se deben usar distribuciones de luminarias del tipo unilateral ó bilateral opuesta. Así mismo, se debe evitar el uso de la distribución bilateral alternada, porque puede causar confusión respecto a la forma del camino.
En este caso, la iluminación debe prestar una eficiente labor de señalización vial.

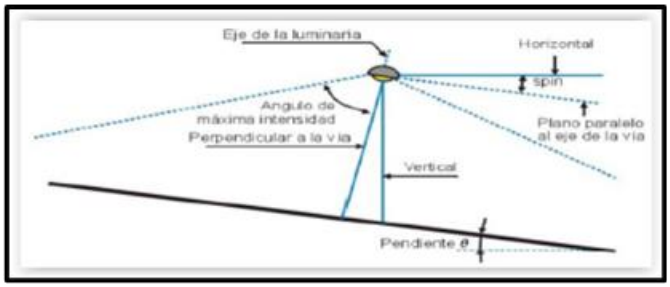
Otra distribución que debe evitarse es cambiar el sentido de la distribución unilateral al entrar a una curva y dejar luminarias justo al frente de la prolongación de la vía. Esto retarda la percepción de la curva por parte del conductor y aumenta la posibilidad de un accidente.

b) **Disposición en calzadas con pendiente.** Cuando las luminarias están localizadas en calzadas en pendiente, se recomienda orientarlas de tal manera que el rayo de luz en el nadir sea perpendicular a la vía. El ángulo de giro formado entre el brazo y la luminaria, se denomina Spin y debe ser igual al ángulo de inclinación de la víaθ. Esto asegura máxima uniformidad en la distribución de la luz y reduce el deslumbramiento de una manera eficaz.

Igual que en las curvas, el trabajo visual del conductor en una calzada en pendiente se aumenta. Se considera que una calzada está en pendiente, como para variar las condiciones de iluminación, cuando ésta excede los 3° por debajo de este valor, se considera la iluminación como un trayecto plano.

Al igual que en los trayectos curvos, los primeros 100 ó 200 m (dependiendo de la velocidad de circulación) al entrar a una sección de la calzada en pendiente, el diseñador debe reducir la interdistancias a 0,90S. En la cima, unos 100 ó 200 m antes y después, dependiendo de la velocidad de circulación, la interdistancias se reduce paulatinamente hasta llegar a 0,70 S. Ver la imagen 16.

Imagen 15.Disposición de Luminarias en calzadas con pendiente



Los postes, en estos trayectos en pendiente, deberán permanecer verticales e independientes de la inclinación de la calzada.

Si un trayecto de la calzada es inclinado y además es curvo, los postes o apoyos de las luminarias deben ubicarse detrás de las barreras protectoras o naturales que existan, con el fin de evitar accidentes de tránsito y reducir sus complicaciones, cuando se produzcan.

10.9. CRITERIOS DE DISEÑO

En los diseños fotométricos de los proyectos de alumbrado público, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos y conceptos generales, según se aplique:

a) Se debe realizar el levantamiento de la infraestructura de alumbrado público existente (postes, luminarias, canalizaciones, transformadores, etc.), con el fin de determinar su continuidad, su retiro parcial o total, su reubicación o modificación, así como de integrarla con el nuevo proyecto para evitar la duplicidad de infraestructura de alumbrado público. Al efecto, se deberá evaluar la influencia de la iluminación existente que permanezca y la infraestructura aprovechable. En los casos de retiro, se deben relacionar las cantidades en las memorias del proyecto y en los planos definitivos, la

identificación (rótulo) de cada luminaria que se eliminará o se reubicará. Esta información se debe consignar también en las actas de entrega de obra.

b) En los casos en que se considere necesario alterar o restringir los parámetros para el diseño fotométrico (potencias de luminarias, niveles de iluminancia/luminancia, alturas de montaje de luminarias, condiciones especiales en el espacio público y su amoblamiento, modulación arquitectónica, accidentes geográficos, restricciones por la interferencia con líneas eléctricas de alta tensión, canales, ductos de servicio público, edificaciones, puentes, entradas vehiculares a supermercados, parqueaderos, estaciones de servicio, etc.), el diseñador debe registrar en el proyecto de tales situaciones.

c) El diseño fotométrico debe concatenarse con los diseños de espacio público, de urbanismo y paisajismo, haciendo claridad en que la calidad y la cantidad de la iluminación deben prevalecer, pero manteniendo armonía con la modulación del espacio público y la ubicación del mobiliario urbano.

d) En lo posible y dependiendo de la magnitud de la obra, se debe disponer como mínimo de tres alternativas de diseños fotométricos utilizando luminarias certificadas de diferentes marcas. Los planos de los diseños fotométricos deben entregarse debidamente identificados y avalados por el responsable de su elaboración.

   Con el propósito de garantizar el manejo de intersecciones y transiciones en los cambios de perfil, no se deberá aceptar la presentación de los proyectos fotométricos en tramos o perfiles típicos, sino que se deben desarrollar en su totalidad, permitiendo reflejar las cantidades de obra del proyecto.

   Los cálculos fotométricos se deberán realizar para cada tipo de perfil de vía y en las zonas críticas.
   En caso de presentarse modificaciones posteriores, se deberá indicar la versión y la fecha de actualización.

e) Como resultado del diseño fotométrico, se debe especificar en forma escrita en las memorias de cálculo y gráficamente sobre los planos de diseño fotométrico los siguiente: la altura de montaje, perfil de la vía (ancho de andenes, calzadas, ciclo rutas, etc.), interdistancias, inclinación, posición de bombilla y avance de la luminaria.

   Se debe dar claridad en lo que respecta al ángulo de inclinación del conjunto brazo-luminaria (conjunto óptico) y su avance total. Así mismo, anexar la matriz de intensidades certificada con la cual se realizan los cálculos, se debe indicar la posición (reglaje) de la bombilla a la cual corresponden. La información antes descrita de los estudios y diseños fotométricos de la alternativa seleccionada debe consignarse también en los planos eléctricos. Toda la anterior documentación se deberá usar en las labores de construcción, interventoría e inspección por parte de los organismos acreditados.

f) Las zonas peatonales deben iluminarse en lo posible con las mismas luminarias que iluminan las vías. La utilización del sistema doble propósito o doble luminaria para la iluminación de calzadas y de manera simultánea ciclo rutas, andenes y demás áreas peatonales, se debe aplicar sólo cuando los niveles calculados obtenidos por la influencia de las luminarias dispuestas para la calzada no sean suficiente, lo cual deberá demostrarse y soportarse con cálculos fotométricos o con mediciones de campo. Así mismo, no se deberán proyectar luminarias hacia los andenes en sistema doble o doble propósito, cuando éstos sean de ancho igual o inferior a 3 m o se presente interferencia con edificaciones, árboles, etc.

g) Cuando exista o se proyecten vías con separadores con un ancho mayor o igual a 1,5 metros, deberá darse prioridad al diseño con disposición central doble, sin detrimento de la cantidad y la calidad de la iluminación de las áreas peatonales, ciclo rutas y demás áreas en los andenes, garantizando el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad de los postes al sardinel, que debe ser de 0,6 m.

   En los separadores se deberán utilizar postes con doble luminaria a menos que el ancho del separador

sea mayor de 4 m u otros factores debidamente justificados obliguen a la instalación de doble fila de postes con luminarias sencillas.

h) En lo referente a la proyección de arborización o coexistencia con árboles, deben considerarse distancias mínimas a los postes de alumbrado público, dependiendo del porte de los árboles proyectados o existentes, con el fin de evitar la interferencia futura del follaje con la distribución del flujo luminoso.

i) En las intersecciones viales grandes y complejas como glorietas y puentes vehiculares a diferentes niveles, o en plazas y otras áreas de gran extensión, se deberá considerar la conveniencia de instalar luminarias o proyectores para fuentes de sodio de alta presión y potencias grandes, en postes de 16 m a 27 m para lograr una iluminación general, y comparar con alternativas que usen postes de menor altura y fuentes de menor potencia con instalación localizada o puntual. Para estos efectos, es importante verificar todos los aspectos: técnicos, arquitectos, sociales y económicos (costos iniciales, de operación: mantenimiento y consumo de energía y de reposición), sin desconocer aspectos prácticos como las facilidades de acceso al mantenimiento periódico (sustitución de componentes, limpieza del compartimiento óptico, pintura, etc.) y la confiabilidad del sistema seleccionado.

j) Para poder tener referentes de comparación entre las distintas propuestas, el diseñador debe realizar la evaluación y comparación técnica y económica para una vida útil de 30 años, comparando al menos tres alternativas de los equipos de iluminación.

k) Para la comparación el diseñador debe establecer las cantidades definitivas totales de obra civil (cajas de inspección, canalizaciones, etc.) y eléctrica (postes, bombillas, luminarias, conductores, empalmes, etc.) asociadas exclusivamente al proyecto de alumbrado público, tomando precios de referencia establecidos por la CREG en la metodología de costos máximos del servicio de alumbrado público o los del mercado cuando estos sean menores.

   El valor de las luminarias deberá corresponder con el precio ofertado y las consideraciones sobre ajuste si existen para el periodo de evaluación, y estará soportado con el compromiso de suministro por parte del comercializador o fabricante.

   Además de los costos iniciales de materiales, equipos y mano de obra, la evaluación debe contemplar los costos anuales de operación (mantenimiento y consumo de energía eléctrica, incluyendo las pérdidas) y el valor de salvamento de la infraestructura en el horizonte analizado.

   Para efectos de trazabilidad del proyecto se deberá dejar memoria, sobre las reuniones de carácter interinstitucional realizadas para definir criterios y lineamientos específicos para los estudios y diseños fotométricos.

   Los proyectos Tipo A y Tipo B, pueden presentar una sola alternativa, la cual no podrá contener costos por encima de los valores determinados en la metodología expedida por la CREG.

Topología de la Red Eléctrica

Los circuitos de baja tensión dedicados exclusivamente al alumbrado público, como en avenidas, parques y grandes áreas, deben cumplir los siguientes requisitos:

a) Alimentarse con transformadores exclusivos.

b) Los transformadores alimentados de redes trifásicas deben tener salida secundaria del tipo trifásico tetrafilar de 380/220 V,

c) Para sistemas de redes primarias monofásicas deben tener salida secundaria del tipo monofásicos trifilar 480/240 V.

d) Deben ser potencias estandarizadas de transformadores que faciliten su adquisición y cada transformador de uso exclusivo de alumbrado público no debe ser mayor a 75 KVA,

e) Transformadores de potencias mayores a 5 KVA deben llevar asociado un equipo de medida, que permita tener control real de la energía consumida en el alumbrado público.

f) En sectores residenciales y pequeños comercios, la red eléctrica de distribución en baja tensión podrá ser compartida con las instalaciones de alumbrado público y la tensión de alimentación será la tensión fase nominal de la red (usualmente 208 V).

g) En los circuitos de iluminación compartidos con redes de uso general, se puede usar la tensión propia de la red 208/120 ó 220/127 Voltios, o monofásico 240-120 voltios.

h) En estos casos los Operadores de Red deben considerar, en sus normas de construcción condiciones especiales de las estructuras de soporte de la red, como la separación, características mecánicas para soporte de cables, brazos, luminarias y demás herrajes, distancias de seguridad.

   En las interdistancias (vanos de los cables de las redes eléctricas, se debe dar cumplimiento a los parámetros de iluminación de la vía, con los niveles de iluminancia mínimos promedio mantenidos y coeficientes de uniformidad exigidos en el presente reglamento.

i) Los Operadores de Red en sus normas de construcción de redes en vías intermedias y locales, con clases de iluminación M3, M4 y M5, deben contemplar la localización de estructuras con base en estudios fotométricos, usando la información de luminarias certificadas con bombillas de las potencias usualmente utilizadas y eficacias lumínicas no menores a las establecidas en el presente reglamento. El estudio debe comparar la información certificada de por lo menos tres tipos de luminarias. La separación de estructuras seleccionada debe ser la de la alternativa más económica en la vida útil del proyecto, teniendo en cuenta los criterios definidos en el presente reglamento. La ubicación definitiva de la estructura no debe estar por fuera de la interdistancia óptima en más o menos el 15%.

j) Las autoridades municipales, como responsables del servicio de alumbrado público, manejo del espacio público y responsables primarios de la prestación del servicio público de energía deben exigir el cumplimiento de esta normatividad de separación máxima de los postes en la construcción de las nuevas redes eléctricas de uso general, en los cascos urbanos y podrán exigir la modificación de las mismas en el caso de incumplimiento.

k) La característica de diseño como circuito aéreo o subterráneo dependerá básicamente de las disposiciones de ordenamiento municipal, las cuales deben ser atendidas por quienes desarrollen los proyectos de alumbrado público.

10.9.1. ILUMINACIÓN DE OTRAS ÁREAS DEL ESPACIO PÚBLICO.

El Decreto 1504 de 1998 de manejo del Espacio público en los planes de ordenamiento territorial, contempla otros elementos constitutivos del espacio público tales como: Áreas para la conservación y preservación de las obras de interés público y los elementos urbanísticos, arquitectónicos, históricos, culturales, recreativos, artísticos y arqueológicos; las cuales pueden ser monumentos nacionales, murales, esculturas, fuentes ornamentales, escenarios deportivos, escenarios culturales y de espectáculos al aire libre, túneles, etc.

No todos los espacios públicos, definidos en el Decreto 1504 de 1998 reglamentario de la Ley 388 de 1997, están contemplados para ser iluminados con cargo al servicio de alumbrado público; pero esto no implica que no necesitan ser iluminados. El servicio de alumbrado público está reglamentado en el Decreto 2424 de julio 18 de 2006.

10.9.2. CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

La contaminación lumínica se define como la propagación de luz artificial hacia el cielo nocturno.

Igualmente se tiene contaminación luminosa al iluminar espacios que no se requieren iluminar. La contaminación lumínica es producto de un diseño o montaje inadecuado; por lo que la solución se debe dar desde la etapa de diseño de los proyectos.

La contaminación lumínica puede presentar el riesgo de cambios fisiológicos que alteran las condiciones de visión, debido a la necesidad de adaptación del ojo a la iluminación artificial. Este riesgo es mayor para las futuras generaciones en razón a la mayor exposición e incorporación de la luz artificial a la vida cotidiana, por lo que se deben tomar medidas tendientes a su mitigación.

Debe distinguirse el brillo natural, atribuible a la radiación de las fuentes u objetos celestes y a la luminiscencia de las capas altas de la atmósfera, del resplandor luminoso debido a las fuentes de luz artificial. En este último caso, tienen que considerarse las emisiones directas hacia arriba de diversas fuentes de luz artificial, así como la radiación reflejada por las superficies iluminadas por dichas fuentes de luz.

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica, da lugar a que se incremente el brillo del fondo natural del cielo, dificultando las observaciones astronómicas de los objetos celestes. La limitación del resplandor luminoso nocturno significa reducción de la emisión de luz hacia arriba, que no resulta útil en el alumbrado de vías, lo que implica mayor eficiencia energética en la instalación.

10.9.3. ORÍGENES DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

La contaminación lumínica puede originarse por:

a) La utilización de luminarias con globos sin reflector ó proyectores y luminarias que no controlan el flujo luminoso por encima de la horizontal.

b) La inadecuada distribución del flujo luminoso de las luminarias en especial las ornamentales y proyectores.

c) La falta de control sobre la iluminación decorativa en edificios, (anuncios publicitarios mal diseñados e instalados e inadecuados diseños de luminarias ornamentales.)

d) La reflexión de las vías y de los elementos que hacen parte del mobiliario urbano.

La contaminación lumínica puede manifestarse de diversas formas que pueden clasificarse dentro de cuatro categorías:

a) **Intrusión Lumínica:** Se produce cuando la luz artificial procedente de las luminarias entra por las ventanas invadiendo el interior de las viviendas, modificando el entorno doméstico y provocando trastornos de las actividades humanas.

b) **Difusión de Luz hacia el Cielo:** Se produce por la difusión de la luz por parte de las moléculas del aire y del polvo en suspensión. Esto produce que parte del haz sea desviado de su dirección original y acabe siendo dispersado en todas las direcciones, en particular hacia el cielo.

c) **Deslumbramiento:** Se produce cuando las personas que transitan por la vía pública, pierden la percepción visual; y es ocasionada por exceso o carencia de luz. Este efecto es especialmente peligroso para el tráfico vehicular, dado que puede producir accidentes.

d) **Contraste:** La visibilidad de un objeto situado sobre un fondo, depende de la diferencia de las luminancias entre el objeto y el fondo.

Un objeto claro sobre fondo oscuro, traerá un contraste positivo (valor entre 0 e infinito),

Si Lo > Lf C > 0 contraste positivo (objeto más claro que el fondo)

En cambio, un objeto más oscuro que su fondo, traerá un contraste negativo (variando entre 0 y –1).

Si Lo < Lf C < 0 contraste negativo (objeto más oscuro que el fondo).

10.9.4. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA.

a) Despilfarro de energía eléctrica, que ocasiona mayores costos y afectación al ambiente por mayores emisiones de gases. No se debe confundir con dejar las vías con una iluminación deficiente; al contrario, las acciones llevadas a cabo para reducir la contaminación lumínica deben llevar asociadas una mejora de la calidad de la iluminación en los ambientes requeridos.

b) Inseguridad vial y molestias visuales, producto del deslumbramiento, cuando los artefactos están mal orientados.

c) Efectos medioambientales en el ecosistema urbano: La vida de los animales, huyen de las ciudades para encontrar oscuridad. La fotosíntesis y el crecimiento de las plantas se desequilibra pudiendo producir envejecimiento prematuro de algunas especies.

   Para mitigar estos efectos en el caso de alamedas en rondas de ríos o en humedales, quebradas y canales distantes de vías vehiculares iluminadas, deben utilizar fotocontroles temporizados para interrumpir el servicio de tal forma que las luminarias se enciendan durante un período de tiempo que satisfaga las necesidades de los usuarios y luego se apaguen -para preservación de las especies.

d) Efectos sobre el ritmo biológico de las personas: Los ritmos circadianos (de vigilia y de sueño) son los más afectados por la exposición a la luz, trastornos de la personalidad, insomnio, depresión y estrés se incrementan por un uso inadecuado de iluminación.

e) Intromisión en la vida privada de las personas o sea la invasión de luz proveniente del exterior en los espacios privados, que penetra a través de las ventanas y provoca molestias, por iluminación dirigida a fachadas y ventanas y no hacia el piso.

f) Pérdida de percepción de estrellas y astros. Impedimento para las observaciones astronómicas.

10.9.5. Como minimizar el Impacto de la Contaminación Lumínica.

Para minimizar el impacto de la contaminación lumínica se hacen las siguientes recomendaciones:

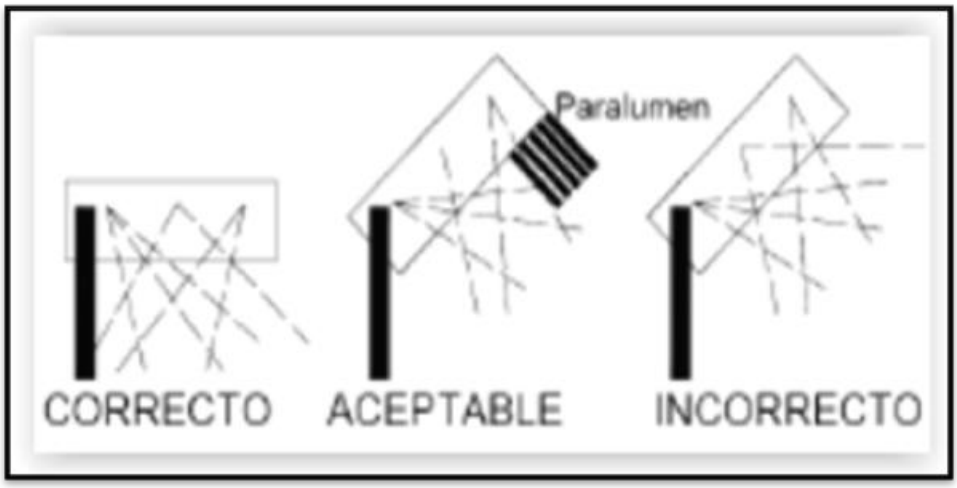
a) El conjunto óptico de las luminarias de alumbrado público no podrá tener un ángulo de inclinación mayor de 20º con respecto a la horizontal. Por ello antes de determinar la inclinación del soporte de la luminaria se debe conocer la inclinación del conjunto óptico, cuando la luminaria se encuentra en posición horizontal.

b) Al emplear en alumbrados peatonales, los faroles artísticos, aparatos históricos, etc., estos deben estar provistos de bloque óptico, de forma que al tiempo que se controla la emisión de luz en el hemisferio superior, se aumente el factor de utilización en el hemisferio inferior.

c) Utilizar luminarias y proyectores que dirijan el flujo lumínico hacia el área a iluminar y para ello la distribución de su flujo luminoso deberá ser la adecuada para obtener la máxima eficiencia energética de la instalación.

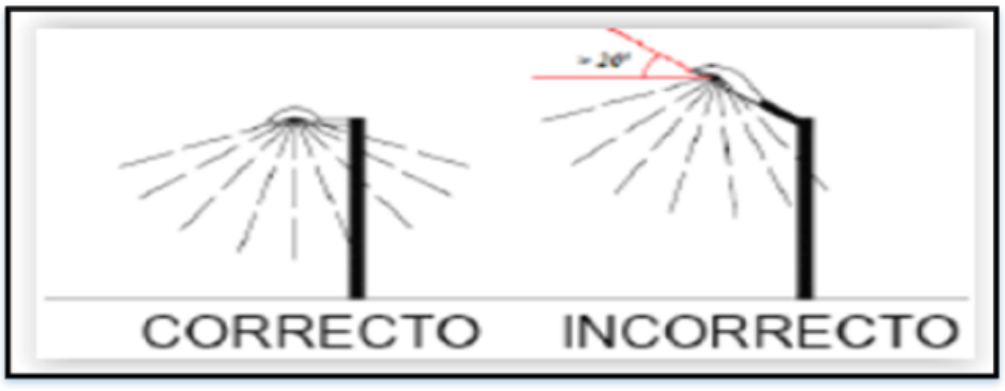
d) Controlar la iluminación en el alumbrado de monumentos, parques deportivos y edificios administrativos, oficiales y gubernamentales. En el caso de proyectores, además de cuidar con esmero su apuntamiento, se debe prever la instalación de rejillas para lúmenes y otros dispositivos que controlen la dirección del flujo luminoso emitido, reduciendo el deslumbramiento y la contaminación luminosa.

Imagen 16.Control de flujo luminoso de proyectores



e) Utilizar luminarias o soportes de luminarias que controlen el flujo luminoso enviado por encima de la horizontal, de tal manera que el conjunto óptico no quede con un ángulo de inclinación mayor de 20º con respecto a la horizontal.

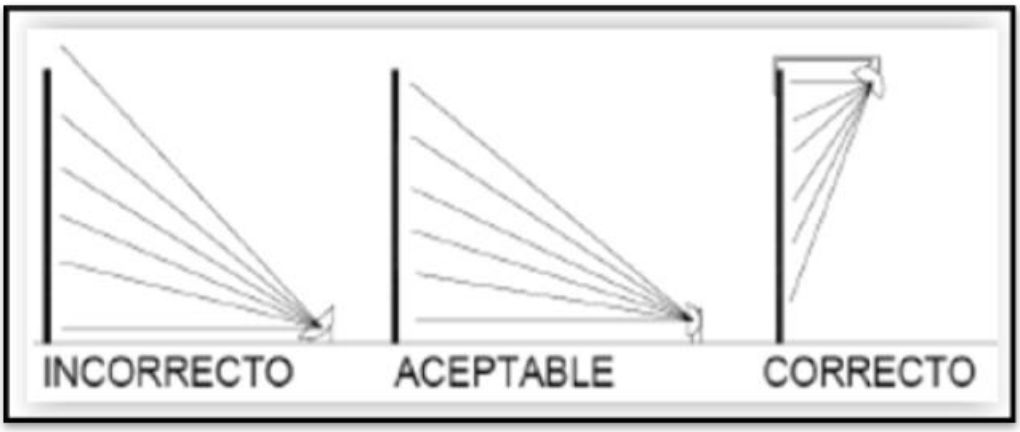
Imagen 17.Ángulo de inclinación de las luminarias



f) En los proyectores empotrados en el piso, utilizar rejillas antideslumbrantes y reflectores capaces de controlar con precisión la emisión lumínica.

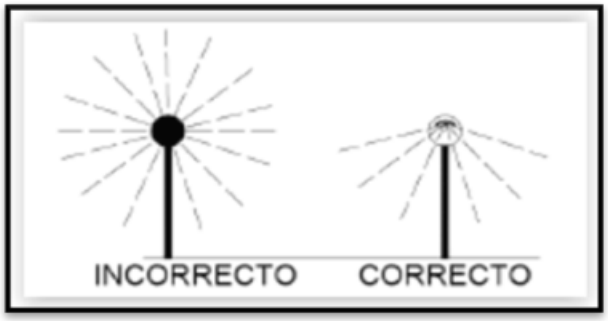
g) Dirigiendo la luz en sentido descendente y no ascendente, siempre que sea posible, especialmente en iluminación de fachadas y monumentos.

Imagen 18.Ángulo de inclinación de las luminarias para proyectores en fachadas



h) Eliminando las luminarias en forma de globo que no tengan reflector.

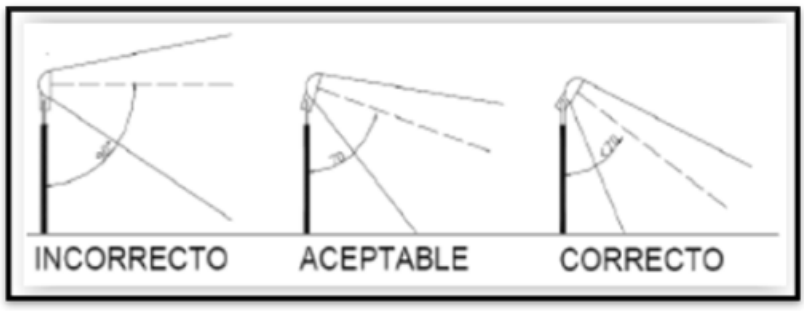
Imagen 19..Control de flujo luminoso de luminarias esféricas o globos



i) Utilizando los criterios de deslumbramiento indicados en la Norma CIE-115; es decir dirigiendo hacia abajo el haz de los rayos, manteniéndolos por debajo de 70°.

Si se eleva la altura de montaje, debería disminuirse el ángulo de haz luminoso.

Imagen 20.Ángulo de inclinación de proyectores



j) Utilizar pavimentos con un coeficiente de luminancia medio o grado de luminosidad Qo lo más elevado posible y cuyo factor especular S1 sea bajo.

La luminosidad del pavimento de una calzada está estrechamente relacionada con las propiedades fotométricas del mismo y en concreto, con el coeficiente de luminancia medio Qo del pavimento, de forma que cuanto más elevado es dicho coeficiente, a idéntica iluminancia, mayor es la luminancia de la calzada y menor resulta el deslumbramiento perturbador TI.

El factor especular S1 determina en qué medida las características del pavimento, respecto a la reflexión de la luz incidente, se separan de las de la superficie que asegure una reflexión difusa perfecta de forma que, a igualdad de iluminancia cuanto más bajo es el factor especular S1, mayores son las uniformidades de luminancia.

k) Variaciones temporales de los niveles de iluminación: En las vías de tráfico, zonas peatonales, carriles bicicletas pueden reducirse los niveles luminosos a ciertas horas de la noche, siempre que quede garantizada la seguridad lumínica de los usuarios. En ningún caso la reducción descenderá por debajo del nivel de iluminación aconsejable para la seguridad de tráfico y para el movimiento peatonal.

La reducción de los niveles luminosos mediante apagado de puntos de luz no es recomendable, y en el supuesto de utilizar dicho procedimiento, deben mantenerse las uniformidades mínimas establecidas en las normas respectivas.

La reducción con sistemas de regulación se estima que es el procedimiento más adecuado ya que evita zonas de sombra y muros de luz que dificultan la visión manteniendo las uniformidades.

Otras Posibles soluciones para reducir contaminación lumínica nocturna: Las posibles soluciones que permiten reducir contaminación lumínica nocturna son entre otras las siguientes*:*

- Apagar las iluminaciones publicitarias y ornamentales a partir de una hora determinada.
- Dirigir la luz en sentido descendente y no ascendente, sobre todo en iluminación de edificios y monumentos.
- Si no existiera posibilidad de cambiar el sentido de iluminación hacia abajo, y no hacia arriba, emplear pantallas y para lúmenes para evitar la dispersión del haz luminoso.
- No usar luz en exceso, cumplir las normas que determinan los niveles recomendables para iluminar casi todas las tareas.
- Utilizar en el alumbrado público luminarias con valores mínimos de emisión de luz por encima de la horizontal.
- La iluminación de edificios, fachadas o monumentos e instalaciones de alumbrado de zonas deportivas que se realizan con proyectores estos deben estar ocultos a la visión directa.
- En alumbrado público, debe evitarse el uso de postes de gran altura, salvo cuando otras exigencias así lo aconsejen.
- En alumbrado público, no deben emplearse luminarias que emitan un FHS superior al establecido en el presente Reglamento.
- Para que el deslumbramiento sea mínimo, dirigir hacia abajo el haz de los rayos luminosos manteniéndolo por debajo de 70°. Si se eleva la altura de montaje debería disminuirse el ángulo del haz de los rayos luminosos.
- Dado que en lugares con niveles de luz ambiental baja el deslumbramiento puede ser muy molesto, se deberá cuidar con esmero el posicionamiento y el apuntamiento u orientación de los aparatos de iluminación.
- Cuando resulte posible, implantar luminarias o proyectores con reflector asimétrico que permitan mantener su cierre frontal paralelo a la superficie horizontal que se quiere iluminar.

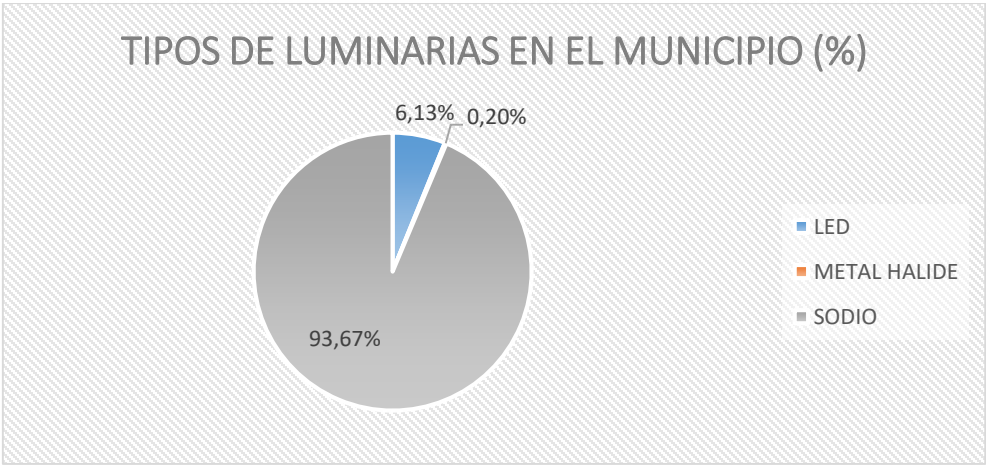
10.10. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE MUNICIPIO CHIQUINQUIRÁ

En la actualidad el Sistema de Alumbrado Público del municipio se encuentra en 93.8% en tecnología antiguas, poco eficientes, lo que se refleja en el alto consumo energético y la deficiente prestación del servicio, como se observa a en la siguiente tabla 35

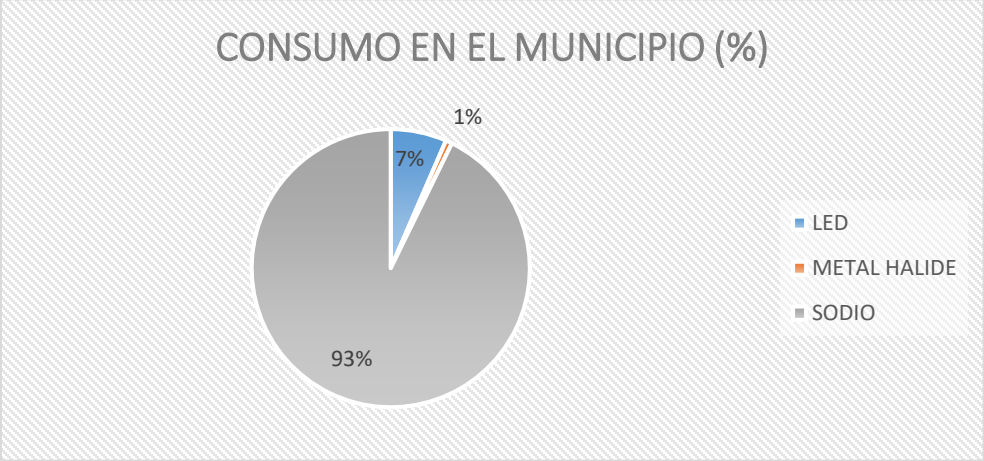
Tabla 35.Infraestructura existente en el municipio

Descripción	Potencia (W)	Cantidad (UND)	Potencia Instalada (kW)	Consumo (kW/hm)
LED	27	16	0.432	155.52
	43	29	1.247	448.92
	50	130	6.5	2340
	53	3	0.159	57.24
	70	10	0.7	252
	72	9	0.648	233.28
	75	31	2.325	837
	87	9	0.783	281.88
	100	7	0.7	252
	107	46	4.922	1771.92
	110	22	2.42	871.2
	200	7	1.4	504
	463	14	6.482	2333.52
	563	8	4.504	1621.44
METAL HALIDE	250	4	1	360
	400	7	2.8	1008
SODIO	70	4313	301.91	108687.6
	150	537	80.55	28998
	250	352	88	31680
	400	8	3.2	1152
TOTAL		**5562**	**510.7**	**183.845.5**

Grafica 1.Tipos de Luminarias en el Municipio



Grafica 2.Consumo de Luminarias en el Municipio



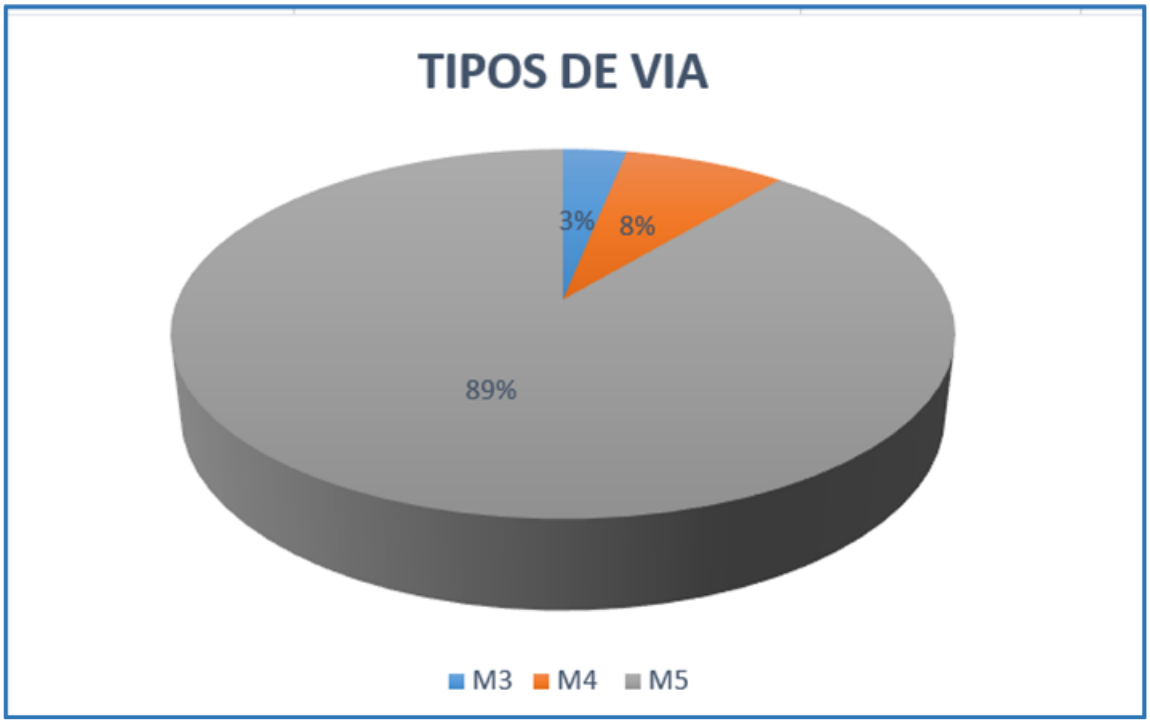
10.10.1. INVENTARIO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ.

El municipio de Chiquinquirá cuenta aproximadamente con unos 108 km de infraestructura vial distribuidas entre tipo M3, M4 y M5 según lo establecido en Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (Retilap), esta distribución se encuentra fundada en el estudio del flujo y velocidad vehicular de las principales vías.

Tabla 36.Distribución de las Vías

INFORMACION TERRITORIAL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRA			
AREA	171 K2	POBLACION	59.089 HAB
INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA VIAL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRA			
TIPOS DE VIA	CON AP (KM)	SIN AP (KM)	TOTAL
M3	3.4	0	3.4
M4	8.61	0	8.61
M5	96.2	0.8	97
TOTAL	108.21	0.8	109.01
FUENTE: PROPIA			
INVENTARIO PARQUES Y ZONAS DE ESPARCIMIENTO CHIQUINQUIRA			
TIPO DE AREA	CON AP	SIN AP	TOTAL
PARQUES	0.6 KM2	0.03	0.63 KM2
FUENTE: PROPIA			

Grafica 3. Infraestructura Vial

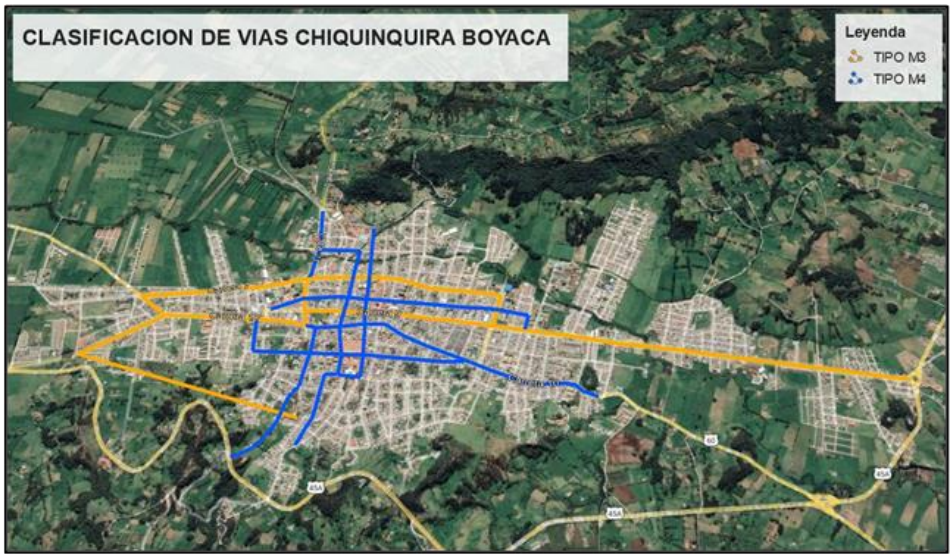


En la gráfica anterior se puede apreciar que el 89 % de las vías corresponden a tipo M5 las cuales poseen las exigencias lumínicas más bajas, por ser vías de flujo muy bajo y corresponden a los barrios y zonas rurales o poco pobladas.

10.10.2. CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ.

Según lo descrito en el reglamento técnico ya desarrolladas en el capítulo anterior y dependiendo de características como flujo y velocidad vehicular las vías en el municipio se clasifican en 3 tipos M3, M4 Y M5, como se muestra en la siguiente imagen:

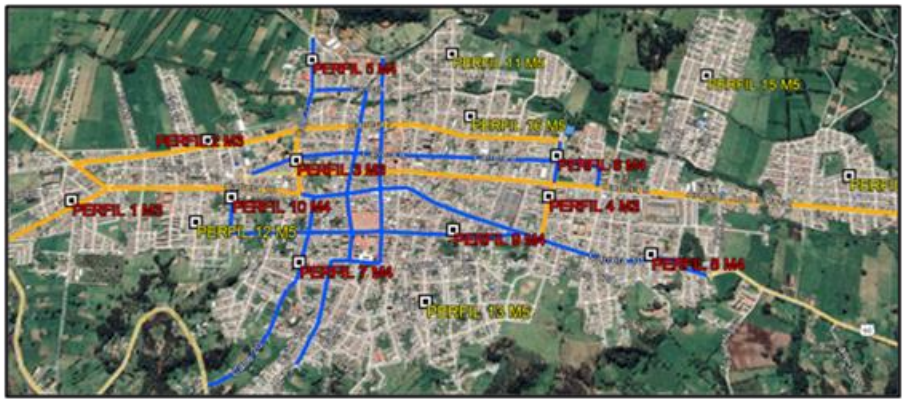
Imagen 21.Tipos de Vía



.

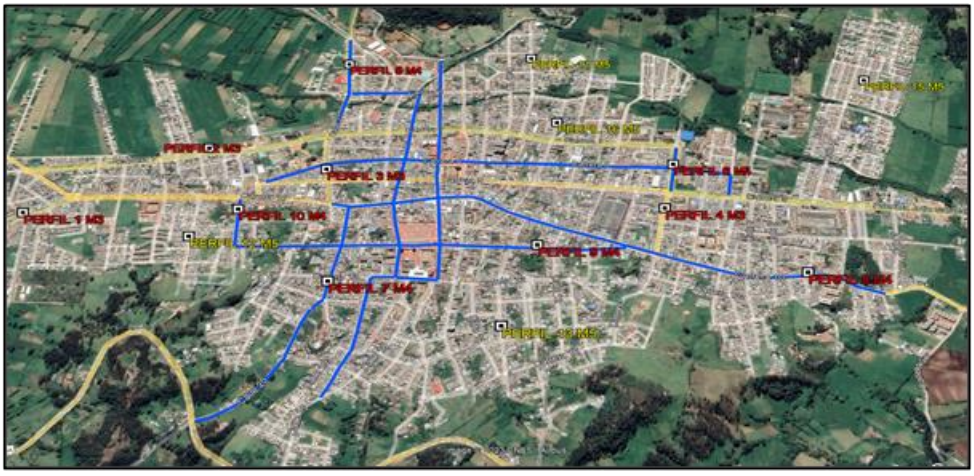
Las vías de color naranja son denominadas como tipo M3, por ser las de mayor flujo y velocidad vehicular, este tipo de vía representa el 3.3 % del municipio y sobre ellas se tomaron puntos específicos para realizar los estudios fotométricos necesarios para el análisis de las potencias requerías.

Imagen 22.Vía M3



De igual manera las vías tipo M4 representadas con el color azul, fueron objetos de estudio analizando puntos específicos (ver imagen siguiente), las mismas representan el 8.2 % del parque vial del municipio y poseen las características de ser vías secundarias con flujo y velocidad vehicular media.

Imagen 23.Vía M4



Las vías M5, son aquellas de flujo y velocidad vehicular bajo, estas son las más comunes del municipio con un 88.5 % lo que representa 96.2 km,

Con el análisis de las vías se pueden obtener los perfiles necesarios para realizar los estudios fotométricos y así conocer las potencias necesarias para cumplir con las exigencias lumínicas.

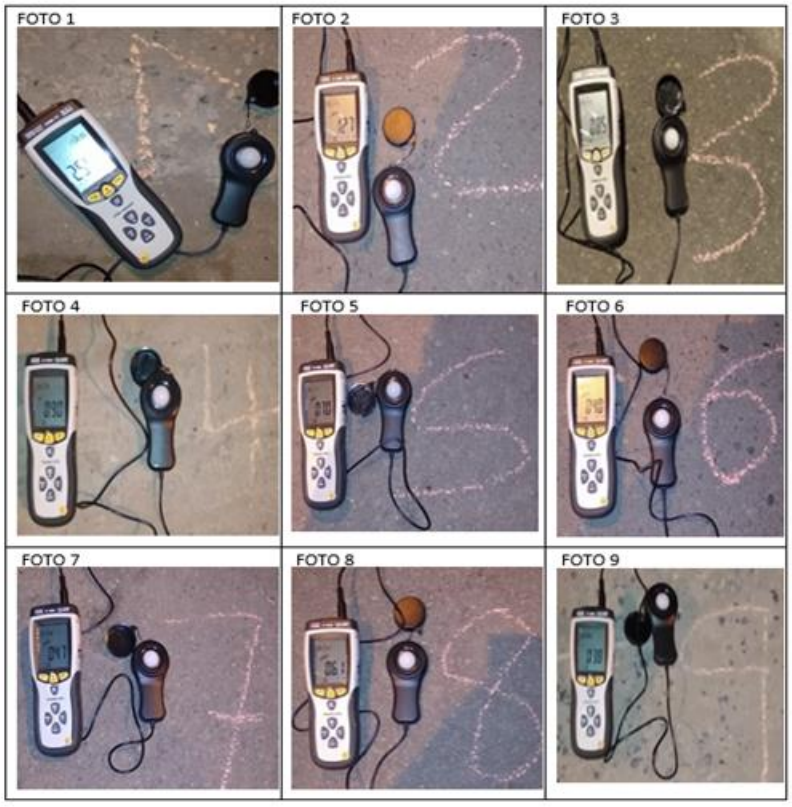
10.10.3. MUESTREO LUMÍNICO

Con base a la caracterización de vías mostrado anteriormente, se procede a realizar un muestreo Lumínico, utilizando el método de los 9 puntos en zonas específicas del casco urbano, para analizar el comportamiento del parque lumínico actual.

- **Muestra 1: Medición de niveles de iluminación Carrera 11.**

Imagen 24.Resultados medición 1

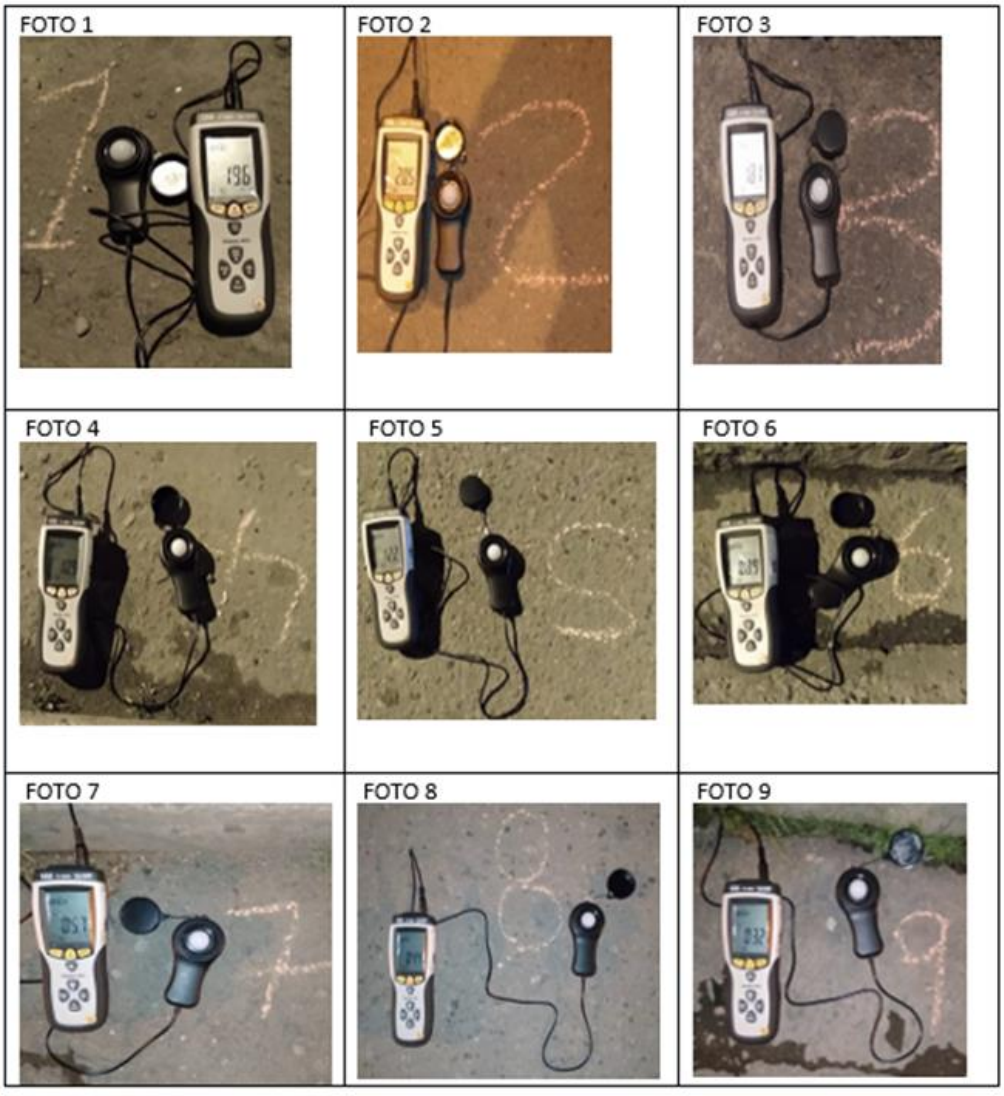
MEDICIÓN 1- - CARRERA 11#14-51 -- VÍA M3					
P1[LUXES]	12.5	P2[LUXES]	12.7	P3[LUXES]	8.5
P4[LUXES]	9	P5[LUXES]	7	P6[LUXES]	4
P7[LUXES]	4.7	P8[LUXES]	6.1	P9[LUXES]	3.8
RESULTADO [LUXES]		7.56875		NO CUMPLE	
UNIFORMIDAD		25%		NO CUMPLE	
INTERDISTANCIA		19[M]			
ANCHO DE VÍA		5[M]			
ALTURA DE MONTAJE		7[M]			
LONGITUD DE BRAZO		1[M]			



- **Muestra 2: Medición de niveles de iluminación Calle 16**

Imagen 25.Resultados medición 2

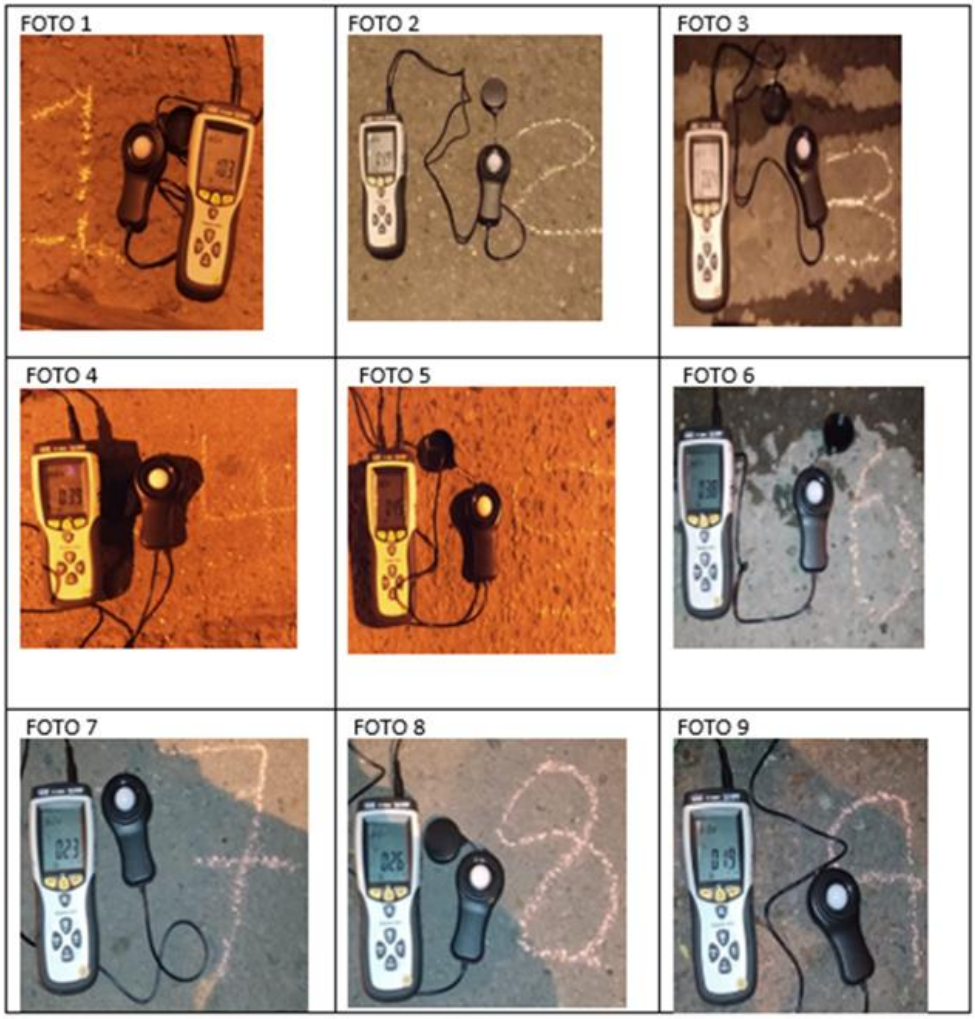
MEDICIÓN 2 - - CALLE 16 # 10-90 -- VÍA M4					
P1[LUXES]	19.6	P2[LUXES]	20.5	P3[LUXES]	18.1
P4[LUXES]	10.9	P5[LUXES]	12.2	P6[LUXES]	8.9
P7[LUXES]	5.7	P8[LUXES]	4.4	P9[LUXES]	3.2
RESULTADO [LUXES]		6.55		NO CUMPLE	
UNIFORMIDAD		28%		NO CUMPLE	
INTERDISTANCIA		36[M]			
ANCHO DE VÍA		6[M]			
ALTURA DE MONTAJE		8[M]			
LONGITUD DE BRAZO		1[M]			



- **Muestra 3: Medición de niveles de iluminación Calle 15**

Imagen 26.Resultados medición 3

MEDICIÓN 3 - - CALLE 15 # 9-32 -- VÍA M5					
P1[LUXES]	10.3	P2[LUXES]	9.8	P3[LUXES]	8.4
P4[LUXES]	3.9	P5[LUXES]	4.5	P6[LUXES]	3.8
P7[LUXES]	2.3	P8[LUXES]	2.6	P9[LUXES]	1.9
RESULTADO [LUXES]		5.06875		NO CUMPLE	
UNIFORMIDAD		27%		NO CUMPLE	
INTERDISTANCIA		35[M]			
ANCHO DE VÍA		5[M]			
ALTURA DE MONTAJE		9[M]			
LONGITUD DE BRAZO		1[M]			



- **Medición 4: Medición de niveles de iluminación Carrera 9**

Imagen 27.Resultados medición 4

MEDICIÓN 4 - - CARRERA 9 # 14-124 -- VÍA M4					
P1[LUXES]	8.9	P2[LUXES]	13.6	P3[LUXES]	11.7
P4[LUXES]	3.1	P5[LUXES]	4.9	P6[LUXES]	3.5
P7[LUXES]	1.7	P8[LUXES]	1.7	P9[LUXES]	1.7
RESULTADO [LUXES]		5.4625		NO CUMPLE	
UNIFORMIDAD		21%		NO CUMPLE	
INTERDISTANCIA		35[M]			
ANCHO DE VÍA		5[M]			
ALTURA DE MONTAJE		9[M]			
LONGITUD DE BRAZO		1[M]			

FOTO 1



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5



FOTO 6



FOTO 7



FOTO 8



FOTO 9



Al analizar los resultados de las mediciones se puede concluir que el sistema no cumple con las exigencias lumínicas del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público, RETILAP, al poseer niveles lumínicos bajos con uniformidades muy bajas, por esta razón, es primordial la modernización de las 5.221 luminarias en tecnologías antiguas del inventario existente, en representación del 94% del parque lumínico, con lo cual se logrará mejorar la perspectiva de la población en cuanto a sensación de seguridad y a reducir el consumo energía, reforzando el compromiso con la conservación del planeta, esto sin contar los beneficios económicos asociados a los costos de operación del mismo.

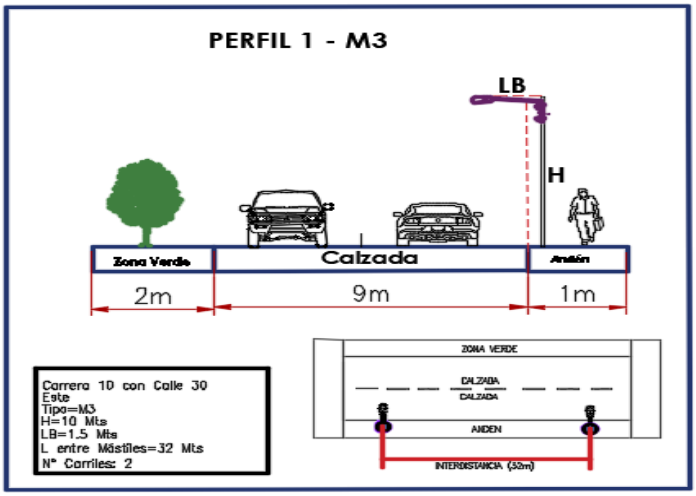
Con la modernización del 94 % del parque lumínico, se garantiza un sistema eficaz, con niveles de iluminación acorde a lo establecido por el reglamento técnico.

11. PROYECTO DE MODERNIZACIÓN ALUMBRADO PÚBLICO

11.1. LA CARACTERIZACIÓN DE VÍAS DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE, ARROJA LOS SIGUIENTES PERFILES LUMÍNICOS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUINQUIRÁ,

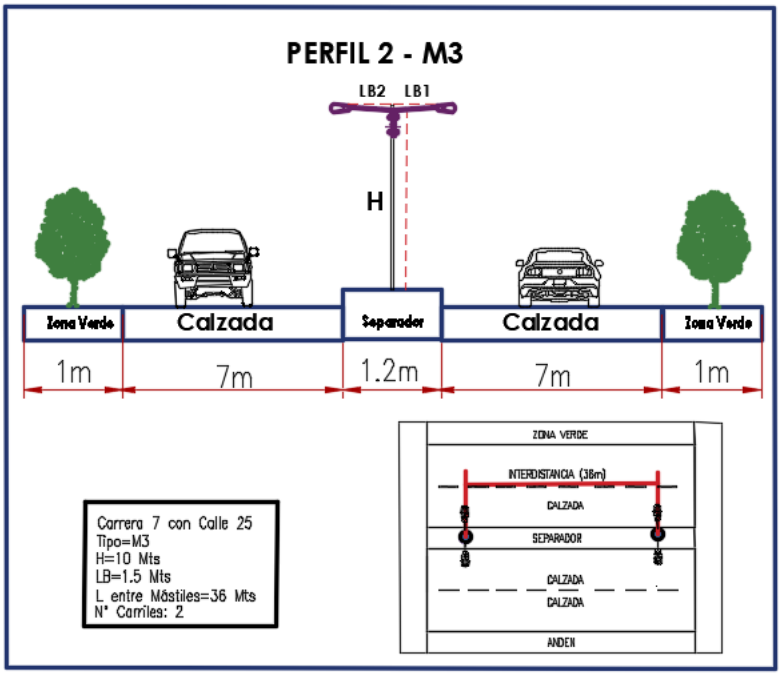
1- Perfil 1 TIPO M3

Imagen 28. Perfil Vial 1 M3



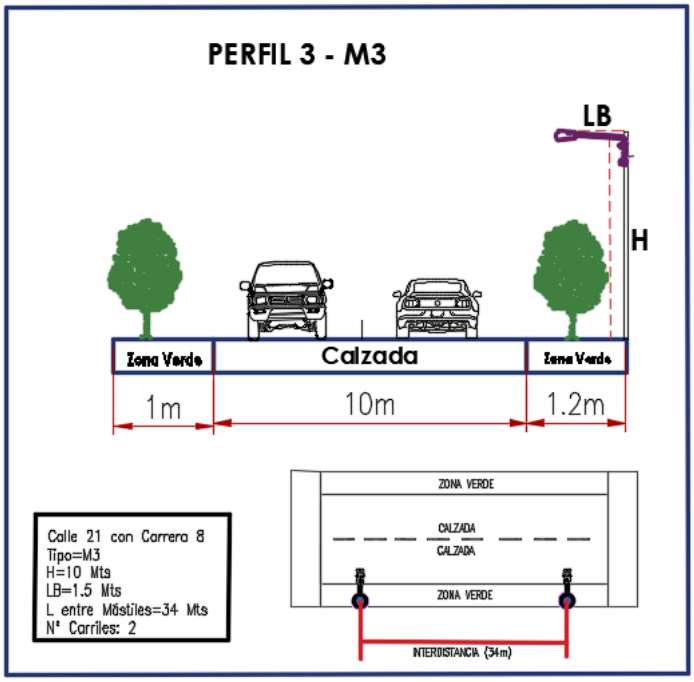
2- Perfil 2 TIPO M3

Imagen 29.Perfil Vial 2 M3



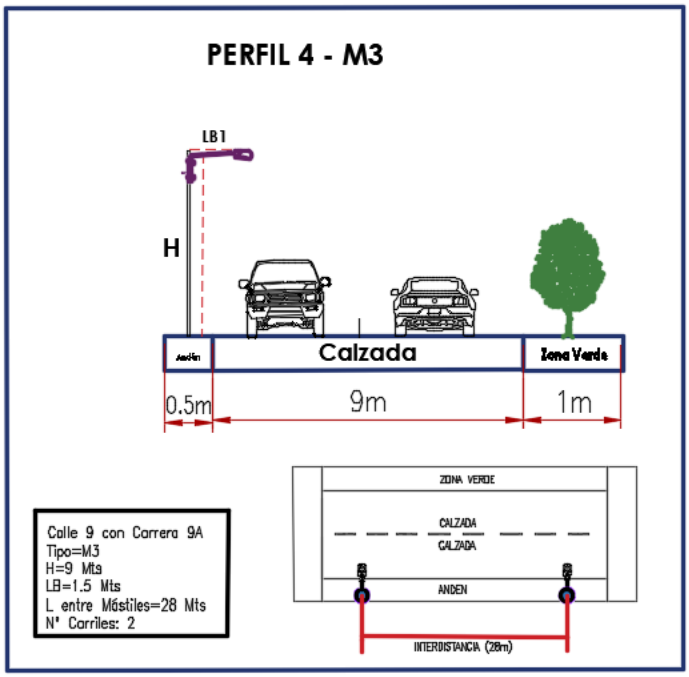
3- PERFIL 3 TIPO M3

Imagen 30.Perfil Vial 3 M3



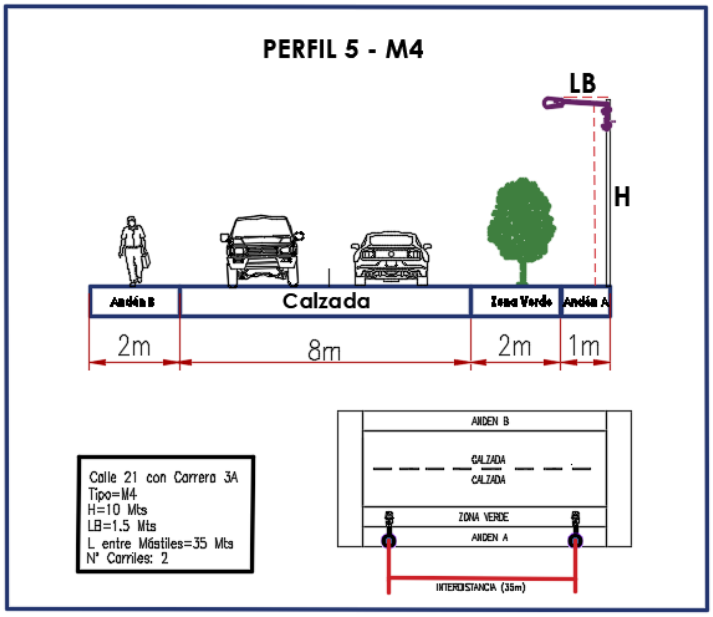
4- PRFIL 4 TIPO M3

Imagen 31.Perfil Vial 4 M3



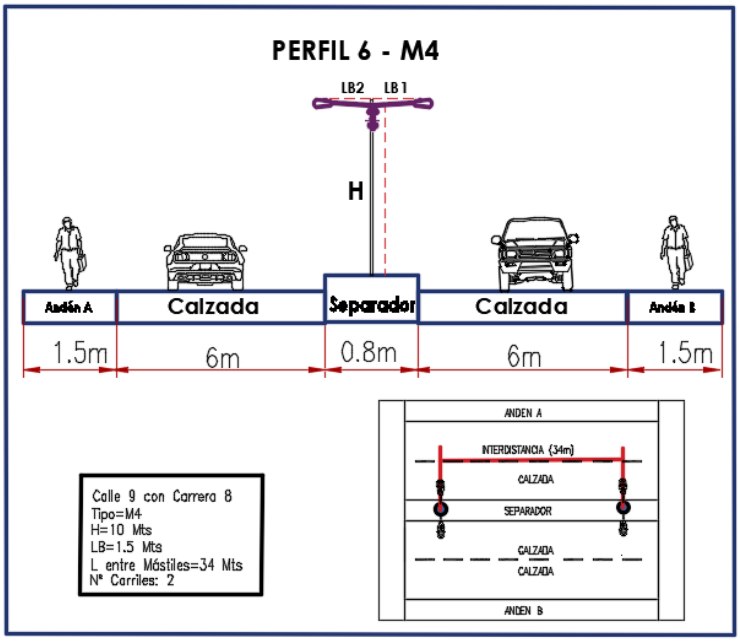
5- PERFIL 5 M4

Imagen 32.Perfil Vial 5 M3



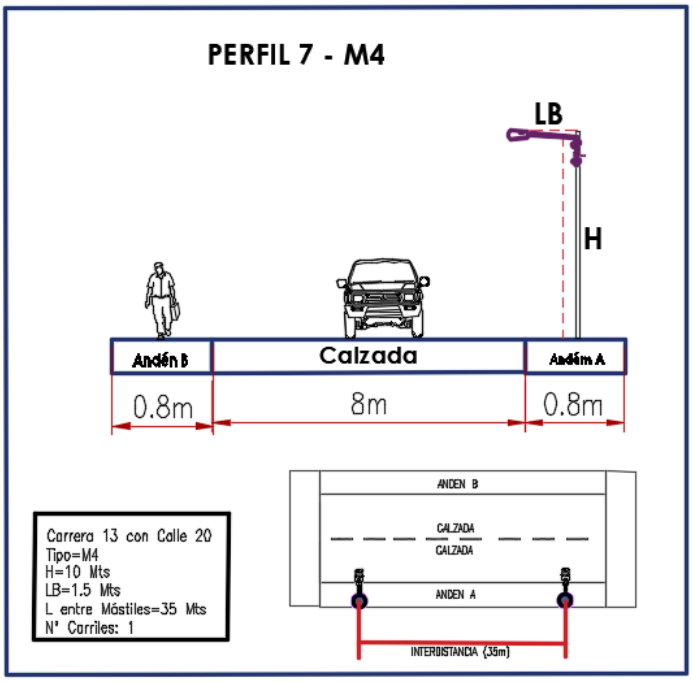
6- PERFIL 6 M4

Imagen 33.Perfil Vial 6 M4



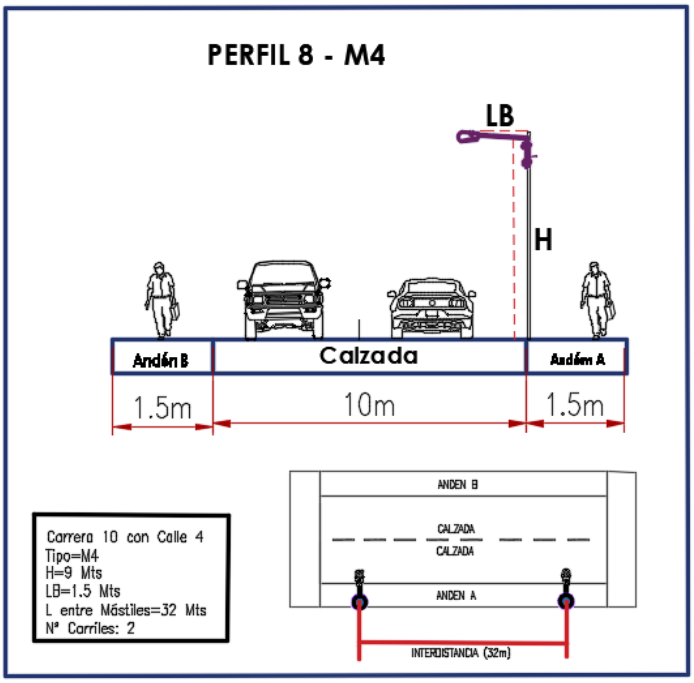
7- PERFIL 7 M4

Imagen 34.Perfil Vial 7 M4



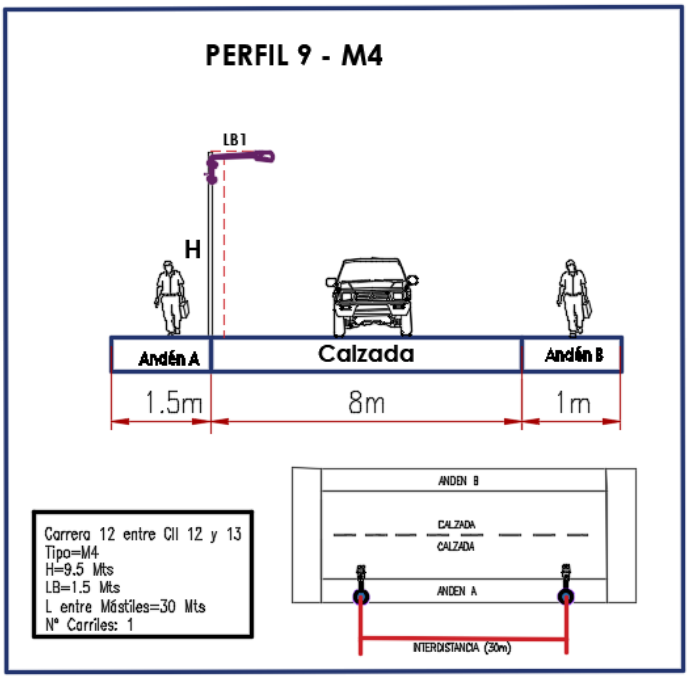
8- PERFIL 8 M4

Imagen 35.Perfil Vial 8 M4



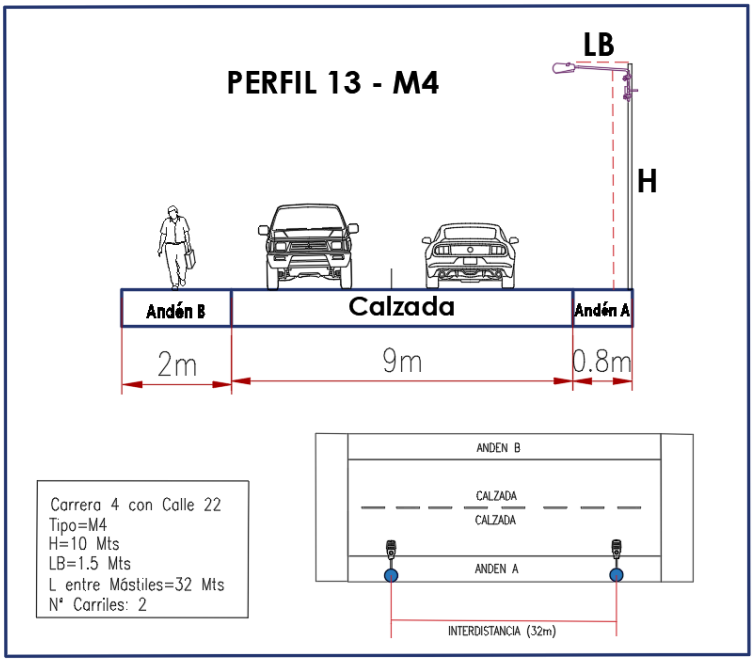
9- PERFIL 9 M4

Imagen 36.Perfil Vial 9 M4



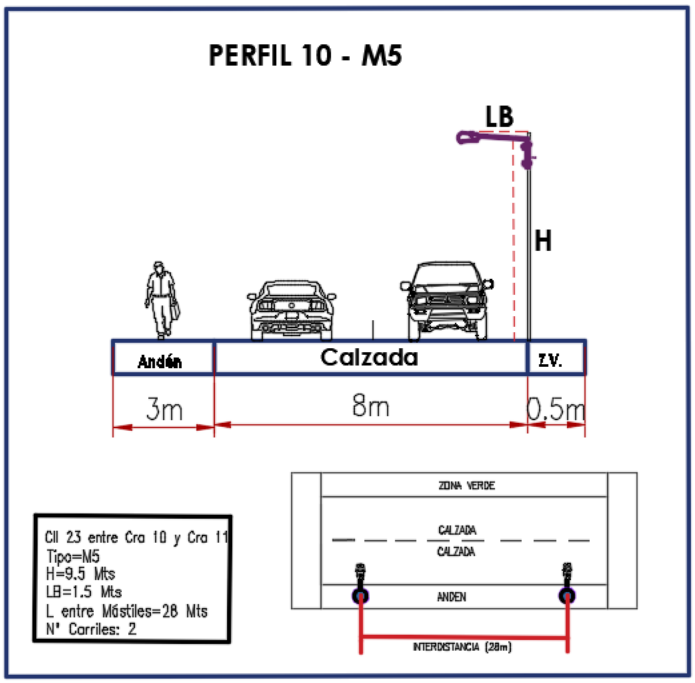
10- PERFIL 10 M4

Imagen 37.Perfil Vial 10 M4



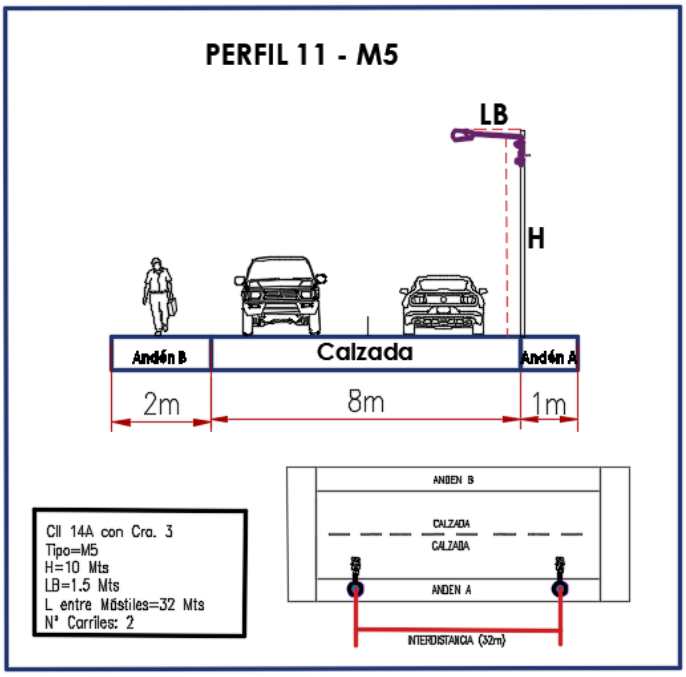
11- PERFIL 10 M5

Imagen 38.Perfil Vial 10 M5



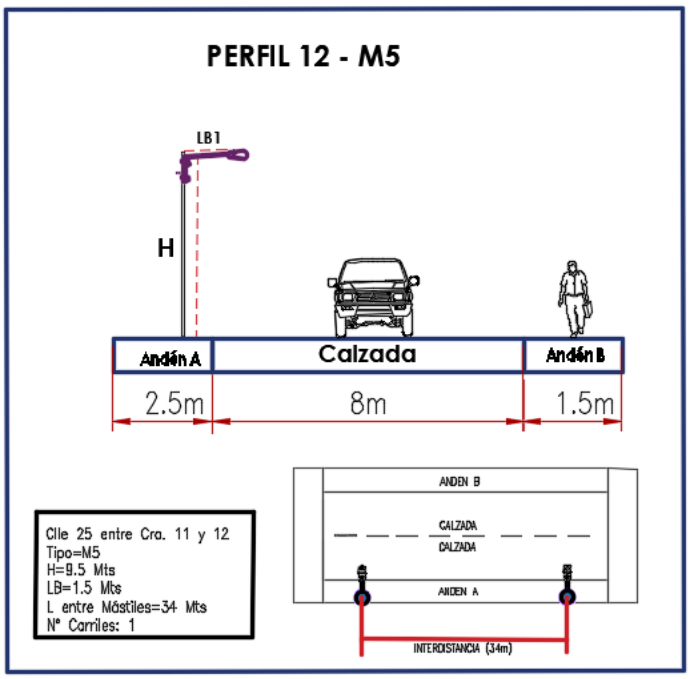
12- PERFIL 11 M5

Imagen 39.Perfil Vial 11 M5



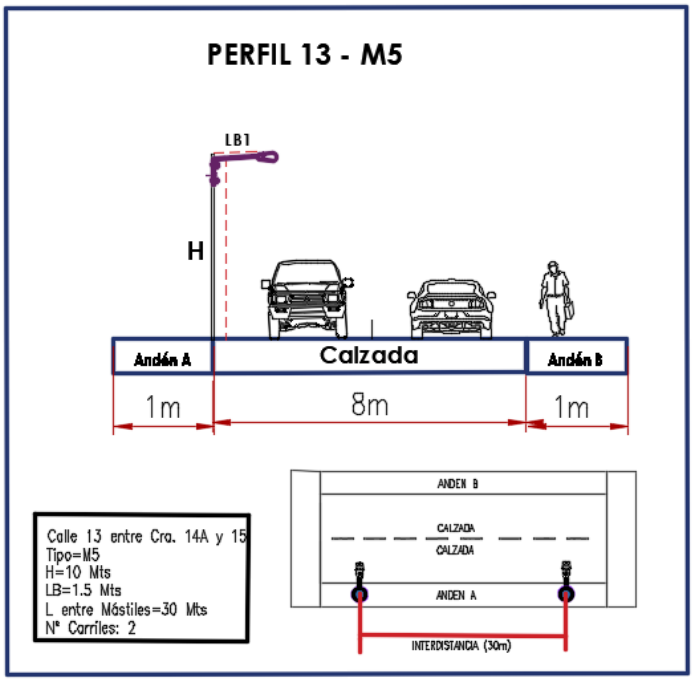
13- PERFIL 12 M5

Imagen 40.Perfil Vial 12 M5



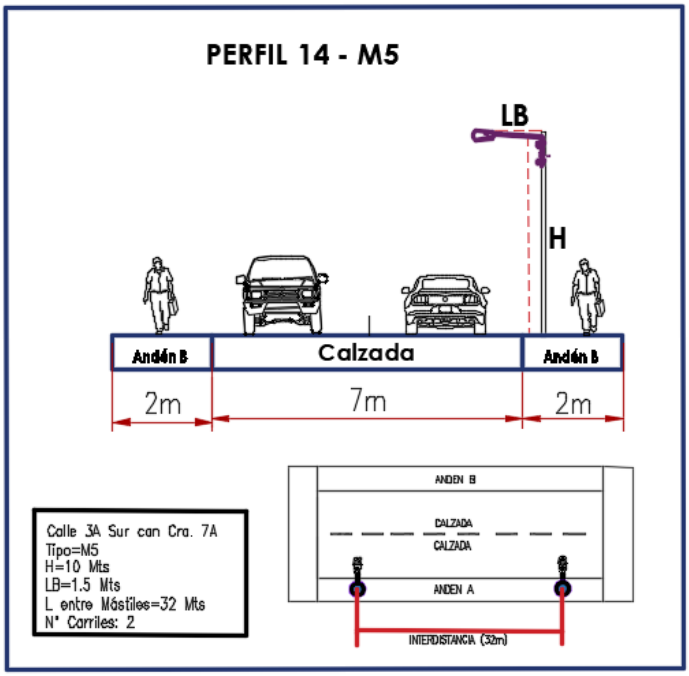
14- PERFIL 13 M5

Imagen 41.Perfil Vial 13 M5



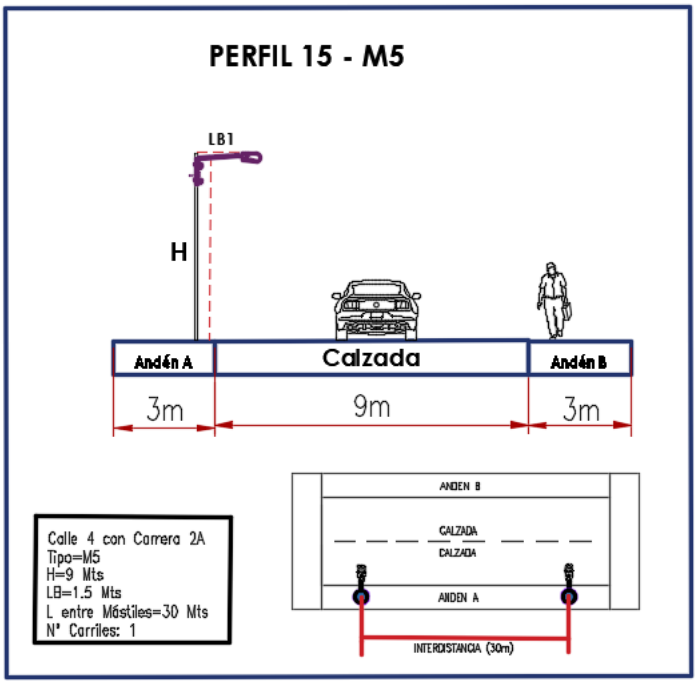
15- PERFIL 14 M5

Imagen 42.Perfil Vial 14 M5



16- PERIL 15 M5

Imagen 43.Perfil Vial 15 M5



12. PROPUESTA DE MODERNIZACIÓN Y EXPANSIÓN

Una vez analizados las necesidades lumínicas del municipio de acuerdo a los perfiles viales, y al inventario actual de luminarias, es posible realizar las propuestas de luminarias LED consideradas en el presente estudio, todas con eficacia lumínica superior a 140 lm/w para luminarias y 130lm/W para reflectores,

Tabla 37.Especificaciones de Luminarias en el proyecto de AP

PROYECCIÓN DE LUMINARIAS		
TECNOLOGÍA	**RANGO (LÚMENES)**	**EFICACIA (lm/W)**
LUMINARIA TIPO LED	5163-6257	> 140
LUMINARIA TIPO LED	9038-9850	> 140
LUMINARIA TIPO LED	11500-14500	> 140
REFLECTOR TIPO LED	22000 - 28500	>130

A continuación, los resultados para los perfiles de iluminación viales, en cada una de las diferentes alternativas propuestas:

1- Perfil 1 TIPO M3

Imagen 44.Perfil Vial DIALUX PERFIL 1 M3

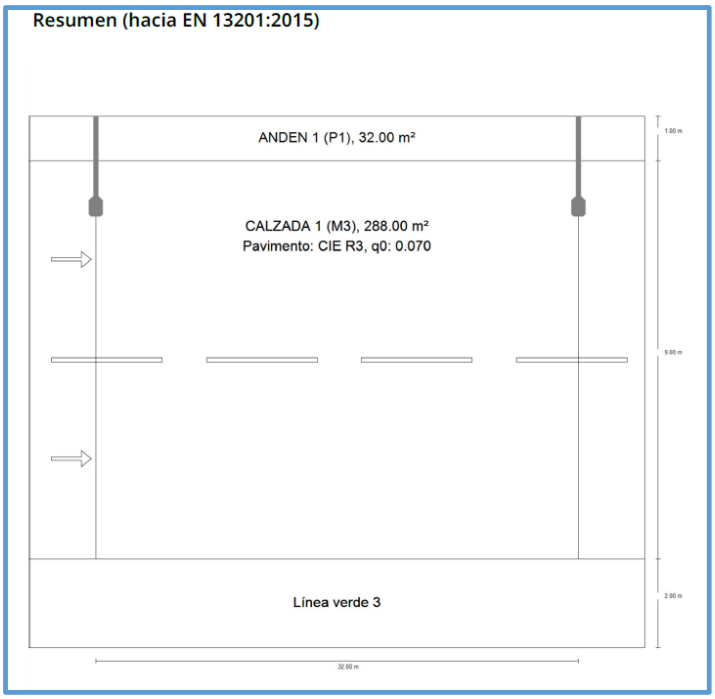


Imagen 45.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P1)	E_m	15.20 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	7.94 lx	≥ 3.00 lx	✓
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.30 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.52	≥ 0.40	✓
	U_l	0.74	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.40	≥ 0.30	✓

Imagen 46.Imagen 43. Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P1)	E_m	16.14 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	9.68 lx	≥ 3.00 lx	✓
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.20 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.59	≥ 0.40	✓
	U_l	0.85	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.79	≥ 0.30	✓

Imagen 47.Imagen 44. Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 1 (P1)	E_m	19.31 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	8.93 lx	≥ 3.00 lx	✓
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.21 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.55	≥ 0.40	✓
	U_l	0.82	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.86	≥ 0.30	✓

2- Perfil 2 TIPO M3

Imagen 48.Perfil Vial DIALUX PERFIL 2 M3

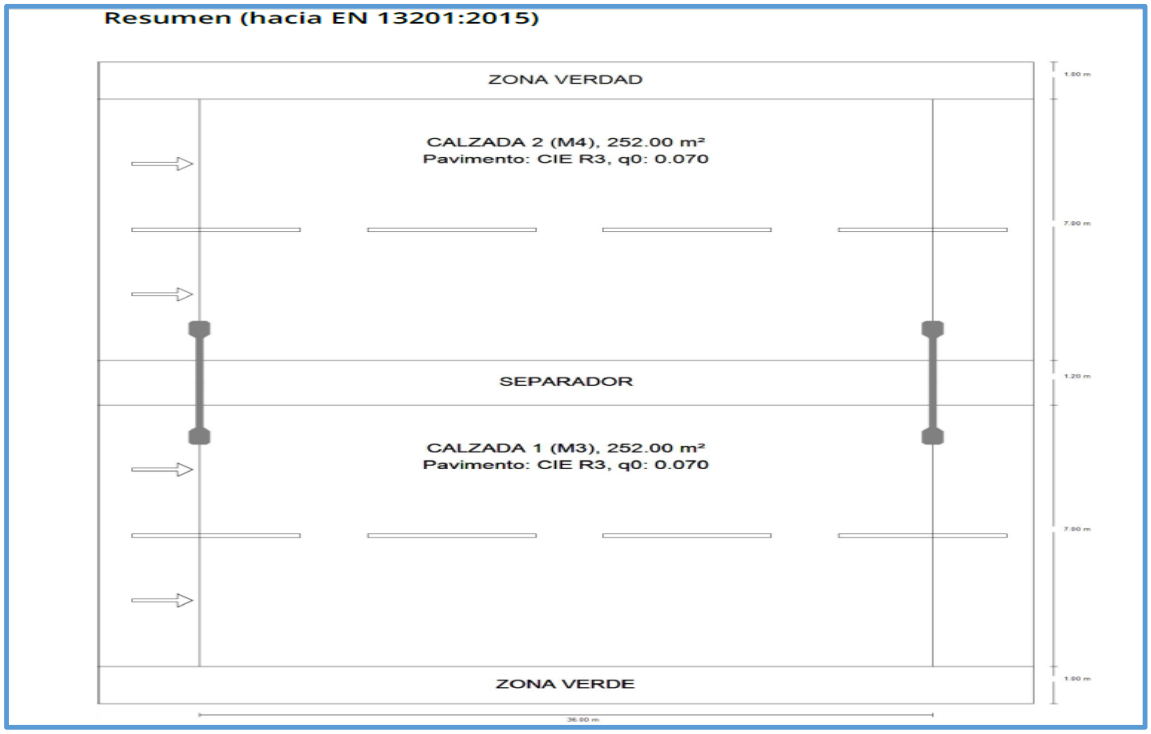
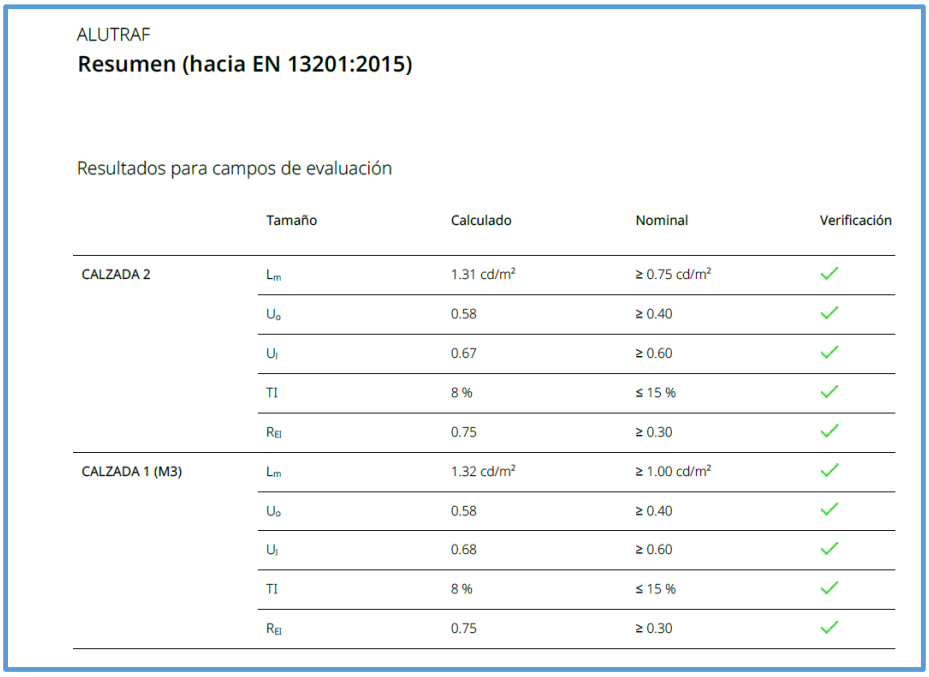


Imagen 49.Resumen de Resultado de Alternativa 1



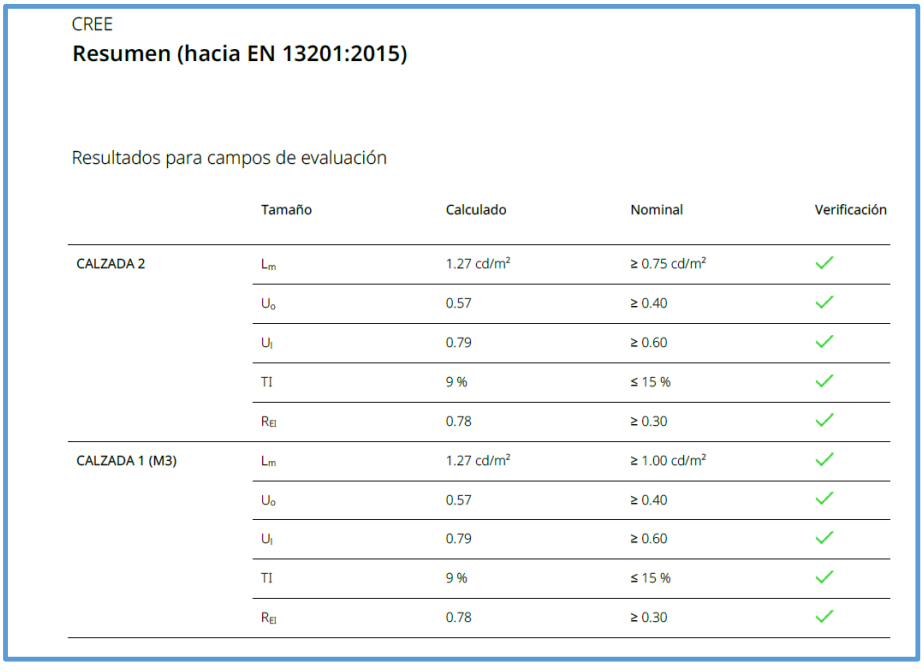
ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 2	L_m	1.31 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.58	≥ 0.40	✓
	U_l	0.67	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.75	≥ 0.30	✓
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.32 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.58	≥ 0.40	✓
	U_l	0.68	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.75	≥ 0.30	✓

Imagen 50.Resumen de Resultado de Alternativa 2



CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 2	L_m	1.27 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.57	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.78	≥ 0.30	✓
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.27 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.57	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.78	≥ 0.30	✓

Imagen 51.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 2	L_m	1.30 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.52	≥ 0.40	✓
	U_l	0.78	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.77	≥ 0.30	✓
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.30 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.53	≥ 0.40	✓
	U_l	0.79	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.77	≥ 0.30	✓

3- PERFIL 3 TIPO M3

Imagen 52.Perfil Vial DIALUX PERFIL 3 M3

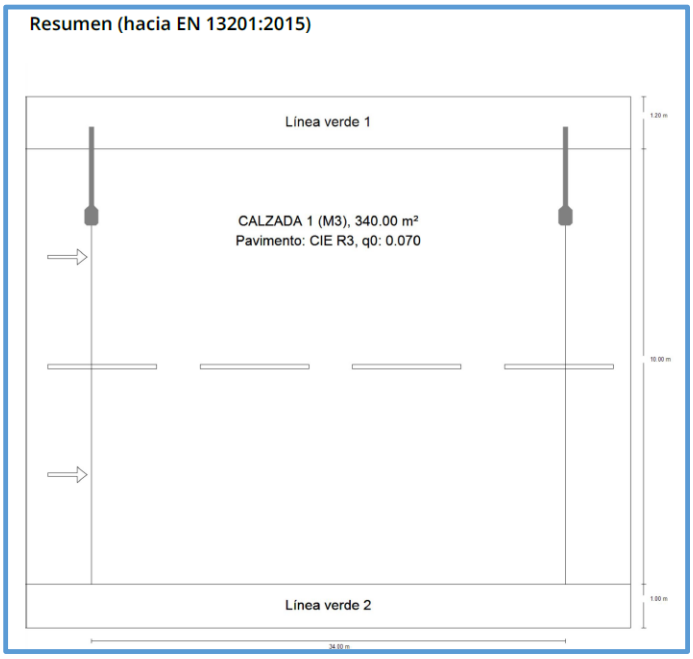


Imagen 53.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.21 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.47	≥ 0.40	✓
	U_l	0.69	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.31	≥ 0.30	✓

Imagen 54.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.21 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.68	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.52	≥ 0.30	✓

Imagen 55.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

CALZADA 1 (M3)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.25 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.75	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.45	≥ 0.30	✓

4- PERFIL 4 TIPO M3

Imagen 56.Perfil Vial DIALUX PERFIL 4 M3

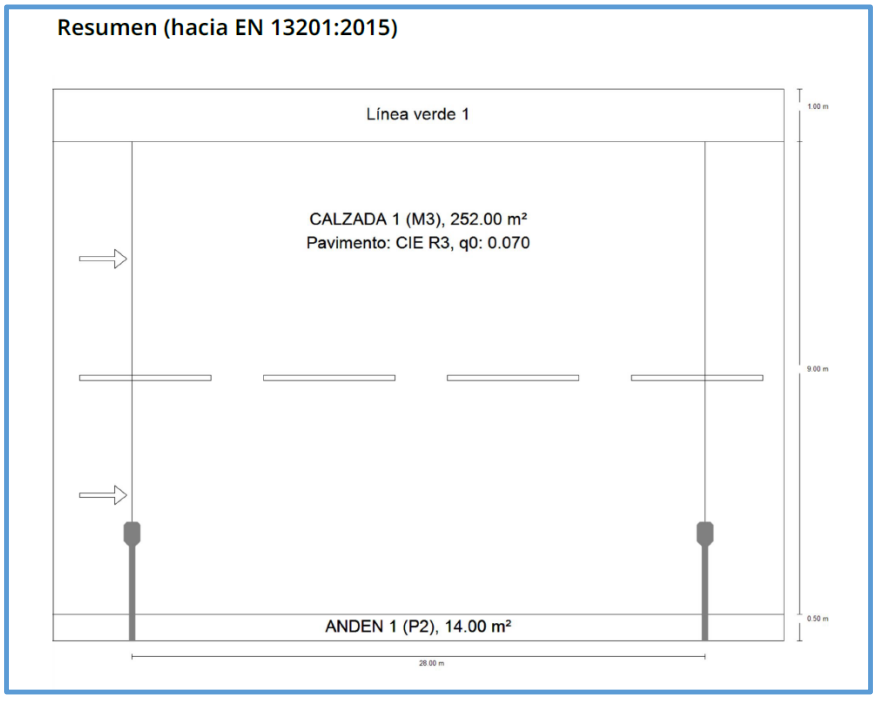


Imagen 57.Resumen de Resultado de Alternativas 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.20 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.52	≥ 0.40	✓
	U_l	0.81	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.33	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P2)	E_m	14.38 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	8.54 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 58.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.32 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.65	≥ 0.40	✓
	U_l	0.96	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.85	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P2)	E_m	14.49 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	10.27 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 59.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 1 (M3)	L_m	1.27 cd/m²	≥ 1.00 cd/m²	✓
	U_o	0.66	≥ 0.40	✓
	U_l	0.90	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.59	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P2)	E_m	11.75 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	7.44 lx	≥ 2.00 lx	✓

5- PERFIL 5 M4

Imagen 60.Perfil Vial DIALUX PERFIL 5 M4

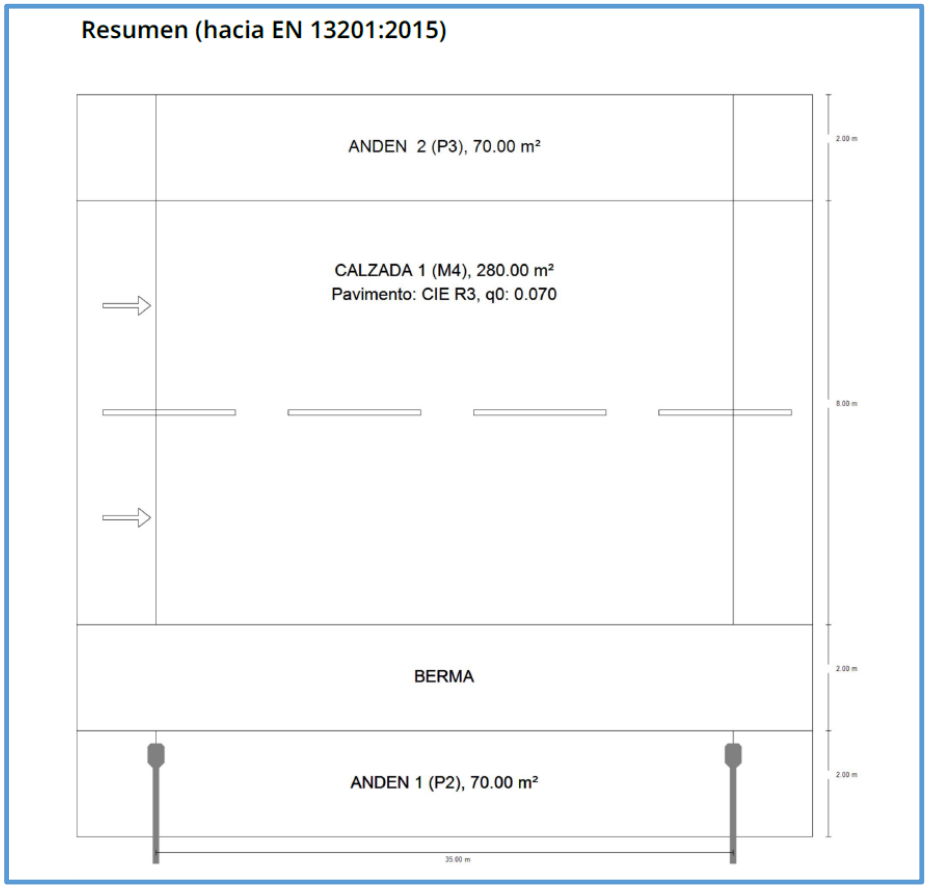


Imagen 61.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.89 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	6.55 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 1 (M4)	L_m	0.92 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.52	≥ 0.40	✓
	U_l	0.68	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.73	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P2)	E_m	12.98 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	5.74 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 62.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	10.57 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	8.24 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 1 (M4)	L_m	0.81 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.90	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.83	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P2)	E_m	12.10 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	6.29 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 63.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	10.44 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	7.87 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 1 (M4)	L_m	0.78 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.55	≥ 0.40	✓
	U_l	0.81	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	1.00	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P2)	E_m	14.53 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	4.61 lx	≥ 2.00 lx	✓

6- PERFIL 6 M4

Imagen 64. Perfil Vial DIALUX 6 M4

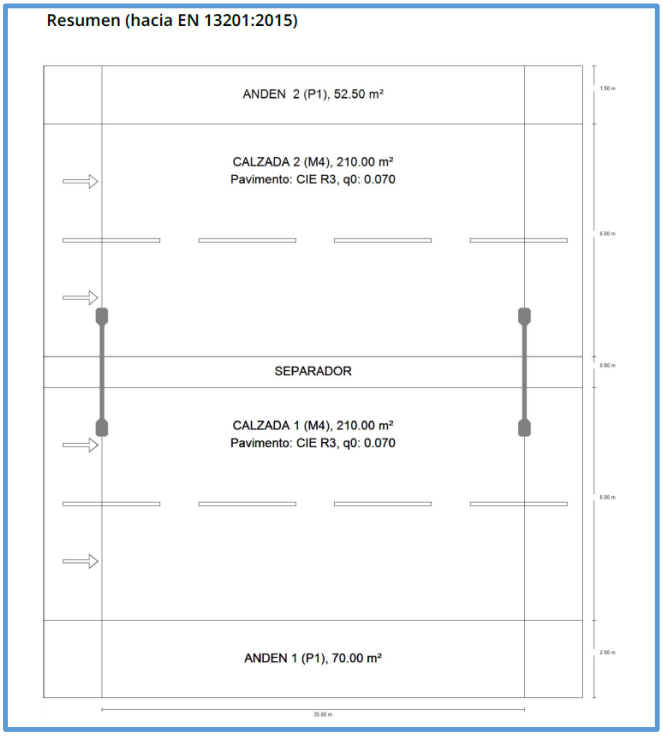


Imagen 65.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P1)	E_m	17.18 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	8.75 lx	≥ 3.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.08 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.73	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.97	≥ 0.30	✓
CALZADA 1 (M4)	L_m	1.08 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.74	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.97	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P1)	E_m	16.83 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	8.55 lx	≥ 3.00 lx	✓

Imagen 66.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

CALZADA 2 (M4)

Resultados para campo de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.46 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.88	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	1.03	≥ 0.30	✓

Resultados para observador

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Observador 1 Posición: -60.000 m, 10.300 m, 1.500 m	L_m	1.46 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.88	≥ 0.60	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
Observador 2 Posición: -60.000 m, 13.300 m, 1.500 m	L_m	1.58 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.63	≥ 0.40	✓
	U_l	0.90	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓

Imagen 67.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P1)	E_m	16.19 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	9.84 lx	≥ 3.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.03 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.74	≥ 0.40	✓
	U_l	0.82	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.94	≥ 0.30	✓
CALZADA 1 (M4)	L_m	1.06 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.75	≥ 0.40	✓
	U_l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.94	≥ 0.30	✓
ANDEN 1 (P1)	E_m	15.90 lx	[15.00 - 22.50] lx	✓
	E_{min}	9.73 lx	≥ 3.00 lx	✓

7- PERFIL 7 M4

Imagen 68.Perfil Vial DIALUX 7 M4

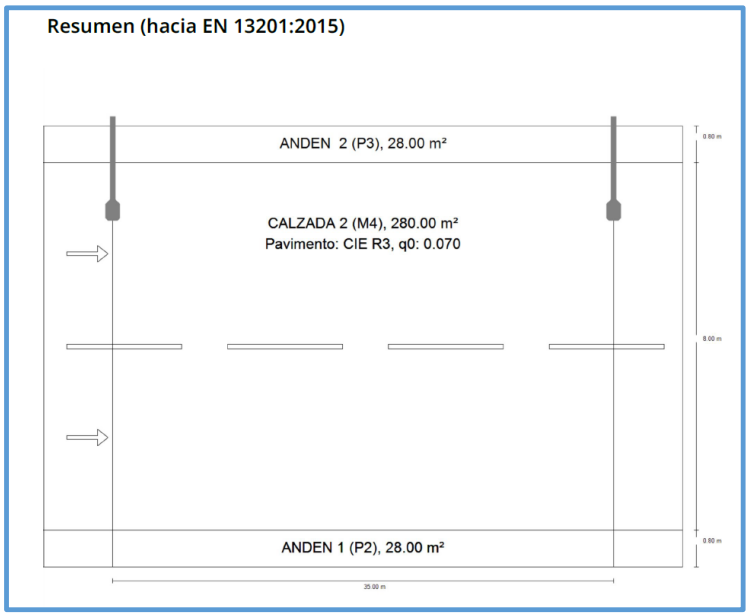


Imagen 69.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	11.05 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.16 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	0.91 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.51	≥ 0.40	✓
	U_l	0.66	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.46	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	10.74 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	6.59 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 70.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	10.85 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	6.29 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	0.99 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.87	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.65	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	12.81 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	9.71 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 71.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	9.75 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.69 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.03 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.82	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.46	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	12.87 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	9.69 lx	≥ 2.00 lx	✓

8- **PERFIL 8 M4**

Imagen 72.Perfil Vial DIALUX 8 M4

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

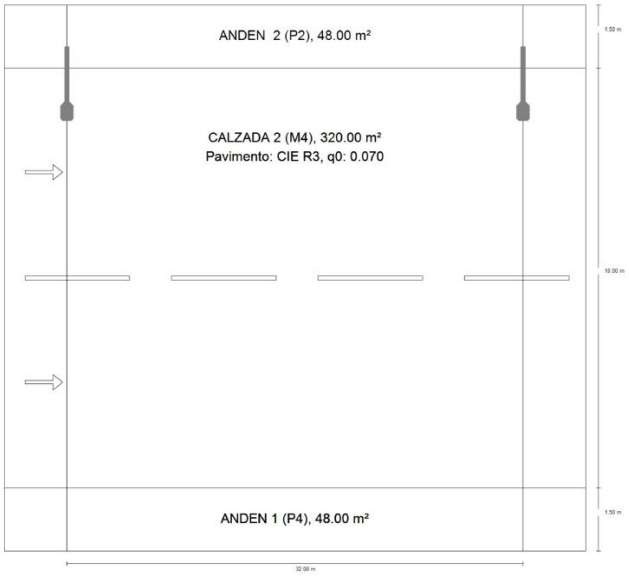


Imagen 73.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P2)	E_m	10.63 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	5.10 lx	≥ 2.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	0.91 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.46	≥ 0.40	✓
	U_l	0.78	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.28	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.27 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	4.84 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 74.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P2)	E_m	12.37 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	7.51 lx	≥ 2.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.07 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.62	≥ 0.40	✓
	U_l	0.93	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.63	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	12.71 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	9.62 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 75.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	7.88 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	2.87 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	0.98 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.59	≥ 0.40	✓
	U_l	0.82	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.37	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	10.65 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	8.44 lx	≥ 1.50 lx	✓

9- PERFIL 9 M4

Imagen 76.Perfil Vial DIALUX 9 M4

Resumen (hacia EN 13201:2015)

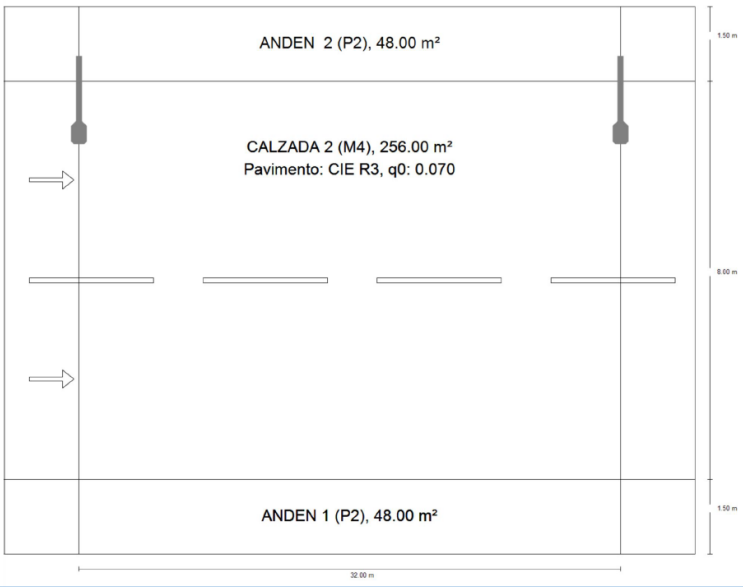


Imagen 77.Resumen de Resultado de Alternativas 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P2)	E_m	10.34 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	5.31 lx	≥ 2.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	0.98 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.56	≥ 0.40	✓
	U_l	0.74	≥ 0.60	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.44	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	11.68 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	7.68 lx	≥ 2.00 lx	✓

.

Imagen 78.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P2)	E_m	11.95 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	7.13 lx	≥ 2.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.12 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.66	≥ 0.40	✓
	U_l	0.91	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.68	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	14.80 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	11.42 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 79.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P2)	E_m	10.04 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	4.36 lx	≥ 2.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.17 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.63	≥ 0.40	✓
	U_l	0.84	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.44	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	13.28 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	9.97 lx	≥ 2.00 lx	✓

10- PERFIL 10 M4

Imagen 80.Perfil Vial DIALUX 10 M4

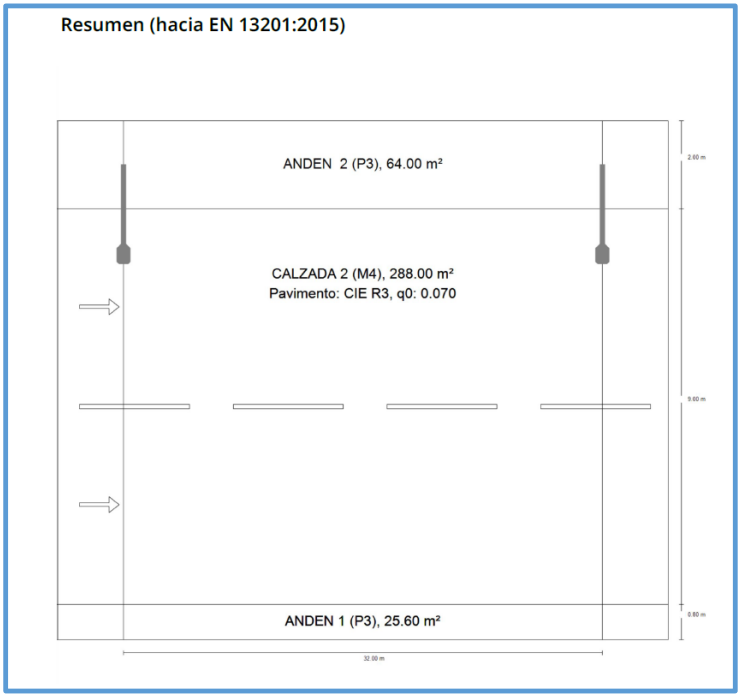


Imagen 81.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.53 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.49 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	0.91 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.55	≥ 0.40	✓
	U_l	0.75	≥ 0.60	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.38	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	11.24 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	7.61 lx	≥ 1.50 lx	✓

Imagen 82.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P2)	E_m	12.35 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	7.37 lx	≥ 2.00 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.13 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.64	≥ 0.40	✓
	U_l	0.91	≥ 0.60	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.67	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	14.78 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	11.08 lx	≥ 2.00 lx	✓

Imagen 83.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	9.17 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.96 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M4)	L_m	1.08 cd/m²	≥ 0.75 cd/m²	✓
	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
	U_l	0.87	≥ 0.60	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.43	-	-
ANDEN 1 (P2)	E_m	12.14 lx	[10.00 - 15.00] lx	✓
	E_{min}	9.76 lx	≥ 2.00 lx	✓

11- PERFIL 10 M5

Imagen 84.Perfil Vial DIALUX 10 M5

Resumen (hacia EN 13201:2015)

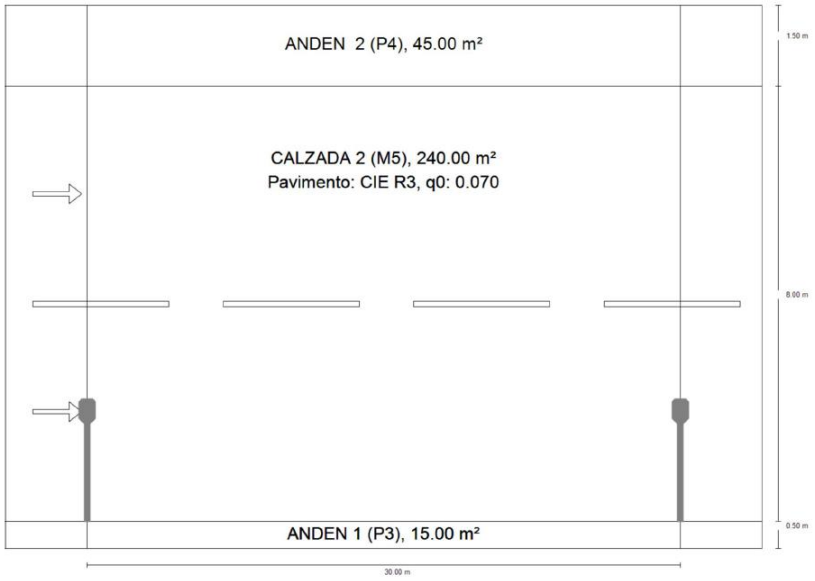


Imagen 85.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	6.10 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.79 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.73 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.47	≥ 0.35	✓
	U_l	0.61	≥ 0.40	✓
	TI	6 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.32	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	7.58 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.88 lx	≥ 1.50 lx	✓

Imagen 86.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.53 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.82 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.61 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.48	≥ 0.35	✓
	U_l	0.85	≥ 0.40	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.69	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.54 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.12 lx	≥ 1.50 lx	✓

Imagen 87.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.89 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.99 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.74 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.53	≥ 0.35	✓
	U_l	0.73	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.42	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.15 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.49 lx	≥ 1.50 lx	✓

12- PERFIL 11 M5

Imagen 88.Perfil Vial DIALUX 11 M5

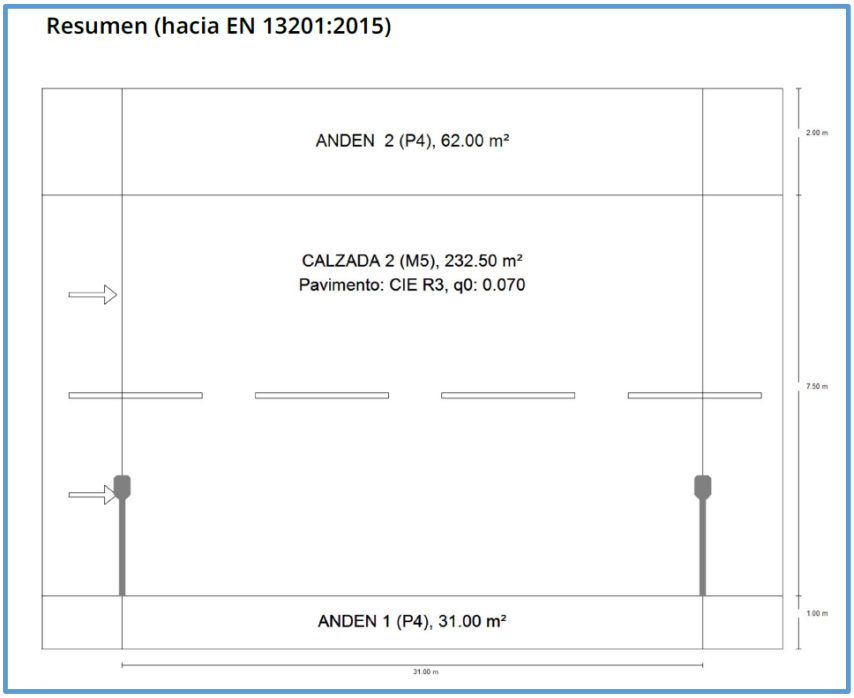


Imagen 89.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.17 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.92 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.77 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.43	≥ 0.35	✓
	U_l	0.53	≥ 0.40	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.30	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	7.43 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.24 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 90.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.87 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.43 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.61 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.49	≥ 0.35	✓
	U_l	0.83	≥ 0.40	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.70	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	7.95 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.63 lx	≥ 1.50 lx	✓

Imagen 91.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.59 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.49 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.72 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.53	≥ 0.35	✓
	U_l	0.72	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.43	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.82 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.63 lx	≥ 1.00 lx	✓

13- PERFIL 12 M5

Imagen 92.Perfil Vial DIALUX 12 M5

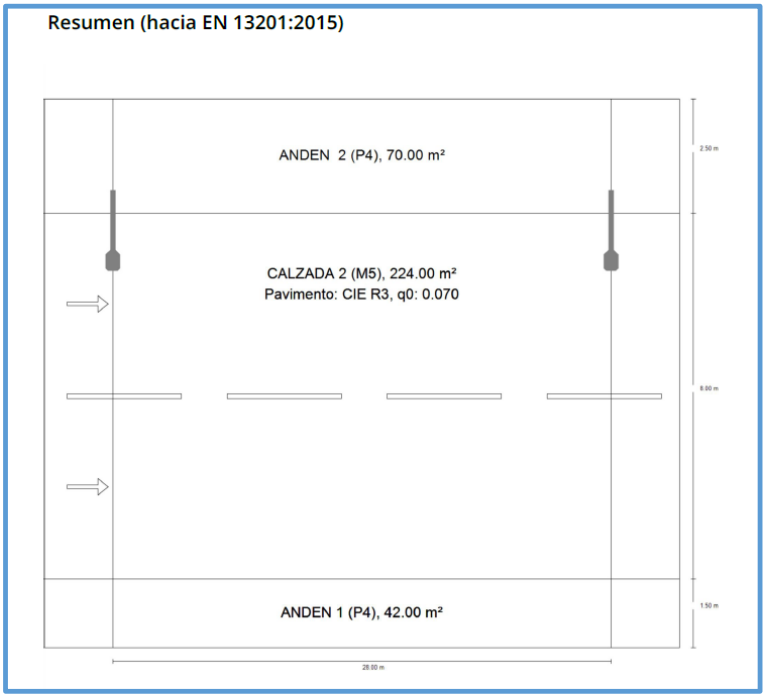


Imagen 93.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	7.18 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.41 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.75 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.45	≥ 0.35	✓
	U_l	0.68	≥ 0.40	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.31	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.44 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.88 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 94.. Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.99 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.66 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.61 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.47	≥ 0.35	✓
	U_l	0.89	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.65	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.58 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.86 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 95.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	7.15 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.71 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.71 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.52	≥ 0.35	✓
	U_l	0.77	≥ 0.40	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.51	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.18 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	6.94 lx	≥ 1.50 lx	✓

14- PERFIL 13 M5

Imagen 96.Perfil Vial DIALUX 13 M5

Resumen (hacia EN 13201:2015)

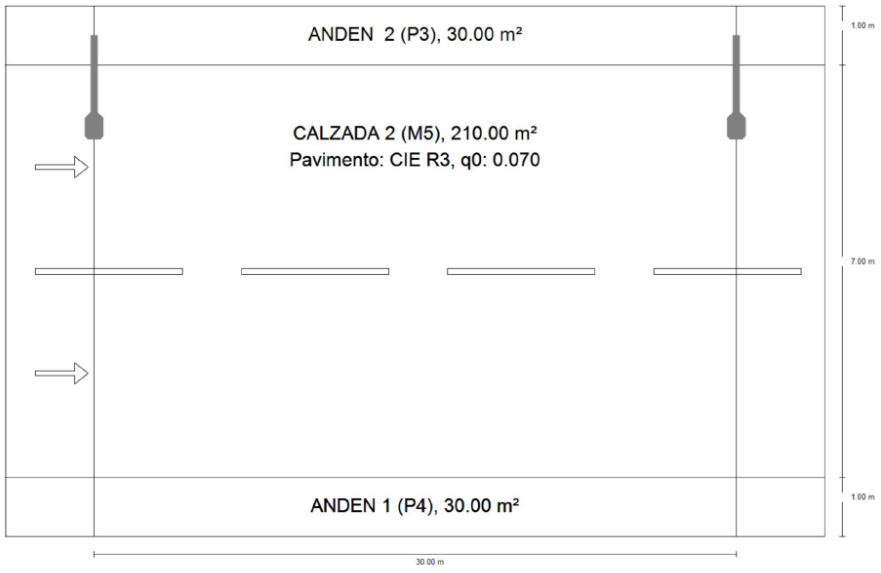


Imagen 97.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.77 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.85 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.78 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.45	≥ 0.35	✓
	U_l	0.56	≥ 0.40	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.37	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	7.38 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	4.16 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 98.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.73 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.19 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.61 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.48	≥ 0.35	✓
	U_l	0.86	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.73	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.95 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.99 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 99.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.52 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.46 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.74 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.50	≥ 0.35	✓
	U_l	0.74	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}[1]	0.51	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.47 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	6.30 lx	≥ 1.50 lx	✓

15- PERFIL 14 M5

Imagen 100.Perfil Vial DIALUX 14 M5

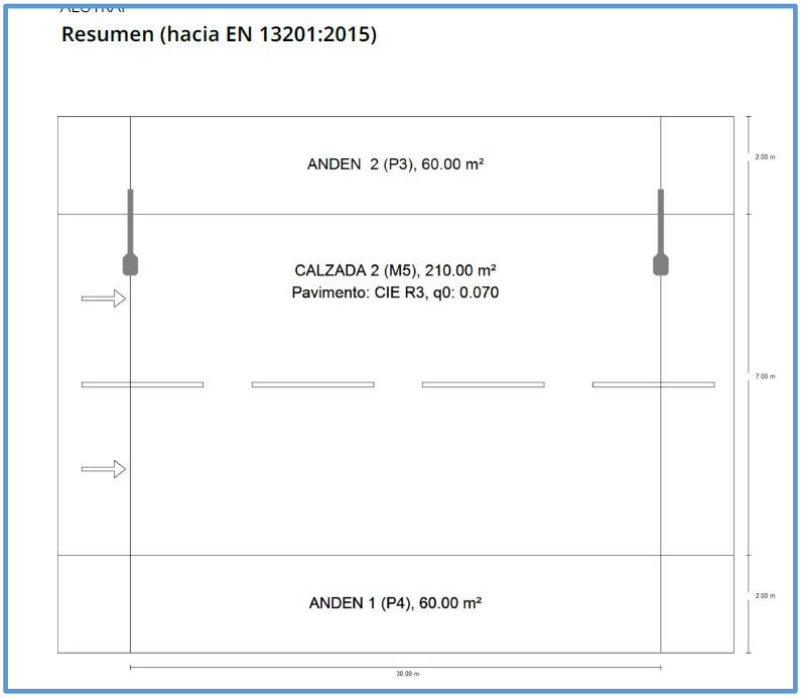


Imagen 101.Resumen de Resultado de Alternativa 1

ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.08 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.36 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.79 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.43	≥ 0.35	✓
	U_l	0.57	≥ 0.40	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.33	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.36 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.24 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 102.Resumen de Resultado de Alternativa 2

CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.50 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.04 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.61 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.48	≥ 0.35	✓
	U_l	0.86	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.73	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.67 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.67 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 103.Resumen de Resultado de Alternativa 3

GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	7.90 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	3.88 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.75 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.50	≥ 0.35	✓
	U_l	0.71	≥ 0.40	✓
	TI	10 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}[1]	0.53	-	-
ANDEN 1 (P3)	E_m	8.46 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	5.97 lx	≥ 1.50 lx	✓

16- PERIL 15 M5

Imagen 104.Perfil Vial DIALUX 15 M5

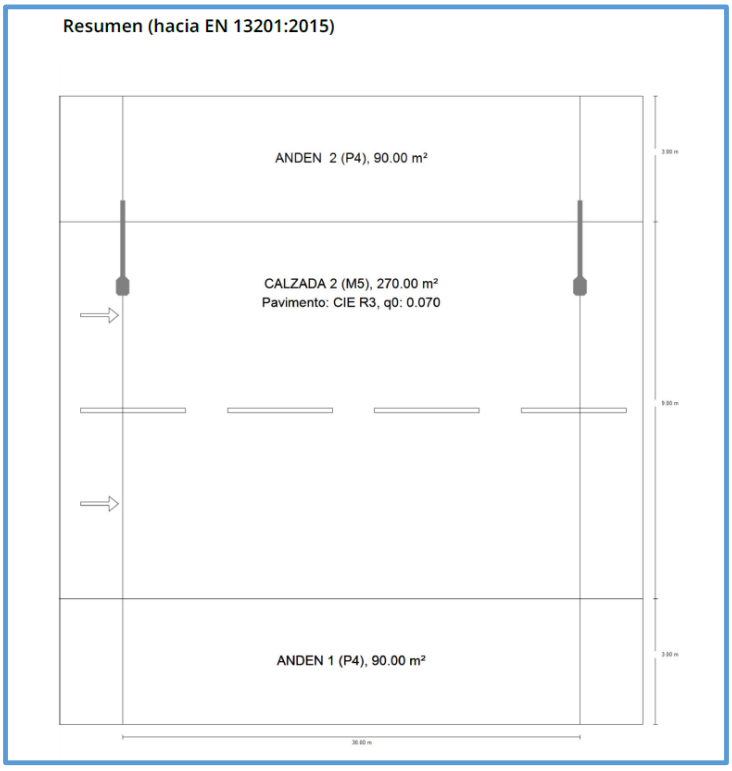
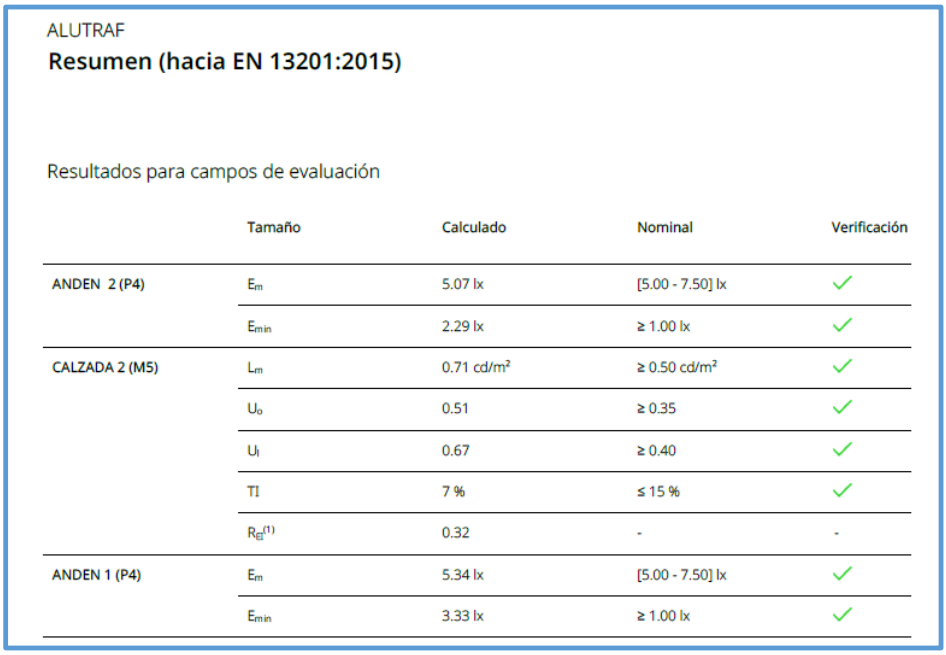


Imagen 105.Resumen de Resultado de Alternativa 1



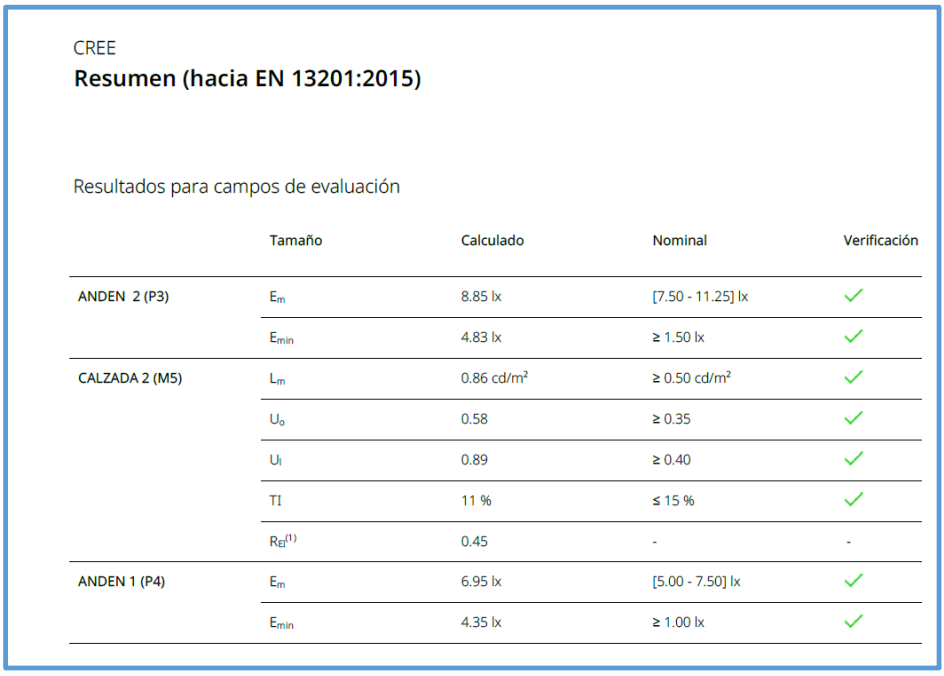
ALUTRAF

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.07 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.29 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.71 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.51	≥ 0.35	✓
	U_l	0.67	≥ 0.40	✓
	TI	7 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.32	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	5.34 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	3.33 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 106.Resumen de Resultado de Alternativa 2



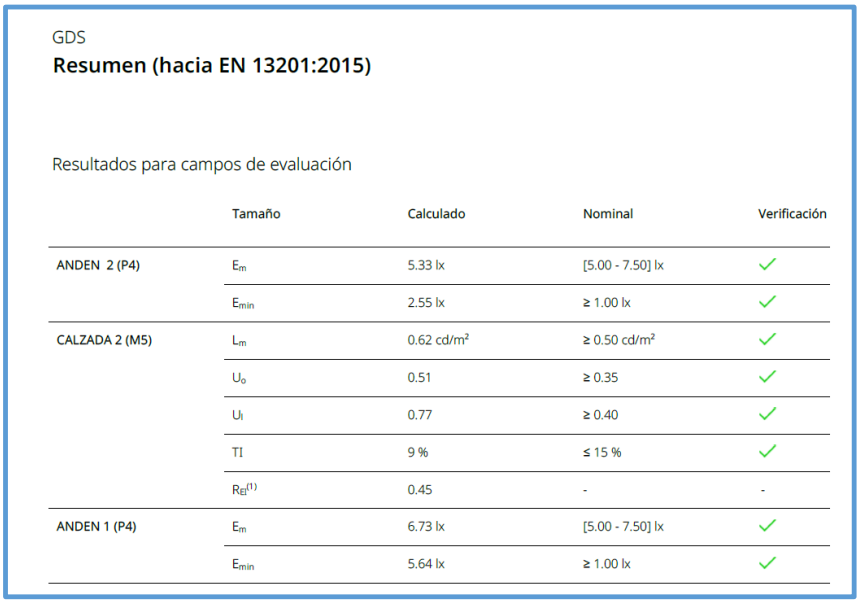
CREE

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P3)	E_m	8.85 lx	[7.50 - 11.25] lx	✓
	E_{min}	4.83 lx	≥ 1.50 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.86 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.58	≥ 0.35	✓
	U_l	0.89	≥ 0.40	✓
	TI	11 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}(1)	0.45	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.95 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	4.35 lx	≥ 1.00 lx	✓

Imagen 107.Resumen de Resultado de Alternativa 3



GDS

Resumen (hacia EN 13201:2015)

Resultados para campos de evaluación

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
ANDEN 2 (P4)	E_m	5.33 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	2.55 lx	≥ 1.00 lx	✓
CALZADA 2 (M5)	L_m	0.62 cd/m²	≥ 0.50 cd/m²	✓
	U_o	0.51	≥ 0.35	✓
	U_l	0.77	≥ 0.40	✓
	TI	9 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}[1]	0.45	-	-
ANDEN 1 (P4)	E_m	6.73 lx	[5.00 - 7.50] lx	✓
	E_{min}	5.64 lx	≥ 1.00 lx	✓

Luego de los estudios anteriores se puede presentar la siguiente propuesta de modernización y expansión

Tabla 38. Proyección de Luminarias

PROYECCION DE LUMINARIAS			
TECNOLOGIA	**RANGO(W)**	**CANTIDAD**	**3%**
LUMIANRIA TIPO LED	36-42	3794	114
LUMIANRIA TIPO LED	58-68	975	29
LUMIANRIA TIPO LED	84-94	437	13
REFLECTOR TIPO LED	180-200	15	0
		5221	156
	TOTAL	**5377**	

De la tabla anterior se proyectan los siguientes consumos con potencias homologadas estimadas, existentes dentro de los rangos establecidos de flujo luminoso, el 3% mencionado se asume para expansiones en el municipio:

Tabla 39.Cantidades de Proyectadas AP Chiquinquirá.

TIPO	POTENCIA HOMOLOGA (38W)	POTENCIA HOMOLOGA (56 W)	POTENCIA HOMOLOGA (90 W)	POTENCIA HOMOLOGA (200 W)	CANTIDAD MODERNIZA-CIÓN (UND)	CANTIDAD EXPANSIO-NES (UND)	POT PROYEC-TADA (Kw)	CONSUMO PROYECTADO (Kw/hm)
LUMINARIA METAL HALIDE 250W	0	0	4	0	4		0.36	129.60
LUMINARIA METAL HALIDE 400W	0	0	0	7	7		1.40	504.00
LUMINARIA SODIO 70W	3794	519	0	0	4,313	129	173.24	62,364.96
LUMINARIA SODIO 150W	0	456	81	0	537	16	32.83	11,817.36
LUMINARIA SODIO 250W	0	0	352	0	352	11	31.68	11,404.80
LUMINARIA SODIO 400W	0	0	0	8	8		1.60	576.00
SUBTOTAL					**5221**	**156**	**241**	**86,797**
TOTAL					**5,377**			

13. PROPUESTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El ahorro energético que representa la propuesta de eficiencia energética, se realiza comparando su consumo con el de las luminarias existentes y se realiza mediante con la siguiente expresión:

CALCULO PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGIA

$$\left(1 - \frac{Potencia\ Nueva\ Instalada}{Potencia\ Inicial\ Antigua}\right) * 100$$

Tabla 40.Propuesta de eficiencia energética en porcentaje.

CONSUMO MUNICIPIO	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	510.7
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-MES)	183,845.5
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	241.1
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-MES)	86,796.7
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	**53%**

Con esta proyección se estima disminuir la carga instalada en el sistema de Alumbrado Público en un 53%

13.1. ANÁLISIS DE DISMINUCIÓN DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO AL MEDIO AMBIENTE.

La disminución de emisión de dióxido de carbono al medio ambiente que representa la propuesta de eficiencia energética, se calcula teniendo en cuenta la potencia consumida por las luminarias existentes y se realiza mediante con la siguiente expresión:

Tabla 41.Propuesta cálculo de impacto ambiental.

CONSUMO MUNICIPIO	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	510.7
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-MES)	183,845.5
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	241.1
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-MES)	86,796.7
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	53%
CALCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL	**0.47**

Las luminarias de sodio producen una huella de carbono y eso contribuye en contaminación del medio ambiente. Dicha emisión se debe a los componentes internos de las luminarias de sodio, por lo tanto, la suma de todas estas potencias o luminarias en uso producen toneladas de CO2 (dióxido de carbono). Las luminarias LED de nueva tecnología reducen este impacto ambiental, mediante la disminución de niveles

de dióxido de carbono y otros gases nocivos. Por tanto, el factor impacto ambiental representa la cantidad de toneladas de CO2 que se reducen al implementar la tecnología LED.

13.2. IMPACTO MEDIO AMBIENTAL

La modernización del parque lumínico con tecnología Led impacta de forma positiva a la conservación y cuidado del medioambiente, gracias a todas las ventajas técnicas que posee dicha tecnología, frente a las tecnologías existentes actualmente (sodio, mercurio, etc.). Dicho impacto ambiental derivados de una excelente iluminación pública utilizando la tecnología Led, se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Disminución de residuos peligrosos derivados de los componentes de la luminaria:

La tecnología led no emplea mercurio, plomo, metales pesados u otros materiales contaminantes que requieran de disposición final especial a final de la vida útil de la luminaria.
Adicional la tecnología Led cuenta con un tiempo de vida útil superior a las luminarias de sodio de alta presión convencionales, aumentando el tiempo de uso en aproximadamente 5 años (100.000 horas en comparación con las 30.000 horas de las luminarias de sodio). Reduciendo la cantidad de componentes eléctricos a los que se les debe hacer disposición final una vez alcanzan su vida útil.

- Baja contaminación lumínica y mejor percepción del entorno:

Como consecuencia de la direccionalidad de los dispositivos led, la luz que emiten no se esparce en todas direcciones. Esto hace que su exposición al cielo sea mucho menor.
Con la iluminación Led es posible utilizar luz blanca fría, que permite alcanzar una iluminación segura para los usuarios de la calle (baja los tiempos de reacción ante un imprevisto) con menor consumo de energía y una mejor percepción del entorno. La luz blanca atraviesa mucho mejor la neblina, haciendo a los vehículos más visibles.

- Reducción del consumo de energía y emisiones de CO2:

Las luminarias led cuentan con alta eficiencia lumínica, lo que se traduce en un aprovechamiento óptimo de la energía consumida. Logrando así la reducción considerable de la energía demanda y consigo la reducción de emisiones de CO2.
A continuación, en la tabla 1 se observa la reducción de C02 que lograría con la modernización del parque lumínico a tecnología LED:

Tabla 42.Propuesta cálculo de impacto ambiental.

CONSUMO MUNICIPIO	
POTENCIA TOTAL DE LUMINARIAS EXISTENTES (KW)	510.7
CONSUMO LUMINARIAS EXISTENTES (KWH-MES)	183,845.5
POTENCIA TOTAL DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KW)	241.1
CONSUMO DE PROPUESTA ENERGÉTICA (KWH-MES)	86,796.7
PORCENTAJE DE AHORRO DE ENERGÍA	53%
CALCULO DEL IMPACTO AMBIENTAL	**0.47**

14. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS LUMINARIAS REQUERIDAS

De acuerdo a los diseños fotométricos, análisis del mercado de los equipos de iluminación conforme a los avances tecnológicos que se tienen hoy en día, las características técnicas para las luminarias que se requieren para el parque lumínico del municipio de Chiquinquirá, deben tener como mínimo las siguientes especificaciones:

Tabla 43. Características de las Luminarias a Instalar

ITEM	ESPECIFICACIÓN MÍNIMA
NOMBRE DEL FABRICANTE	
PAIS DE ORIGEN	
CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO RETILAP DE LUMINARIA	
MARCACION DE LA LUMINARIA	• FABRICANTE • MODELOS Y REFERENCIA • MES Y AÑO DE FABRICACIÓN • CÓDIGO FABRICANTE • POTENCIA ELÉCTRICA • TENSIONES DE CONEXIÓN • IP e IK CONJUNTO ÓPTICO • IP e IK CONJUNTO ELÉCTRICO • TIPO DE AISLAMIENTO • NOMBRE DEL MUNICIPIO
GARANTÍA TOTAL OFRECIDA POR LUMINARIA	≥ 5 AÑOS.
GARANTÍA TOTAL OFRECIDA PARA EL DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL.	≥ 5 AÑOS.
MARCA, MODELO Y DATOS DEL MODULO LED.	
MARCA, MODELO Y DATOS DEL LENTE MODULO LED.	
EFICACIA DE LA LUMINARIA COMPLETA (LM/W).	≥ 140 (LM/W)
TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA (CCT)	ENTRE 4000K a 5700K
ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN DE COLOR (Ra)(CRI).	≥ 70
VIDA ÚTIL L70 O SUPERIOR, DE ACUERDO A IES LM-80 Y TM-21 (LED).	≥100.000 h
GRADO DE PROTECCIÓN DEL CONJUNTO ÓPTICO Y DEL CONJUNTO LED DE LA LUMINARIA. -IP	IP ≥ 66
GRADO DE CHOQUE DEL CONJUNTO ÓPTICO DEL COVER. - IK	IK ≥ 10
CLASE DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO DE LA LUMINARIA.	CLASE I / II
CALIBRE DE ALIMENTACIÓN DE LA LUMINARIA.	≤ 14 AWG
TENSIÓN NOMINAL DE ALIMENTACIÓN DE LA LUMINARIA EN VOLTIOS	120V a 277 V,
FRECUENCIA (Hz) NOMINAL DE ALIMENTACIÓN DE LA LUMINARIA.	60 Hz
FACTOR DE POTENCIA	≥ 0.9
DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL (THD) DE CORRIENTE A TENSIÓN NOMINAL.	≤ 20%
LÚMENES DE LUMINARIA PROPUESTA NOTA. EL PROPONENTE DEBERÁ INDICAR LA EQUIVALENCIA DE SUS POTENCIAS.	De 5163 a 6257 De 9038 a 9850 De 11500 a 14500
CORRIENTE MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL MODULO LED	1100mA
MARCA, MODELO Y DATOS DEL DRIVER.	
VIDRIO DIFUSOR	NO DEBE CONTENER
EL DRIVER CON PUERTO DE ENTRADA PARA OPERAR O FUNCIONAR COMO ACTUADOR CON SISTEMA DE TELE GESTIÓN.	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN MINIMO DALI.
TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL ELECTRÓNICO.	≤ 85°C
CLASE DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO DEL DRIVER	CLASE I Y II

PROTECCIÓN CONTRA ALTAS TEMPERATURAS CRITICAS EN MODULO LED.	CON PROTECCIÓN DE FLUJO DE CORRIENTE CUANDO SUPERA LA TEMPERATURA MÁXIMA.
CONEXIONES ELECTRICAS ENTRE ELEMENTOS.	SE POSEEN CONEXIONES DIRECTAMENTE ON BOARD.
EXTREMOS DE CONDUCTORES INTERNOS DE LUMINARIA.	SE POSEEN CONEXIONES DIRECTAMENTE ON BOARD.
LUMINARIA PROTEGIDA CONTRA SOBRE TENSIÓN A TRAVÉS DEL USO DE LA PROTECCIÓN EXTERNO. TIPO PROTECCIÓN.	DPS 10KA
BASE PARA FOTOCONTROL.	NEMA7 (7 PINES) PRECABLEADA AL DRIVER PARA PERMITIR TELEGESTION
FACTOR DE MANTENIMIENTO PARA DISEÑOS FOTOMÉTRICOS	0.91
PESO TOTAL EN KG DE LA LUMINARIA.	ENTRE 3KG Y 6 KG
CUERPO DE LA LUMINARIA (CARCASA).	ALUMINIO FUNDIDO A PRESIÓN
ACABADO DE LA CARCASA.	PINTURA ELECTROSTATICA 10 AÑOS DE GARANTIA
DISIPADOR DE CALOR.	CUERPO DE LUMINARIA DISEÑADO PARA DISIPAR EL COLOR DEL MODULO EXTERIOR.
CARCASA OPCIONALMENTE PODRÁ ESTAR PROVISTA DE APOYOS ADICIONALES PARA FACILITAR LA INSTALACIÓN DEL DISPOSITIVO DE CONTROL O TELE GESTIÓN.	OPCIONAL
DRIVER SUPRESOR DE SOBRETENSIONES TRANSITORIAS A LA ENTRADA.	DRIVER CON PROTECCIÓN DE 10KV, 10KA, SURGE PROTECCIÓN.
NINGUNO DE LOS ELEMENTOS O PARTES TANTO EXTERNOS COMO INTERNOS DE LA LUMINARIA DEBEN PRESENTAR REBABAS, PUNTOS O BORDES CORTANTES.	GABINETE DE ALUMINIO INYECTADO EN UNA SOLA PIEZA CON PULIMENTO Y ACABADO FINO.
CARCAZA DE LA LUMINARIA CON AISLAMIENTO ELÉCTRICO.	CLASE I / II
EL DISEÑO DE LA LUMINARIA PERMITIRÁ, COMO MINIMO, LA REPOSICIÓN DEL MODULO LED Y EL DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL ELECTRÓNICO DE MANERA INDEPENDIENTE.	DISEÑO MODULAR DE LUMINARIA.
EL COMPORTAMIENTO DEL CONJUNTO ELÉCTRICO DEBE ESTAR DISEÑADO CON ACCESO PARA FACILITAR EL MANTENIMIENTO.	CON ACCESO INFERIOR
ENTRADA DE CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A LA LUMINARIA.	SEGÚN DISEÑO DE LA LUMINARIA

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es indispensable que se revise la metodología de remuneración regulatoria vs la contractual y se adelanten los ajustes del caso, asociadas con la remuneración del tercero, pues existen indicios claros que viene cobrando una remuneración superior a lo permitido por la Regulación aplicable a este contrato.

- El modelo financiero actual **NO** aplica la metodología dispuesta en la Resolución CREG 123 de 2011 y aquellas que la complementan, para determinar los costos máximos de remuneración por las actividades de Administración, Operación y Mantenimiento (CAOM) y Retorno de Inversión (CINV), situación contraria a la Ley y al contrato.

- Es necesario conocer el flujo de caja real ejecutado, especialmente desde la vigencia 2015, hasta a la fecha, teniendo en cuenta lo establecido en el contrato en cuanto a la aplicación al contrato de la resolución 123 de 2011, donde se detalle lo remunerado contractualmente vs lo que se debió remunerar desde el primer ajuste al contrato, realizado posteriormente a la expedición de la Res CREG 123 de 2011; toda vez que el ejercicio realizado demostraría una sobre-remuneraciòn al tercero por operación y mantenimiento, con las consecuencias derivadas de dichos hallazgos.

- Es indispensable y a partir de los resultados de este estudio, evaluar un proyecto integral de modernización del sistema de alumbrado público, que le permita al Municipio cumplir con la ley de Uso Racional de Energía, los planes de eficiencia energética y medio ambientales. Lo flujos actuales no evidencian una estrategia en este sentido, evidenciando una falta de planeación en el proyecto.

- Se debe adelantar un proceso de convocatoria para la selección del comercializador que se encargue del suministro de energía, en cumplimiento de lo definido en la Regulación.

- Es necesario que, tanto el tercero como la interventoría, que deben fungir como asesores del Municipio, adopten tal posición, considerando lo anterior.

- En los informes mensuales de interventoría, es evidente, que no se viene cumpliendo con lo contractualmente pactado, especialmente en lo relacionado con el seguimiento mensual y detallado al cumplimiento del tercero de la regulación y normatividad, en temas tan relevantes como.

    a. Cumplimiento normativo en los esquemas de remuneración
    b. Evidencias de recorridos diurnos y nocturnos del 100% al seguimiento a la infraestructura del área municipal.
    c. Inventario detallado por potencia y tecnología de las luminarias, así como su georreferenciación.
    d. Mensualmente determinar el índice de indisponibilidad de las luminarias.
    e. Análisis financieros a los costos del sistema de alumbrado público de acuerdo con lo pactado contractual y normativamente.
    f. Cumplimiento RETIE y RETILAP
    g. Sistema de PQR, entre otras falencias.

- La modernización del sistema de alumbrado público del municipio de Chiquinquirá logra satisfacer el concepto de eficiencia energética y uso racional y eficiente de la energía, mejorando la prestación del servicio de alumbrado público desde el punto de vista técnico, ambiental, social y económico.

- La eficiencia energética en alumbrado público consiste en cumplir con los parámetros técnicos exigidos para la correcta prestación del servicio, consumiendo la menor cantidad de energía posible. En el caso

específico del municipio Chiquinquirá, con la incorporación de las luminarias LED en el sistema, permite cumplir con los parámetros técnicos que señala el Ministerio de Minas y Energía – MME en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, contando con equipos de iluminación de alta eficacia lumínica y con 15 años de vida útil lo que garantiza la estabilidad del proyecto.

- La modernización del Sistema de Alumbrado Público – SALP tiene un impacto ambiental importante. Al reducir la carga instada del parque lumínico se disminuye el consumo de energía por concepto de alumbrado público, de igual manera se logra o una contribución importante a la problemática global con la que nos enfrentamos día a día que es el calentamiento global.

- Se le recomienda realizar de forma adecuada la selección de la luminaria a instalar, respetando las características técnicas sugeridas en este informe y mantener las alturas de montaje y especificaciones sugeridas en los diseños fotométricos, con el fin de garantizar la eficiencia del proyecto.

[i] Artículo 20. Costo máximo de la Actividad de Inversión del Sistema de Alumbrado Público.
ii Artículo 24. Costo máximo de la Actividad de la Administración, Operación y Mantenimiento – AOM de la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público.
[iii] Artículo 20. Costo máximo de la Actividad de Inversión del Sistema de Alumbrado Público.
iv Artículo 24. Costo máximo de la Actividad de la Administración, Operación y Mantenimiento – AOM de la infraestructura del Sistema de Alumbrado Público.