



**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y
LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD**

**Informe Etapa de Diseños
Componente Redes Secas
Cálculos Fotométricos Alumbrado Público Urbanismos
Estaciones y Pilonas**

CONSORCIO CS



BOGOTÁ, 2021 – Dic - 20

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-RSG--CASC-127-21

Informe Etapa Diseño Componente Redes Secas Cálculos Fotométricos Alumbrado Público Estaciones

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	22/12/2021	Versión inicial	33
Versión 01	14/01/2022	Modificación según observaciones de interventoría ISC-CAI-P1580 714	50
Versión 02	28/01/2022	Modificación según observaciones de interventoría ISC-CAI-P1580 714	50

EMPRESA CONTRATISTA

VALIDADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Diego Fernando Devia N. Especialista Redes Secas	Ing. Diego Fernando Devia N. Especialista Redes Secas	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. José Norberto Velandia Especialista en redes eléctricas, gas, teléfono, fibra óptica	Ing. Wilmer Alexander Roza Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS DEL DISEÑO FOTOMETRICO	5
2.1	OBJETIVOS GENERALES.....	5
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
3	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	7
3.1	LOCALIZACION ESPECIFICA DE AREAS OBJETO DE DISEÑO.	8
3.1	RECONOCIMIENTO DEL SITIO Y OBJETOS A ILUMINAR (RETILAP 200.1).	8
4	MEMORIAS DE CALCULO	9
4.1	MARCO NORMATIVO.....	9
4.2	REQUERIMIENTOS DE ILUMINACIÓN.....	9
4.3	PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS ESPERADOS:	10
4.4	MAGNITUD DEL PROYECTO	11
4.5	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FUENTES LUMINOSAS Y LUMINARIAS.....	13
4.6	CALCULO DE PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS.....	14
4.7	CÁLCULO DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO	21
4.8	GEOMETRIA DEL ALUMBRADO PUBLICO	25
4.9	REDES ELECTRICAS ALUMBRADO PÚBLICO	26
4.10	USO RACIONAL DE ENEGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO	26
5	PLAN DE MANTENIMIENTO	30
6	ANALISIS ECONOMICO DEL ALUMBRADO PUBLICO	31
7	VIAS VEHICULARES ESTACIONES LA VICTORIA Y ALTAMIRA.....	33
7.1	MEMORIAS DE CALCULO	34
7.2	TIPOS DE VIAS.....	34
7.3	PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS ESPERADOS:	35
7.4	MAGNITUD DEL PROYECTO	36
7.5	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FUENTES LUMINOSAS Y LUMINARIAS.....	36
7.6	CALCULO DE PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS.....	37
7.7	CÁLCULO DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO	43
7.8	GEOMETRIA DEL ALUMBRADO PUBLICO.....	46
7.9	REDES ELECTRICAS ALUMBRADO PÚBLICO	46
7.10	USO RACIONAL DE ENEGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO	47
7.11	PLAN DE MANTENIMIENTO	48
8	CONCLUSIONES	50

Tabla de figuras

Figura - 1 - Localización General del Proyecto	7
Figura - 6 – Tablas de caracterización de vías y áreas críticas RETILAP	10
Figura - 9 – Tablas de parámetros de categorización de proyectos de alumbrado público RETILAP	12
Figura - 10 – Tablas de resultados de cálculos lumínicos Pilonas y Áreas Remanentes Estaciones Victoria y Altamira.....	17
Figura - 5 – Tablas de inventario luminarias Roy Alpha y postes Tramo I estación 20 de Julio hasta pila 8	18
Figura - 6 – Tablas de inventario luminarias Roy Alpha y postes Tramo II Pila 14 hasta estación Altamira.....	19
Figura - 7 – Tablas de inventario luminarias GDS y postes Tramo I estación 20 de Julio hasta pila 8	20

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Figura - 6 – Tablas de inventario luminarias GDS y postes Tramo II Pilon 14 hasta estación Altamira.....	20
Figura - 9 – Tablas de inventario luminarias SCHREDER y postes Tramo I Pilon 3 hasta Pilon 8	20
Figura - 10 – Tablas de inventario luminarias SCHREDER y postes Tramo I Pilon 3 hasta Pilon 8	21
Figura - 11 – Tablas de calculo del factor de ensuciamiento FE.....	24
Figura - 11 – Tablas de cálculo del indicador DPEA.....	29
Figura - 11 – Curva tipo de plan de mantenimiento	31
Figura - 12 – Tablas Vida Útil Componentes 610.7.3.a.....	32
Figura - 13 – Resultados finales Análisis Económico de Alternativas	33
Figura - 16 – Tablas Clasificación de vías POT.....	34
Figura - 17 – Resultados lumínicos Vías La Victoria	39
Figura - 18 – Resultados lumínicos Vías Altamira.....	42
Figura - 19 – Tablas de cálculo del factor de ensuciamiento FE.....	45
Figura - 20 – Tablas de parámetro DPEA.....	47
Figura - 21 – Curva tipo de plan de mantenimiento	49

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

1 INTRODUCCIÓN

Este documento contiene el informe y memorias de cálculos detallados fotométricos para las áreas urbanísticas y más específicamente para las circulaciones peatonales diseñadas en el marco del urbanismo de las aéreas circundantes de implantación de estaciones LA VICTORIA y ALTAMIRA, así como de las PILONAS Nos. 3, 4, 5, 6, 8, 14, 15, 17, 18, 19, 20 y 21/22, como parte de la etapa de diseños del contrato “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, En Bogotá D.C.”, de acuerdo al reglamento técnico de iluminación y alumbrado público RETILAP versión vigente de marzo 30 de 2010:

En un capítulo aparte se presentan y analizan los diseños fotométricos de las vías adyacentes a las estaciones La Victoria y Altamira, dado en ellas se conjugan las siguientes particularidades:

- 1- **No se modifica la geometría de estas vías, es decir, los perfiles de las mismas se mantienen en lo concerniente a anchos de aceras y calzadas vehiculares.**
- 2- **Las luminarias existentes ya fueron objeto de modernización a tecnología LED, por parte del operador Enel – Codensa.**
- 3- **Debido a las modificaciones de urbanismo en las aceras adyacentes a la estación en la calle 41 sur y carrera 3C Este La Victoria y calle 43 A sur y Carrera 12B Este en Altamira, se hace necesario desplazar en más de 1,0m la ubicación actual de postes y luminarias.**
- 4- **según directiva de UAESP y en razón a la modernización de luminarias ya efectuadas, se debe reutilizar para calculo y posterior obra, las luminarias existentes, manteniendo la geometría de montaje de las mismas.**

2 OBJETIVOS DEL DISEÑO FOTOMETRICO

2.1 OBJETIVOS GENERALES

- **Elaborar y presentar el diseño detallado del alumbrado público de las áreas circundantes a los edificios de las Estaciones VICTORIA y ALTAMIRA y en específico sus caminos peatonales y de las áreas circundantes o remanentes (por la proyección de adquisición y demolición de inmuebles actualmente construidos en estas áreas) de las ubicaciones de pilonas o torres de soporte del cable aéreo,**

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

en adelante en este informe “PLAZOLETAS” las cuales fueron objeto de proyección de diseño arquitectónico y de tratamiento urbanístico por parte del componente de arquitectura de la consultoría.

- Proyectar una iluminación general suficiente y acorde con las necesidades de los futuros usuarios y transeúntes de estos espacios, de tal forma que se les provea una sensación de seguridad, comodidad y confort para la circulación o demás actividades a la comunidad tenga a bien efectuar allí.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar la caracterización del tipo de espacios o áreas urbanísticas resultantes, de acuerdo a los documentos Nos. 20214000229781 “Aprobación formato MU 702-I, proyecto Contrato IDU 1630 de 2020 “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.” y 20217000526212 “Formato MU 702-I “, respectivamente y que se anexan al presente informe, emanados de la UAESP.
- Con base en lo requerido por la UAESP y el RETILAP, presentar los resultados esperados en relación a niveles de iluminancia (ILprom) y uniformidad general (Uo), establecidos por el reglamento para esta clase de áreas críticas distintas a vías vehiculares, de acuerdo a las tablas 510.3 “Fotometría Mínima en Áreas Críticas Distinta a Vidas Vehiculares” del RETILAP.
- Mostrar los resultados obtenidos, para los parámetros mencionados, en los cálculos efectuados tanto con los datos propios de las luminarias utilizadas, como con las características del entorno en cuanto a definición del factor de mantenimiento general y con las herramientas informáticas utilizadas en cuanto a niveles de Iluminancia y uniformidad requeridos.
- Establecer un mínimo plan teórico de mantenimiento de la iluminación planteada.
- Analizar y mostrar los resultados de los cálculos de eficiencia energética de la iluminación diseñada, en términos de vatios instalados contra el área iluminada en m², de acuerdo lo establecido en RETILAP sección 510.6.1, teniendo en cuenta que, dado que no se trata de áreas específicamente dedicadas a vías vehiculares, no se puede hacer una comparación de los valores obtenidos de densidad de potencia contra los parámetros establecidos en la tabla 510.6.1.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Gestión de Proyectos
--	--	--

- Presentar para aprobación ante la UAESP los cálculos lumínicos correspondientes a estas áreas, bajo las premisas determinadas en los documentos precedentes y lo estipulado en los capítulos 3 sección 3.1.3 y 3.2. del Manual Único de Alumbrado Público MUAP actualizado 2021.
- Efectuar el análisis técnico y económico del proyecto, de acuerdo a la magnitud establecida por la UAESP del proyecto de iluminación en cuanto a la caracterización establecido por el RETILAP en la tabla 610.2.

3 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto del Cable San Cristóbal se desarrolla en la localidad de San Cristóbal, el cual contemplan dos Estaciones intermedias, la primera en el barrio la Victoria ubicado entre las calles 40 y 41 Sur y carreras 3A Este y 3C este, la segunda en el barrio la Altamira ubicado en la calle 42B sur y 43A sur entre las carreras 12A y 12B este, finalizando en el Portal del 20 de Julio ubicado en la Calle 30A sur con carrera quinta (5^{ta}).

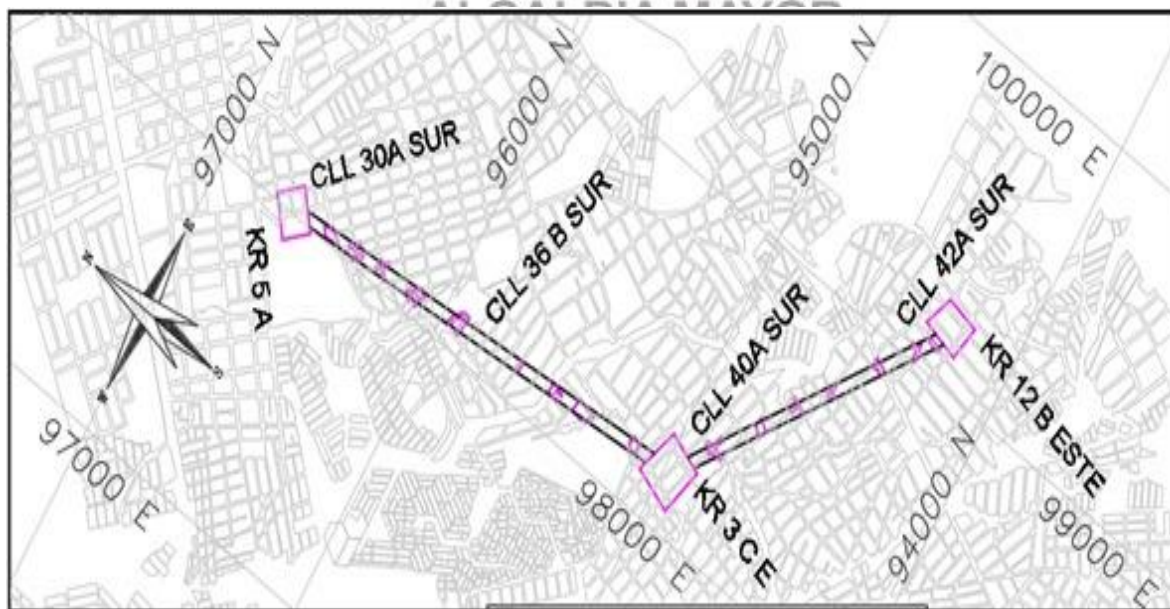


Figura - 1 - Localización General del Proyecto

Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

3.1 LOCALIZACION ESPECIFICA DE AREAS OBJETO DE DISEÑO.

Como ya se mencionó las áreas específicas objeto del presente informe corresponden a las remanentes de la proyección de construcción de las estaciones La Victoria y Altamira, así como de la construcción de las pilonas o torres de soporte del cable aéreo.

En la tabla siguiente se presentan las direcciones y coordenadas de estas ubicaciones.

ESTACION o PILONA	X	Y	DIRECCION FISICA	Z acabado pedestal hormigón (punto de apoyo del fuste metálico de la torre)	pline
T3	98.043,294	96.383,561	CRA 2A No. 31A- 14 S	2.638,68	98043,2939,96383,561
T4	98.055,029	96.265,443	CRA2 No. 31C-14S	2.660,23	98055,0286,96265,4425
T5	98.068,671	96.128,119	CRA 1 No. 31F- 01 S	2.671,09	98068,6712,96128,1185
T6	98.088,317	95.930,372	CLLE 35 SUR No. 0-32E	2.671,20	98088,3166,95930,3719
T8	98.132,347	95.487,174	CLL36 SUR No. 2A - 17E	2.742,82	98132,3468,95487,1737
Estación la Victoria	98.183,674	94.970,529			98183,6737,94970,5292
T14	98.237,914	94.930,969	CRA 3 C ESTE No. 40A - 24 S	2.744,30	98237,9138,94930,9692
T15	98.344,159	94.853,482	CRA 4 ESTE No. 41 - 12 S	2.756,05	98344,1589,94853,4823
T17	98.625,006	94.648,651	CRA 7 A ESTE No. 41 B - 35 S	2.802,28	98625,0056,94648,6512
T18	98.749,351	94.557,963	CRA 8 A ESTE No. 42-18S	2.822,26	98749,3506,94557,9625
T19	98.907,503	94.442,617	CRA 11 ESTE 42 A 44S FRENTE A URBANIZACION CIUDAD DE DIOS - LAGLORIA	2.840,34	98907,5033,94442,6169
T20	99.030,117	94.353,203	CLLE 42 B SUR No. 11 B - 38 E	2.854,92	99030,1173,94353,2034
T21	99.107,953	94.296,432	CRA 12 ESTE No. 42 B - 42 S	2.867,52	99107,9531,94296,4321
T22	99.133,650	94.277,682	CRA 12 A ESTE No. 42 B - 49 S	2.871,96	99133,6498,94277,6821
Estación Altamira	99.159,082	94.259,134			99159,0815,94259,134

Tabla 1 Localización geográfica de áreas de cálculo.
Fuente – Elaboración propia Consorcio CS

3.1 RECONOCIMIENTO DEL SITIO Y OBJETOS A ILUMINAR (RETILAP 200.1).

Las áreas a iluminar corresponden a las circundantes a los edificios de las Estaciones VICTORIA y ALTAMIRA y en específico sus caminos peatonales y de las áreas circundantes o remanentes (por la proyección de adquisición y demolición de inmuebles actualmente construidos en estas áreas) de las ubicaciones de pilonas o torres de soporte del cable aéreo, que hacen parte del área urbana de la Localidad de San Cristóbal en la ciudad de Bogotá D.C.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería de Proyectos
--	--	--

La zona es un área completamente definida y desarrollada urbanísticamente, con construcciones bajas de 1 a 3 pisos, para uso principalmente residencial de estratos 2 y 3 y en menor medida comercial, con algunas excepciones que tienen un uso industrial de tipo muy liviano, consistente principalmente en talleres de mecánica o metalmecánica.

En desarrollo de los diseños detallados del sistema de cable aéreo y su influencia en el entorno, se encuentran como resultante estas áreas remanentes y que para dar un equilibrio al entorno se define un diseño urbanístico en ellas, lo cual genera la necesidad de plantear el diseño de una iluminación pública para su conformación final.

4 MEMORIAS DE CALCULO

4.1 MARCO NORMATIVO

El presente informe y memorias de cálculo presentadas se basan de manera extensiva en el marco normativo y reglamentario que presenta el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP vigente, según resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010 y de manera específica los capítulos 2, 3, 5 y 6 “REQUISITOS GENERALES PARA UN SISTEMA DE ILUMINACION”, capítulo 3 “REQUISITOS DE PRODUCTOS PARA ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PUBLICO”, capítulo 5 “ALUMBRADO PÚBLICO E ILUMINACION EXTERIOR”, capítulo 6 “PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO”, respectivamente.

También y como documento fundamental para delimitación del marco normativo de los cálculos y memorias de diseño de alumbrado público objeto del presente informe, se tiene el “MANUAL UNICO DE ALUMBRADO PUBLICO MUAP de Bogotá – actualizado 2021.

Así mismo, el presente informe se basa en las premisas establecidas por la UAESP en los documentos emitidos Nos. 20214000229781 “Aprobación formato MU 702-I, proyecto Contrato IDU 1630 de 2020 “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.” y 20217000526212 “Formato MU 702-I “.

4.2 REQUERIMIENTOS DE ILUMINACIÓN

En razón a la localización del proyecto, a la tipología de construcciones vecinas y su correspondiente estrato urbano y a las condiciones físicas y topografías del sitio, los espacios remanentes y circulaciones peatonales a iluminar se clasifican de acuerdo a la tabla de áreas críticas 510.3.b del RETILAP, que se muestra a continuación y por tanto los requerimientos de iluminación serán los establecidos a este tipo de espacios, esencialmente destinados a la

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

circulación de peatones de las organizaciones y viviendas adyacentes y también a suministrar condiciones mínimas de seguridad pública para los habitantes de los barrios cercanos.

CLASE DE ILUMINACIÓN: Plazoletas C1.

Andenes, senderos C3.

Se aclara que esta caracterización se hace de manera específica en relación con los parámetros establecidos en las tablas relacionadas del RETILAP y las condiciones futuras de los espacios a iluminar en el área de estudio.



Clasificación	Clase de iluminación	Iluminancia promedio (luxes)	Uniformidad general $U_0 \geq \%$
Canchas múltiples recreativas	C0	50	40
Plazas y plazoletas	C1	30	33
Pasos peatonales subterráneos	C1	30	33
Puentes peatonales	C2	20	33
Zonas peatonales bajas y alledaños a puentes peatonales y vehiculares	C2	20	33
Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques	C3	15	33
Ciclo-rutas en parques	C2	20	40
Ciclo-rutas, senderos, paseos, alamedas y demás áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y demás áreas distantes de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas	C4	10	40

Tabla 510.3 b. Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares.

Figura - 2 – Tablas de caracterización de vías y áreas críticas RETILAP

Fuente RETILAP

4.3 PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS ESPERADOS:

De acuerdo con la caracterización presentada en el apartado 4.2, y a las tablas 510.3.b, se establecen los parámetros mínimos lumínicos y de uniformidades mínimos que deben cumplir los diseños y cálculos efectuados y contra tales parámetros deben analizarse los resultados obtenidos de las herramientas computacionales utilizadas.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
--	--	---

a) Para Plazoletas tipo C1,

Con cálculo de iluminancias:

Iluminancia promedio E_{prom} : 30Luxes
Factor de uniformidad general $U_o(\%) \geq 33\%$

b) Para Zonas peatonales C3,

Con cálculo de Iluminancias:

Luminancia promedio E_{prom} : 15Luxes
Factor de uniformidad general $U_o(\%) \geq 33\%$

4.4 MAGNITUD DEL PROYECTO

El análisis de la magnitud del proyecto se refiere a su categorización en cuanto al impacto del mismo sobre la comunidad, el área servida, las cantidades de puntos luminosos definidos y las cantidades de obra civil en cuanto metros lineales de canalizaciones requeridas para la instalación eléctrica de la iluminación proyectada.

Para este análisis se toma como marco referencial el parámetro establecido en el documento emitido por la UAESP No. 20214000229781 "Aprobación formato MU 702-I, proyecto Contrato IDU 1630 de 2020 "Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.", en el cual determina que el proyecto es de categoría C de acuerdo a la tabla RETILAP No. 610.2 de la imagen siguiente.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
--	--	---

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

Tabla 610.2 Categorización de los proyectos de Alumbrado Público

Notas:

P: Cantidad de luminarias [u].

L: Longitud de excavación ductería, red subterránea de alumbrado público[m].

Las clases de iluminación para el sistema vial se describen en el Capítulo 5.

Los proyectos menores de veinticinco (25) luminarias de complementación, remodelación o expansión, sobre vías con clase de iluminación M5 u otras áreas no están sujetos a trámite de evaluación de proyectos.

[2*] Para Proyectos Especiales, el municipio definirá el número de alternativas a presentar y las condiciones de entrega de las propuestas.

Figura - 3 – Tablas de parámetros de categorización de proyectos de alumbrado público RETILAP

Fuente RETILAP

En este sentido y dada la categorización del proyecto, se debe cumplir lo establecido en la sección 610.3 numeral a) de evaluación técnica del diseño, con la presentación de por lo menos tres (3) propuestas fotométricas de las que se tenga compromiso de cumplimiento y suministro en el evento que sea escogida.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
--	--	---

4.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FUENTES LUMINOSAS Y LUMINARIAS.

De acuerdo a lo establecido en el MANUAL UNICO DE ALUMBRADO PUBLICO MUAP, los principales criterios para la selección de luminarias y fuentes lumínicas, son:

- Luminarias y fuentes seleccionadas aseguren la calidad, estabilidad del servicio de alumbrado público en beneficio del bienestar de la comunidad.¹
- Luminarias y fuentes seleccionadas estén dentro del marco legal colombiano y que aseguren una cantidad sustancial de proveedores o productores.²
- Luminarias y fuentes seleccionadas serán de tipo Led en referencia al uso de nuevas tecnologías que aseguren el uso racional de la energía y amigables con el medio ambiente.

Con base tanto en los parámetros de magnitud del proyecto como de los criterios de selección de luminarias y fuentes luminosas, se efectuaron los cálculos que se anexan al presente informe, con los siguientes productores y luminarias:

- SCHREDER
 - AVENTO GEN2 S 96 LEDs 166mA NW740 Flat glass 5195 462798 34,6W 5193lm
 - AVENTO GEN2 S 96 LEDs 166mA NW740 Flat glass 5195 462798 50,5W 7061lm
- GDS LIGHTING S.R.L.
 - SLCS V07 NW 16/24 LEDs 20,2W, 3.081lm
 - SLCS V07 NW 16/24 LEDs 24,7W, 3.737lm
 - SLCS V07 NW 16/24 LEDs 32,1W, 4.746lm
 - SLCS V07 NW 24/32 LEDs 46.3W, 6.847lm
 - SLCS V07 NW 24/32 LEDs 51,6W, 7.559lm
- ROY ALPHA
 - ROY ALPHA - OMEGA I LED 30W 12 LED 3363 lm
 - ROY ALPHA - OMEGA II LED 70.5W 128 LED 9667 lm

^{1,2} tomado del Manual Único de Alumbrado Público MUAP.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

- ROY ALPHA - RALED I LED 46W 16 LED 4886 lm
- ROY ALPHA - RALED I LED 57W 128 LED 5799 lm

4.6 CALCULO DE PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS.

Utilizando herramientas de cálculo computacionales como el DIALUX EVO versión 10 para las marcas seleccionadas, se obtuvieron los siguientes resultados lumínicos, para las áreas críticas en estudio.



FABRICANTE	AREA CALCULADA	AREA CALCULADA	CODIGO CALCULO	CLASE DE AREA	CALCULO ILUMINANCIA	
					Em(Lx)	Ug(%)
ROY ALPHA	T3	Plazoleta N 0.00m			30.4 lx	62%
		Paso peatonal N 1.80m			17.8 lx	50%
		Escalera			36.4 lx	55%
	T4	Plazoleta N 0.00m			33.2 lx	39%
		Plazoleta N 1.30m			34.6 lx	43%
		Escalera N 0.7m			31.6 lx	58%
	T5	Plazoleta N 0.90m			36.0 lx	78%
		Escalera N 0.3m			20.8 lx	61%
	T6	Escalera 1N 2.5m			24.6 lx	89%
		Escalera 2 N 2.70m			46.3 lx	72%
		Escalera 3 N 1.2m			30.2 lx	87%
		Sendero 2 N 2.3m			18.0 lx	40%
		Plazoleta 2 N 1.85m			34.8 lx	63%
		Plazoleta 1 N 2.9m			31.6 lx	34%
		Sendero 1 N 2.3m			25.6 lx	38%
		Escalera 1 N 3.49m			38.1 lx	68%
		Plazoleta 2 N 2.5m			48.7 lx	37%
		Escalera 2 N 1.5m			36.5 lx	41%
	T8	Plazoleta 1 N 4.7m			51.4 lx	34%
		Plazoleta 1 N 11.06m			30.50 lx	34%
		Paso peatonal 8 N 10.30			30.40 lx	37%
	Estación la Victoria	Plazoleta 2 N 5.30m			36.20 lx	48%
		Plazoleta 3 N 5.7m			40.00 lx	60%
		Escalera 1 N 8.0m			48.70 lx	35%
		Escalera 2 N 7.25m			58.30 lx	45%
		Escalera 3 N 3.0m			33.60 lx	47%
		Escalera 5 N 10.30m			38.60 lx	33%
		Sendero 6 N 2.8m			26.70 lx	35%
		Sendero 7 N 0.8m			28.90 lx	46%
		Sendero 8 N 1.0m			37.80 lx	56%
		Sendero 9 N 5.4m			38.20 lx	70%
		Sendero 14 N 0.0m			26.20 lx	40%
		Sendero 15 N 0.1m			16.20 lx	49%
		Paso peatonal 1 N 0.10m			30.80 lx	56%
		Paso peatonal 2 N 5.0m			32.90 lx	53%
		Paso peatonal 3 N 10.4m			25.10 lx	63%
		Paso peatonal 4 N 3.83m			30.30 lx	41%
		Paso peatonal 5 N 4.67m			30.70 lx	58%
		Paso peatonal 6 N 6.30m			35.10 lx	53%
		Paso peatonal 7 N 7.90m			35.50 lx	67%
		Plazoleta N 0.0m			30.4 lx	33%
		Paso Peatonal 2 N 3.9m			22.3 lx	42%
		Paso Peatonal 3 N 3.4m			24.7 lx	40%
		Paso Peatonal 4 N 0.5m			19.8 lx	34%
		Paso Peatonal 1 N 5.5m			15.0 lx	59%
		Escalera 1 N 4.5m			16.6 lx	76%
		Escalera 2 N 3.0m			23.2 lx	48%
		Escalera 3 N 1.79m			19.9 lx	80%
		Escalera 4 N 1.8m			15.0 lx	76%
	T17	Plazoleta N 3.0m			35.0 lx	37%
		Escalera N 0.81m			16.0 lx	56%
		Plazoleta 1 N 2.4m			31.7 lx	52%
	T18	Plazoleta 2 N 1.3m			28.4 lx	55%
		Paso Peatonal			15.5 lx	77%
		Escalera 1 N 1.8m			38.7 lx	43%
		Escalera 2 N 0.79m			15.3 lx	44%
		Escalera 3 N 1.3m			15.9 lx	86%
	T19	Plazoleta 1 N 1.2m			34.2 lx	47%
		Plazoleta 2 N 3.0m			37.8 lx	64%
		Plazoleta 3 N 4.2m			34.2 lx	35%
		Escalera 1 N 2.2m			43.4 lx	62%
		Escalera 2 N 3.6m			38.1 lx	54%
	T20	Plazoleta 1 N 1.2m			33.2 lx	56%
		Plazoleta 2 N 3.7m			34.4 lx	57%
		Escalera 1 N 2.5m			31.7 lx	72%
		Escalera 2 N 4.49m			29.7 lx	48%
	T21/T22	Paso Peatonal 1 N 0.9m			37.9 lx	56%
		Paso Peatonal 2 N 2.4m			15.8 lx	78%
		Paso Peatonal 3 N 4.4m			41.1 lx	55%
		Paso Peatonal 4 N 5.9m			20.7 lx	78%
		Paso Peatonal 5 N 7.2m			22.8 lx	60%
		Escalera 1 N 0.45m			16.7 lx	60%
		Escalera 2 N 1.65m			43.3 lx	56%
		Escalera 3 N 3.4m			21.3 lx	55%
		Escalera 4 N 5.15m			33.1 lx	51%
		Escalera 5 N 6.55m			21.6 lx	78%
	Estación Altamira	Ingreso Vehicular N 0.0m			20.7 lx	40%
		Sendero 1 N 0.0m			39.0 lx	54%
		Sendero 2 N 0.0m			32.4 lx	35%
		Sendero 3 N 0.0m			20.3 lx	34%
		Sendero 4 N 0.0m			24.8 lx	40%

FABRICANTE	AREA CALCULADA	AREA CALCULADA	CODIGO CALCULO	CLASE DE AREA	CALCULO ILUMINANCIA	
					Em(Lx)	Ug(%)
GDS	T3	Plazoleta N 0.00m			30,3 lx	54%
		Paso peatonal N 1,80m			16,2 lx	53%
		Escalera			38,1 lx	64%
	T4	Plazoleta N 0.00m			34,5 lx	51%
		Plazoleta N 1.30m			36,3 lx	51%
		Escalera N 0,7m			36,4 lx	77%
	T5	Plazoleta N 0,90m			30,5 lx	64%
		Escalera N 0,3m			18,3 lx	50%
	T6	Escalera 1N 2.5m			31,2 lx	60%
		Escalera 2 N 2.70m			33,2 lx	77%
		Escalera 3 N 1.2m			20,3 lx	46%
		Sendero 2 N 2.3m			20,4 lx	45%
		Plazoleta 2 N 1.85m			27,5 lx	93%
		Plazoleta 1 N 2.9m			32,3 lx	76%
		Sendero 1 N 2.3m			26,4 lx	63%
	T8	Escalera 1 N 3.49m			37,1 lx	48%
		Plazoleta 2 N 2.5m			30,4 lx	35%
		Escalera 2 N 1.5m			26,1 lx	58%
		Plazoleta 1 N 4.7m			22,2 lx	47%
	Estación la Victoria	Plazoleta			31,0 lx	37%
		Sendero 1			20,7 lx	37%
		Sendero 2			19,4 lx	69%
	T14	Plazoleta N 0.0m			31,2 lx	39%
	T15	Paso Peatonal 2 N 3.9m			15,1 lx	58%
		Paso Peatonal 3 N 3.4m			19,8 lx	53%
		Paso Peatonal 4 N 0.5m			21,1 lx	54%
		Paso Peatonal 1 N 5.5m			16,6 lx	40%
		Escalera 1 N 4.5m			16,3 lx	75%
		Escalera 2 N 3.0m			17,9 lx	55%
		Escalera 3 N 1.79m			16,3 lx	78%
		Escalera 4 N 1.8m			18,5 lx	85%
	T17	Plazoleta N 3.0m			33,6 lx	43%
		Escalera N 0.81m			15,2 lx	54%
	T18	Plazoleta 1 N 2.4m			32,2 lx	54%
		Plazoleta 2 N 1.3m			39,8 lx	45%
		Paso Peatonal			16,2 lx	78%
		Escalera 1 N 1.8m			48,3 lx	52%
		Escalera 2 N 0.79m			15,0 lx	45%
		Escalera 3 N 1.3m			20,7 lx	73%
	T19	Plazoleta 1 N 1.2m			31,4 lx	42%
		Plazoleta 2 N 3.0m			34,4 lx	71%
		Plazoleta 3 N 4.2m			31,9 lx	37%
		Escalera 1 N 2.2m			41,6 lx	69%
		Escalera 2 N 3.6m			29,3 lx	70%
	T20	Plazoleta 1 N 1.2m			31,1 lx	45%
		Plazoleta 2 N 3.7m			31,9 lx	43%
		Escalera 1 N 2.5m			30,4 lx	44%
		Escalera 2 N 4.49m			27,4 lx	37%
	T21/T22	Paso Peatonal 1 N 0.9m			29,9 lx	57%
		Paso Peatonal 2 N 2.4m			15,9 lx	71%
		Paso Peatonal 3 N 4.4m			32,5 lx	60%
		Paso Peatonal 4 N 5.9m			19,0 lx	68%
		Paso Peatonal 5 N 7.2m			28,2 lx	55%
		Escalera 1 N 0.45m			16,7 lx	67%
		Escalera 2 N 1.65m			30,5 lx	61%
		Escalera 3 N 3.4m			15,5 lx	61%
		Escalera 4 N 5.15m			23,6 lx	64%
		Escalera 5 N 6.55m			23,1 lx	75%
	Estación Altamira	Ingreso Vehicular N 0.0m			20,0 lx	50%
		Sendero 1 N 0.0m			22,6 lx	60%
		Sendero 2 N 0.0m			22,5 lx	33%
		Sendero 3 N 0.0m			16,1 lx	34%
		Sendero 4 N 0.0m			15,3 lx	48%

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

FABRICANTE	AREA CALCULADA	AREA CALCULADA	CODIGO CALCULO	CLASE DE AREA	CALCULO ILUMINANCIA	
					Em(Lx)	Ug(%)
SCHREDER	T3	Plazoleta N 0.00m			52,4lx	51%
		Paso peatonal N 1.80m			35,6lx	40%
		Escalera			61,7lx	60%
	T4	Plazoleta N 0.00m			63,3lx	42%
		Plazoleta N 1.30m			46,6lx	42%
		Escalera N 0,7m			82,0lx	56%
	T5	Plazoleta N 0,90m			41,3lx	15%
		Escalera N 0,3m			52,0lx	41%
	T6	Escalera 1N 2.5m			75,1lx	75%
		Escalera 2 N 2.70m			62,2lx	80%
		Escalera 3 N 1.2m			38,4 lx	34%
		Sendero 2 N 2.3m			47,4lx	41%
		Plazoleta 2 N 1.85m			69,9lx	39%
		Plazoleta 1 N 2.9m			47,8lx	50%
		Sendero 1 N 2.3m			41,4lx	41%
	T8	Escalera 1 N 3.49m			41,2lx	85%
		Plazoleta 2 N 2.5m			50,4lx	33%
		Escalera 2 N 1.5m			53,4lx	63%
		Plazoleta 1 N 4.7m			43,0lx	40%
	Estación la Victoria	Rampa 1 N 2.095m			30,0 lx	61%
		Rampa 2 N 5.335m			31,5 lx	32%
		Rampa 3 N 5.945m			48,0 lx	62%
		Sendero Peatonal 1 N6,6m			55,6 lx	49%
		Escaleras 3 N3,9m			26,1 lx	42%
		Escaleras 2 N4,199m			36,0 lx	69%
		Sendero Peatonal 2 N6,6m			58,7 lx	59%
		Escaleras 1 N 10,0m			35,7 lx	44%
		Rampa 4 N7,0m			42,8 lx	38%
	T14	Plazoleta N 0.0m			26,8lx	34%
	T15	Paso Peatonal 2 N 3.9m			46,1lx	46%
		Paso Peatonal 3 N 3.4m			73,3lx	42%
		Paso Peatonal 4 N 0.5m			39,4lx	42%
		Paso Peatonal 1 N 5.5m			39,0lx	37%
		Escalera 1 N 4.5m			59,1lx	74%
		Escalera 2 N 3.0m			65,2lx	55%
		Escalera 3 N 1.79m			61,6lx	39%
		Escalera 4 N 1.8m			46,3lx	68%
	T17	Plazoleta N 3.0m			21,7lx	49%
		Escalera N 0.81m			9,4lx	40%
	T18	Plazoleta 1 N 2.4m			32,6lx	62%
		Plazoleta 2 N 1.3m			67,7lx	67%
		Paso Peatonal				
		Escalera 1 N 1.8m			61,7lx	82%
		Escalera 2 N 0.79m			25,6lx	45%
		Escalera 3 N 1.3m				
	T19	Plazoleta 1 N 1.2m			49,9lx	34%
		Plazoleta 2 N 3.0m			47,9lx	33%
		Plazoleta 3 N 4.2m			27,1lx	75%
		Escalera 1 N 2.2m			45,0lx	70%
		Escalera 2 N 3.6m			31,1lx	63%
	T20	Plazoleta 1 N 1.2m			52,5lx	37%
		Plazoleta 2 N 3.7m			78,8lx	51%
		Escalera 1 N 2.5m			53,9lx	63%
		Escalera 2 N 4.49m			77,2lx	33%
	T21/T22	Paso Peatonal 1 N 0.9m			44,4lx	50%
		Paso Peatonal 2 N 2.4m			6,5lx	56%
		Paso Peatonal 3 N 4.4m			42,0lx	53%
		Paso Peatonal 4 N 5.9m			15,6lx	50%
		Paso Peatonal 5 N 7.2m			37,1lx	35%
		Escalera 1 N 0.45m			39,1lx	64%
		Escalera 2 N 1.65m			4,0lx	63%
		Escalera 3 N 3.4m			28,90lx	57%
		Escalera 4 N 5.15m			34,6lx	78%
		Escalera 5 N 6.55m			30,8lx	11%
	Estación Altamira	Ingreso Vehicular N 0.0m			33,4lx	33%
		Sendero 1 N 0.0m			72,1lx	50%
		Sendero 2 N 0.0m			55,0lx	47,0%
		Sendero 3 N 0.0m			49,2lx	37%
		Sendero 4 N 0.0m			56,8lx	33%

Figura - 4 – Tablas de resultados de cálculos lumínicos Pilonas y Áreas Remanentes Estaciones Victoria y Altamira

Fuente Dialux Evo

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

CANTIDADES PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCION	CANTIDAD
ROY ALPHA - OMEGA I LED 30W 12 LED 3363 lm	 P	17
ROY ALPHA - OMEGA II LED 70.5W 128 LED 9667 lm	 P	2
ROY ALPHA - RALED I LED 46W 16 LED 4886 lm	 P	3
ROY ALPHA - RALED I LED 57W 16 LED 5799 lm	 P	5
POSTE	CONVENCION	CANTIDAD
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 6m - BRAZO SENCILLO 0.5m		8
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 6m - BRAZO DOBLE 0.5m		10

Figura - 5 – Tablas de inventario luminarias Roy Alpha y postes Tramo I estación 20 de Julio hasta pylon 8

Fuente Elaboración propia Consorcio CS

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

CANTIDADES PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCION	CANTIDAD
ROY ALPHA - OMEGA I LED 30W 12 LED 3363 lm		5
ROY ALPHA - RALED I LED 46W 16 LED 4886 lm		5
ROY ALPHA - RALED I LED 57W 16 LED 5799 lm		16
ROY ALPHA - OMEGA II LED 70.5W 128 LED 9667 lm		7
POSTE	CONVENCION	CANTIDAD
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 6m - BRAZO DOBLE 0.5m		16
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 8m - BRAZO SENCILLO 0.5m		2
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 9m - BRAZO TRIPLE 0.5m		1

Figura - 6 – Tablas de inventario luminarias Roy Alpha y postes Tramo II Pilona 14 hasta estación Altamira

Fuente Elaboración propia Consorcio CS

CANTIDADES DEL PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCIONES	CANTIDADES
LUMINARIA SLCS SW NW 16 o 24LED 20.2W 3.140lm		2
LUMINARIA SLCS V07 NW 16 o 24LED 20.2W 3.081lm		10
LUMINARIA SLCS V07 NW 16 o 24LED 24.7W 3.737lm		4
LUMINARIA SLCS V07 NW 16 o 24LED 32.1W 4.746lm		10
LUMINARIA SLCS V07 NW 24 o 32LED 46.3W 6.847lm		2
POSTE	CONVENCIONES	CANTIDADES
POSTE METÁLICO 6m - BRAZO SENCILLO 0.5m		8
POSTE METÁLICO 6m - BRAZO DOBLE 0.5m		10

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Figura - 7 – Tablas de inventario luminarias GDS y postes Tramo I estación 20 de Julio hasta pila 8

Fuente Elaboración propia Consorcio CS

CANTIDADES DEL PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCIONES	CANTIDADES
LUMINARIA SLCS V07 NW 16 o 24LED 20.2W 3.081lm		8
LUMINARIA SLCS V07 NW 16 o 24LED 24.7W 3.737lm		4
LUMINARIA SLCS V07 NW 16 o 24LED 32.1W 4.746lm		13
LUMINARIA SLCS V07 NW 24 o 32LED 46.3W 6.847lm		6
LUMINARIA SLCS V07 NW 24 o 32LED 51.6W 7.559lm		6
LUMINARIA SLCS V07 NW 24 o 32LED 63.2W 8.937lm		5
POSTE	CONVENCIONES	CANTIDADES
POSTE METÁLICO 6m - BRAZO SENCILLO 0.5m		25
POSTE METÁLICO 6m - BRAZO DOBLE 0.5m		20
POSTE METÁLICO 9m - TRES BRAZOS 0.5m		1

Figura - 8 – Tablas de inventario luminarias GDS y postes Tramo II Pila 14 hasta estación Altamira

Fuente Elaboración propia Consorcio CS

CANTIDADES PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCION	CANTIDAD
AVENTO GEN2 S 96 LEDs 166mA NW740 Flat glass 5195 462798 34,6W 7061lm		36
POSTE	CONVENCION	CANTIDAD
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 6m - BRAZO SENCILLO 0.5m		18
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 6m - BRAZO DOBLE 0.5m		9

Figura - 9 – Tablas de inventario luminarias SCHREDER y postes Tramo I Pila 3 hasta Pila 8

Fuente Elaboración propia Consorcio CS

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

CANTIDADES PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCION	CANTIDAD
○ AVENTO GEN2 S 96 LEDs 166mA NW740 Flat glass 5195 462798 34,6W 5193lm	 P	45
○ AVENTO GEN2 S 96 LEDs 166mA NW740 Flat glass 5195 462798 50,5W 7061lm	 P	0
POSTE	CONVENCION	CANTIDAD
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 6m - BRAZO SENCILLO 0.5m		10
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 6m - BRAZO DOBLE 0.5m		16
POSTE METÁLICO GALVANIZADO 9m - BRAZO TRIPLE 0.5m		1

Figura - 10 – Tablas de inventario luminarias SCHREDER y postes Tramo II Pilonas 14 hasta Estación Altamira

Fuente Elaboración propia Consorcio CS

4.7 CÁLCULO DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

El factor de mantenimiento es el parámetro que tiene en cuenta tanto las condiciones del entorno como internas de la luminaria y fuente luminosa seleccionada de cada fabricante y que afecta de manera directa los resultados lumínicos obtenidos en razón a que es el factor “de seguridad” de los mismos, de tal forma que se pueda asegurar los niveles lumínicos mínimos calculados durante a vida útil de la fuente luminosa.

Para cada luminaria el factor de mantenimiento calculado es diferente ya que depende directamente de factores como el grado de protección IP de la luminaria y del factor de depreciación del flujo luminoso de la fuente lumínica en su vida útil.

El factor de mantenimiento FM se calcula de la siguiente manera:

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Cálculo de factor de mantenimiento de luminarias:

Este dado por la siguiente ecuación:

$$FM = Enc \times FE \times DBL \times Fb \times R$$

Donde:

Enc: Efectos no controlables (en estudio y no tenidos en cuenta para el cálculo)

FE: Factor de Ensuciamiento

DBL: Factor de depreciación luminosa del led.

Fb: Factor de balasto, el cual según RETILAP

R: Reemplazo de la bombilla (en estudio y no tenidos en cuenta para el cálculo)

Así, la ecuación quedaría como:

$$FM = FE \times DBL \times Fb \times \frac{\text{MOVILIDAD}}{\text{Instituto de Desarrollo Urbano}}$$

Donde FE es el factor que tiene en cuenta los aspectos externos a la luminaria como la acumulación de suciedad en el conjunto óptico, lo cual depende de las condiciones de polución ambiental en el sitio de instalación de la luminaria, así como del grado de hermeticidad de la misma.

Este factor se define por medio de las tablas Nos. 580.2.3.b. y 580.2.3.c del RETILAP, que se muestran en la figura No. 11.

En este sentido, al calcular el FE se puede determinar la periodicidad con la cual se debe efectuar la limpieza de la luminaria dentro de las actividades de mantenimiento preventivo del alumbrado público.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Categoría	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 400 μm^3	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Tabla 580.2.3 b. Clasificación de los niveles de contaminación

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

Tabla 580.2.3 C Periodos máximos para realizar limpieza del conjunto óptico de luminarias

Fuente: Adaptación norma NTC 900 Tabla 18

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

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

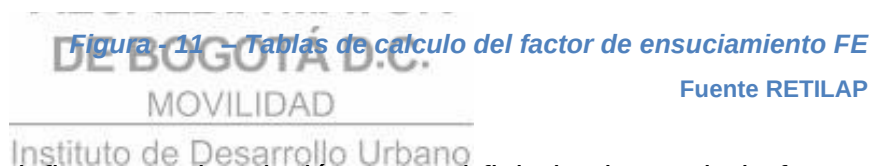
Tabla 580.2.3 e. Factores de ensuciamiento de las Luminarias,
Según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el periodo de limpieza utilizado

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

(b) - Conjunto óptico completamente sellado.

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

Para la clasificación de las luminarias, consultar las normas IEC 60529 y 60598 para IP y EN-50102 para el grado IK



El factor de balasto F_b se define como la relación entre el flujo luminoso de la fuente funcionando con el balasto de producción y el flujo luminoso de la misma fuente funcionando con el balasto de referencia.

Para el caso de este estudio se asume con un valor F_b de 1, dado que los balastos usados por los diferentes fabricantes son de mínimas pérdidas.

Finalmente, el factor DBL define la depreciación del flujo luminoso de la fuente lumínica en función del tiempo de operación, hasta llegar a nivel que no mantenga las condiciones mínimas de iluminación y se determine la necesidad de cambio de la fuente, lo cual se vería reflejado en la programación del mantenimiento preventivo y correctivo del alumbrado público determinando así la periodicidad de remplazo de las luminarias.

Este factor es exclusivo de cada fabricante y cada led o grupo de los mismos incluidos en la luminaria tiene su curva particular de depreciación lumínica.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Así, los factores de mantenimiento calculados para los tres fabricantes incluidos en el estudio, en resumen, serían:

- Schreder: 0.91 con un periodo de limpieza de 24 meses.
- Roy Alpha: 0.91 con un periodo de limpieza de 24 meses.
- GDS: 0.91 con un periodo de limpieza de 24 meses.

Este periodo está determinado por la UAESP en el documento No. 20214000229781 de aprobación del formulario MU 702-I del 19 de noviembre de 2021 y que hace parte integrante del presente informe.

4.8 GEOMETRIA DEL ALUMBRADO PUBLICO

La geometría del alumbrado público hace referencia a la disposición de los elementos que lo constituyen y que determinan, al igual que las características luminotécnicas de las luminarias seleccionadas, en gran medida los resultados lumínicos obtenidos en el estudio.

Estas medidas en términos generales son:

- Disposición de las luminarias: en relación a la ubicación espacial de los puntos lumínicos (postes y luminarias) y pueden ser unilaterales, o sea ubicadas a un solo costado de la vía, bilaterales opuesta o alternada, es decir a ambos costados de la vía, central doble en separador.
- Inter distancia, que se refiere a la separación física entre los puntos luminosos a lo largo de la vía.
- Altura de montaje, es la altura de la luminaria sobre el plano de la vía.
- Inclinação: Es el ángulo de inclinación de la luminaria con respecto a la horizontal de referencia.
- Avance: Es la distancia horizontal entre el bordillo de la vía y la luminaria, ya sea al interior de la calzada o sobre la acera.

Dado que las fuentes luminosas y las luminarias de los diferentes fabricantes que se presentan como alternativas en el proyecto, tienen características de distribución del flujo luminoso distinto, se generan geometrías distintas para cada fabricante.

En los planos y memorias de cálculo lumínicos anexos, se incluye los detalles de las secciones que muestran las medidas de la geometría de cada diseño y fabricante.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

4.9 REDES ELECTRICAS ALUMBRADO PÚBLICO

Las redes eléctricas del alumbrado público objeto de las presentes memorias serán compartidas o de uso común, dado que el tipo de proyecto no requiere la proyección de transformador y redes exclusivas.

La tensión de alimentación será la de los transformadores exteriores de las zonas de instalación y que, dado que en general son para cargas de tipo residencial, será 208V.

El diseño de la distribución eléctrica para este alumbrado público será objeto de los proyectos serie 5 y serie 6 que hacen parte del alcance de la consultoría general en redes secas y se presentaran como tales al Operador de Red Codensa.

4.10 USO RACIONAL DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO

En los diseños de alumbrado público es necesario no perder de vista el uso racional de la energía toda vez que este servicio repercute directamente sobre las finanzas de los municipios como responsables directos del servicio de alumbrado público.

En este sentido se debe evaluar la máxima densidad de potencia en el alumbrado o DPEA.

Para el caso de este estudio y dado que las áreas objeto de diseño de alumbrado público No se consideran vías vehiculares, se efectúa y presenta el cálculo de la densidad de potencia, pero no se plantea comparación con los parámetros de la tabla RETILAP 610.6.1.

El DPEA se calcula a partir de la determinación de la carga total instalada para el alumbrado y el área total por iluminar en cada una de las pilonas y áreas remanentes de las estaciones La Victoria y Altamira.

$$\text{DPEA} = (\text{Carga total conectada para alumbrado}) / (\text{Área Total Iluminada})$$

En la figura siguiente No. 12 se muestra los resultados obtenidos para el indicador DPEA en estas áreas.

FABRICANTE	AREA CALCULADA	AREA CALCULADA	POTENCIA LUMINARIAS(W)								AREA (m2)	DENSIDAD DE POTENCIA(W/m2)
					30	46	57	70,5	76			
ROY ALPHA	T3	Piazoleta N 0.00m			4						233	0,52
		Paso peatonal N 1.80m										
		Escalera										
	T4	Piazoleta N 0.00m					2				175	0,65
		Piazoleta N 1.30m										
		Escalera N 0.7m										
	T5	Piazoleta N 0.90m			4						215	0,56
		Escalera N 0.3m										
	T6	Escalera 1N 2.5m			10	2					890	0,44
		Escalera 2 N 2.70m										
		Escalera 3 N 1.2m										
		Sendero 2 N 2.3m										
		Piazoleta 2 N 1.85m										
		Piazoleta 1 N 2.9m										
		Sendero 1 N 2.3m										
	T8	Escalera 1 N 3.49m				1	3				432	0,50
		Piazoleta 2 N 2.5m										
		Escalera 2 N 1.5m										
		Piazoleta 1 N 4.7m										
	Estación la Victoria	Piazoleta 1 N 11,06m			45		2	4			2312	1,07
		Paso peatonal 8 N 10,30										
		Piazoleta 2 N 5,30m										
		Piazoleta 3 N 5,7m										
		Escalera 1 N 8,0m										
		Escalera 2 N 7,25m										
		Escalera 3 N 3,0m										
		Escalera 5 N 10,30m										
		Sendero 6 N 2,8m										
		Sendero 7 N 0,8m										
		Sendero 8 N 1,0m										
		Sendero 9 N 5,4m										
		Sendero 14 N 0,0m										
		Sendero 15 N 0,1m										
		Paso peatonal 1 N 0,10m										
		Paso peatonal 2 N 5,0m										
		Paso peatonal 3 N 10,4m										
		Paso peatonal 4 N 3,83m										
		Paso peatonal 5 N 4,67m										
		Paso peatonal 6 N 6,30m										
		Paso peatonal 7 N 7,90m										
	T14	Piazoleta N 0.0m						4			592	0,48
	T15	Paso Peatonal 2 N 3.9m			1	5					881	0,30
		Paso Peatonal 3 N 3.4m										
		Paso Peatonal 4 N 0.6m										
		Paso Peatonal 1 N 5.5m										
		Escalera 1 N 4.5m										
		Escalera 2 N 3.0m										
		Escalera 3 N 1.79m										
		Escalera 4 N 1.8m										
	T17	Piazoleta N 3.0m					2	1			295	0,63
		Escalera N 0.81m										
	T18	Piazoleta 1 N 2.4m					2				264	0,43
		Piazoleta 2 N 1.3m										
		Paso Peatonal										
		Escalera 1 N 1.8m										
		Escalera 2 N 0.79m										
		Escalera 3 N 1.3m										
	T19	Piazoleta 1 N 1.2m			8						509	0,47
		Piazoleta 2 N 3.0m										
		Piazoleta 3 N 4.2m										
		Escalera 1 N 2.2m										
		Escalera 2 N 3.6m										
	T20	Piazoleta 1 N 1.2m						2			363	0,39
		Piazoleta 2 N 3.7m										
		Escalera 1 N 2.5m										
		Escalera 2 N 4.49m										
	T21/T22	Paso Peatonal 1 N 0.9m					12				1287	0,53
		Paso Peatonal 2 N 2.4m										
		Paso Peatonal 3 N 4.4m										
		Paso Peatonal 4 N 5.9m										
		Paso Peatonal 5 N 7.2m										
		Escalera 1 N 0.45m										
		Escalera 2 N 1.65m										
		Escalera 3 N 3.4m										
		Escalera 4 N 5.15m										
		Escalera 5 N 6.55m										
	Estación Altamira	Ingreso Vehicular N 0.0m			10						687	0,67
		Sendero 1 N 0.0m										
		Sendero 2 N 0.0m										
		Sendero 3 N 0.0m										
		Sendero 4 N 0.0m										

FABRICANTE	AREA CALCULADA	AREA CALCULADA	POTENCIA LUMINARIAS(W)								AREA (m2)	DENSIDAD DE POTENCIA(W/m2)
			20,2	24,7	32,1	46,3	51,6	63,2				
GDS	T3	Plazoleta N 0.00m			4						233	0,55
		Paso peatonal N 1.80m										
		Escalera										
	T4	Plazoleta N 0.00m				2					175	0,53
		Plazoleta N 1.30m										
		Escalera N 0.7m										
	T5	Plazoleta N 0.90m		4							215	0,46
		Escalera N 0.3m										
	T6	Escalera 1N 2.5m	10		2						890	0,30
		Escalera 2 N 2.70m										
		Escalera 3 N 1.2m										
		Sendero 2 N 2.3m										
		Plazoleta 2 N 1.85m										
		Plazoleta 1 N 2.9m										
		Sendero 1 N 2.3m										
	T8	Escalera 1 N 3.49m	2		4						432	0,39
		Plazoleta 2 N 2.5m										
		Escalera 2 N 1.5m										
		Plazoleta 1 N 4.7m										
	Estación la Victoria	Plazoleta			27	2		7			2312	0,61
		Sendero 1										
		Sendero 2										
	T14	Plazoleta N 0.0m					4				592	0,35
	T15	Paso Peatonal 2 N 3.9m	4		1	1					881	0,18
		Paso Peatonal 3 N 3.4m										
		Paso Peatonal 4 N 0.5m										
		Paso Peatonal 1 N 5.5m										
		Escalera 1 N 4.5m										
		Escalera 2 N 3.0m										
		Escalera 3 N 1.79m										
		Escalera 4 N 1.8m										
	T17	Plazoleta N 3.0m				3					295	0,47
		Escalera N 0.81m										
	T18	Plazoleta 1 N 2.4m				2					264	0,35
		Plazoleta 2 N 1.3m										
		Paso Peatonal										
		Escalera 1 N 1.8m										
		Escalera 2 N 0.79m										
		Escalera 3 N 1.3m										
	T19	Plazoleta 1 N 1.2m	4	4							509	0,35
		Plazoleta 2 N 3.0m										
		Plazoleta 3 N 4.2m										
		Escalera 1 N 2.2m										
		Escalera 2 N 3.6m										
	T20	Plazoleta 1 N 1.2m					2				363	0,28
		Plazoleta 2 N 3.7m										
		Escalera 1 N 2.5m										
		Escalera 2 N 4.49m										
	T21/T22	Paso Peatonal 1 N 0.9m			12						1287	0,30
		Paso Peatonal 2 N 2.4m										
		Paso Peatonal 3 N 4.4m										
		Paso Peatonal 4 N 5.9m										
		Paso Peatonal 5 N 7.2m										
		Escalera 1 N 0.45m										
		Escalera 2 N 1.65m										
		Escalera 3 N 3.4m										
		Escalera 4 N 5.15m										
		Escalera 5 N 6.55m										
	Estación Altamira	Ingreso Vehicular N 0.0m	9		1						687	0,31
		Sendero 1 N 0.0m										
		Sendero 2 N 0.0m										
		Sendero 3 N 0.0m										
		Sendero 4 N 0.0m										

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

FABRICANTE	AREA CALCULADA	AREA CALCULADA	POTENCIA LUMINARIAS(W)										AREA (m2)	DENSIDAD DE POTENCIA(W/m2)
											34,6	50,5		
SCHREDER	T3	Plazoleta N 0.00m									6		233	0,89
		Paso peatonal N 1.80m												
		Escalera												
	T4	Plazoleta N 0.00m									5		175	0,99
		Plazoleta N 1.30m												
		Escalera N 0.7m												
	T5	Plazoleta N 0.90m									4		215	0,64
		Escalera N 0.3m												
	T6	Escalera 1N 2.5m									14		890	0,54
		Escalera 2 N 2.70m												
		Escalera 3 N 1.2m												
		Sendero 2 N 2.3m												
		Plazoleta 2 N 1.85m												
		Plazoleta 1 N 2.9m												
		Sendero 1 N 2.3m												
	T8	Escalera 1 N 3.49m									7		432	0,56
		Plazoleta 2 N 2.5m												
		Escalera 2 N 1.5m												
		Plazoleta 1 N 4.7m												
	Estación la Victoria	Rampa 1 N 2.095m										41	2312	0,90
		Rampa 2 N 5.335m												
		Rampa 3 N 5.945m												
		Sendero Peatonal 1 N6,6m												
		Escaleras 3 N3,9m												
		Escaleras 2 N4,199m												
		Sendero Peatonal 2 N6,6m												
		Escaleras 1 N 10,0m												
		Rampa 4 N7,0m												
	T14	Plazoleta N 0.0m									5		592	0,29
	T15	Paso Peatonal 2 N 3.9m									10		881	0,39
		Paso Peatonal 3 N 3.4m												
		Paso Peatonal 4 N 0.5m												
		Paso Peatonal 1 N 5.5m												
		Escalera 1 N 4.5m												
		Escalera 2 N 3.0m												
		Escalera 3 N 1.79m												
		Escalera 4 N 1.8m												
	T17	Plazoleta N 3.0m									3		295	0,35
		Escalera N 0.81m												
	T18	Plazoleta 1 N 2.4m									4		264	0,52
		Plazoleta 2 N 1.3m												
		Paso Peatonal												
		Escalera 1 N 1.8m												
		Escalera 2 N 0.79m												
		Escalera 3 N 1.3m												
	T19	Plazoleta 1 N 1.2m									8		509	0,54
		Plazoleta 2 N 3.0m												
		Plazoleta 3 N 4.2m												
		Escalera 1 N 2.2m												
		Escalera 2 N 3.6m												
	T20	Plazoleta 1 N 1.2m									5		363	0,48
		Plazoleta 2 N 3.7m												
		Escalera 1 N 2.5m												
		Escalera 2 N 4.49m												
	T21/T22	Paso Peatonal 1 N 0.9m									12		1287	0,32
		Paso Peatonal 2 N 2.4m												
		Paso Peatonal 3 N 4.4m												
		Paso Peatonal 4 N 5.9m												
		Paso Peatonal 5 N 7.2m												
		Escalera 1 N 0.45m												
		Escalera 2 N 1.65m												
		Escalera 3 N 3.4m												
		Escalera 4 N 5.15m												
		Escalera 5 N 6.55m												
	Estación Altamira	Ingreso Vehicular N 0.0m										15	687	1,10
		Sendero 1 N 0.0m												
		Sendero 2 N 0.0m												
		Sendero 3 N 0.0m												
		Sendero 4 N 0.0m												

Figura - 12 – Tablas de cálculo del indicador DPEA

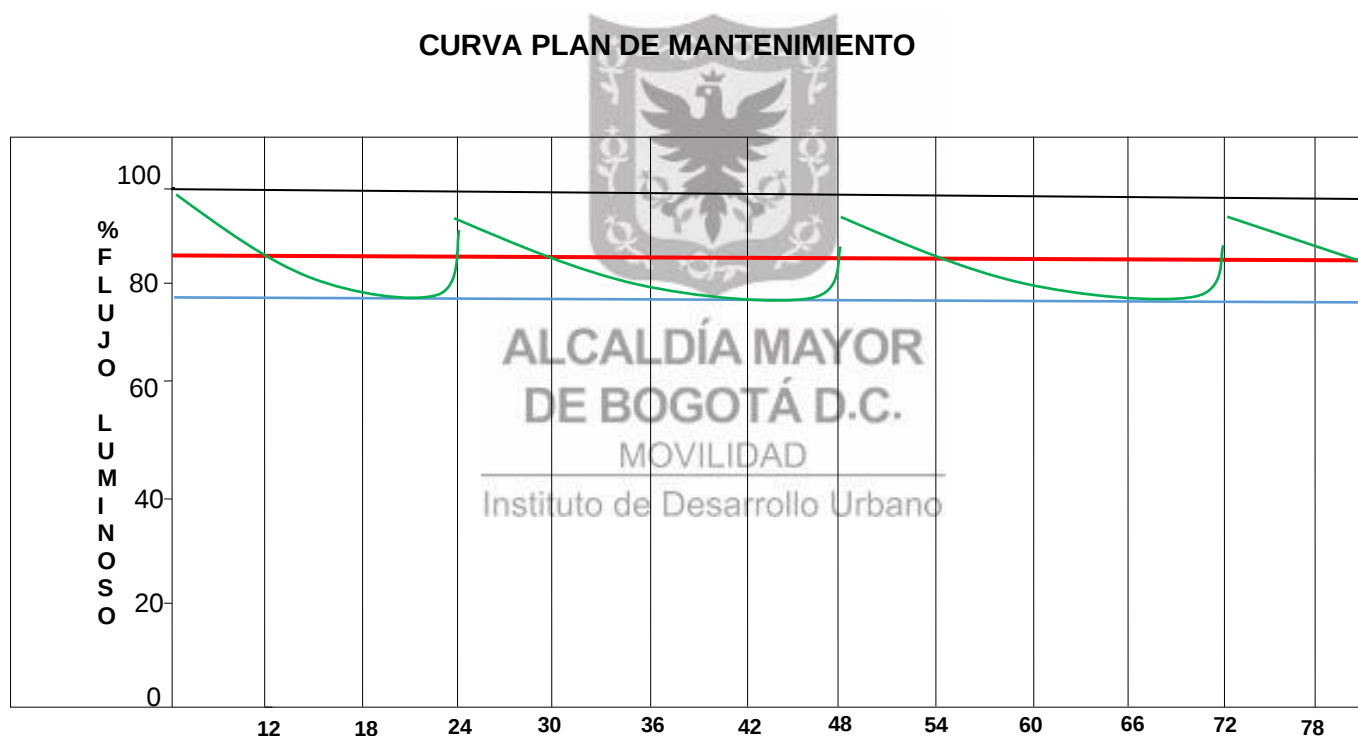
Fuente Elaboración propia Consorcio CS

5 PLAN DE MANTENIMIENTO

Como parte de los aspectos a tener en cuenta en el diseño completo del alumbrado público, se establece la necesidad de presentar un plan mínimo de mantenimiento periódico para las luminarias seleccionadas, definido con base en los factores determinados para el cálculo del factor de mantenimiento FM.

A continuación, se muestra una gráfica tipo de un plan de mantenimiento para luminarias, con periodo de limpieza cada 24 meses como valor más crítico para las mismas, dado que la vida útil de las luminarias led es actualmente de 50.000 a 100.000 hrs (es decir entre 11,4 y 22,8 años de servicio) para una disminución del flujo luminoso hasta el 70% del valor inicial.

CURVA PLAN DE MANTENIMIENTO



LIMPIEZA LUMINARIA

MESES

—

Factor de ensuciamiento

—

Depreciación lumínica

—

Curva de disminución lumínica de la luminaria

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Gestión de Proyectos
--	--	--

Figura - 13 – Curva tipo de plan de mantenimiento

Fuente RETILAP

En la gráfica se muestra la recuperación de los valores de flujo luminoso de la luminaria con la ejecución de la limpieza de esta.

6 ANALISIS ECONOMICO DEL ALUMBRADO PUBLICO

Como parte del proceso de análisis y evaluación del proyecto se debe abordar el factor de costos del mismo en las diferentes alternativas de fabricantes y sus luminarias propuestas.

Este análisis incluye los siguientes aspectos:

- Costos de inversión: Correspondientes a los costos iniciales de la infraestructura nueva y que incluyen los siguientes:
 - Costo de suministro en sitio del elemento
 - Costo de la obra civil
 - Costo del montaje
 - Costo de la administración de la obra.
 - Costo de inspección
 - Costo de interventoría
 - *Costos financieros.*

Además de otros activos no eléctricos indispensables como son: oficinas, bodegas, vehículos, parqueaderos, etc.

- Costos de administración y mantenimiento o AOM: que corresponden a un porcentaje de los activos eléctricos y no eléctricos, porcentaje definido por la CREG.

La comparación entre proyectos incluye:

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Costo Anual Equivalente: de los componentes del proyecto evaluados en un periodo de 30 años teniendo en cuenta la vida útil de los componentes del mismo, de acuerdo a la tabla 610.7.3.a del RETILAP.

EQUIPOS	VIDA UTIL (años)	EQUIPOS	VIDA UTIL (años)
Transformadores	20	Postes de concreto	30
Redes eléctricas (conductores, herrajes y aisladores)	30	Cajas de inspección, ducterías y demás obras civiles asociadas	30
Bombillas de sodio	3.5	Luminarias En zonas con alta contaminación En Zonas normales	7.5 15

Tabla 610.7.3 a Vidas útiles mínimas de los componentes de la infraestructura de alumbrado público para la evaluación de costos

Figura - 14 – Tablas Vida Útil Componentes 610.7.3.a

Fuente RETILAP

Y los costos iniciales de la infraestructura CI: como son luminarias, transformadores, conductores, postes, materiales, transporte, mano de obra, cuyos valores son presentes.

Además de los costos Anuales de Operación CAO: compuestos por el mantenimiento de la infraestructura, el consumo de energía eléctrica del sistema de alumbrado público proyectado, como costos anualizados y que se deben traer a valor presente.

El RETILAP presenta como modelos de evaluación las tablas 610.7.3.b y 610.7.3 c, para el procesamiento de los datos obtenidos y la evaluación final económica del proyecto de alumbrado público.

El análisis económico del proyecto como un todo se presentará una vez se tenga respuesta a las solicitudes de aprobación y caracterización de vidas y espacios ante la UAESP y se tengan desarrollo de los diseños lumínicos y eléctricos de los demás espacios señalados del proyecto.

Del análisis económico efectuado con base en las premisas del RETILAP y del documento de aprobación del formulario MU 702-I que se anexa a este informe, se obtuvieron los siguientes resultados, para los tres oferentes:

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

OFERENTES	Costos iniciales (CI) (a)	Costos anuales de operación (CAO) (b)	VPN de los Costos anuales de operación (CAO) (c)	Valor Presente total del proyecto (Pt) (a+c)	Costo anual equivalente en el periodo de años
Propuesta Fabricante GDS ALBOR ALTERNATIVA 1	\$211.428.037	\$483.699.301	\$29.989.357	\$241.417.394	\$42.174.743.169
Propuesta Fabricante SCHREDER ALTERNATIVA 2	\$442.922.325	\$1.009.685.098	\$62.600.476	\$505.522.801	\$88.036.533.471
Propuesta Fabricante ROY ALPHA ALTERNATIVA 3	\$309.696.173	\$751.200.830	\$46.574.451	\$356.270.624	\$65.498.755.187
TASA DE DESCUENTO	TD	16,06%			
NUMERO DE AÑOS	n	30			
FACTOR VALOR PRESENTE NETO	FVPN	0,062			
FACTOR DE ANUALIDAD	FA	87,19206972			

Figura - 15 – Resultados finales Análisis Económico de Alternativas

Fuente Elaboración propia Consorcio CS

De donde se puede concluir, que la mejor opción para el desarrollo del alumbrado públicos de estas áreas sería la propuesta del fabricante GDS Albor, la cual presenta menores valores de inversión inicial, menores costos de operación y mantenimiento y por tanto menor valor del costo anual equivalente al final del periodo de evaluación de 30 años.

El desarrollo matemático y los valores parciales de los cuales se obtienen estos resultados finales, se presentan como un anexo al presente informe.

7 VIAS VEHICULARES ESTACIONES LA VICTORIA Y ALTAMIRA.

Como se indicó en la introducción, los cálculos fotométricos de las vías adyacentes a las Estaciones La Victoria y Altamira, se presentan en un capítulo separado, dado que, por sus particularidades, especialmente por el hecho que las luminarias con las que se efectúa el cálculo son existentes, se apartan de la metodología usada para presentar los cálculos ya ampliamente descritos, en capítulos anteriores de este informe, de la iluminación publica de plazoletas y urbanismos de estaciones.

Entre las principales diferencias con los cálculos ya presentados, se encuentra que la postería a utilizar, será de concreto de 10mts de altura y no metálicos como los usados en los urbanismos, además y dado que las luminarias son existentes y se requiere su reutilización en la obra posterior, no tiene razón de incluirse estas en el análisis económico presentado, ya que no se consideraran más alternativas de otros fabricantes.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

7.1 MEMORIAS DE CALCULO

Para este cálculo de las vías vehiculares, el presente informe y memorias de cálculo presentadas a continuación, se basan de manera extensiva en el marco normativo y reglamentario que presenta el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP vigente, según resolución No. 180540 de marzo 30 de 2010 y de manera específica los capítulos 2, 3, 5 y 6 “REQUISITOS GENERALES PARA UN SISTEMA DE ILUMINACION”, capítulo 3 “REQUISITOS DE PRODUCTOS PARA ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PUBLICO”, capítulo 5 “ALUMBRADO PÚBLICO E ILUMINACION EXTERIOR”, capítulo 6 “PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO”, respectivamente.

También y como documento fundamental para delimitación del marco normativo de los cálculos y memorias de diseño de alumbrado público objeto del presente informe, se tiene el “MANUAL UNICO DE ALUMBRADO PUBLICO MUAP “de Bogotá – actualizado 2021.

Así mismo, el presente informe se basa en las premisas establecidas por la UAESP en los documentos emitidos Nos. 20214000229781 “Aprobación formato MU 702-I, proyecto Contrato IDU 1630 de 2020 “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.” y 20217000526212 “Formato MU 702-I “.

7.2 TIPOS DE VIAS

Para establecer el tipo de vías vehiculares a iluminar, se debe determinar cuál es la clasificación POT de las mismas y de acuerdo al documento Nos. 20214000229781 “Aprobación formato MU 702-I, proyecto Contrato IDU 1630 de 2020 “Actualización, Ajustes y Complementación de la Factibilidad y los Estudios y Diseños del Cable Aéreo en San Cristóbal, en Bogotá D.C.” y 20217000526212 “Formato MU 702-I “, se determina el tipo de vía, según la clasificación RETILAP Tabla 510.1.1.a, tal como se muestra en el cuadro siguiente:

CIV	DIRECCION	INTERVENCION	CLASIFICACION POT	TIPO
4007290	CALLE 40 SUR ENTRE CARRERAS 3A Y 3C ESTE	ESTACION LA VICTORIA	V-07	MALLA VIAL INTERMEDIA
4003882	CALLE 41 SUR ENTRE CARRERAS 3A Y 3C ESTE		V-07	MALLA VIAL INTERMEDIA
4003802	CARRERA 3A ESTE ENTRE CALLES 40SUR Y 41 SUR		V-08	MALLA VIAL LOCAL
4003690	CARRERA 3C ENTRE CALLES 40SUR Y 41 SUR		V-08	MALLA VIAL LOCAL
	AREA CIRCUNDANTE URBANISMO ESTACION			
4004898	CALLE 42B SUR ENTRE CARRERAS 12 A Y 12B ESTE	ESTACION ALTAMIRA	V-08	MALLA VIAL LOCAL
4004981	CALLE 43A SUR ENTRE CARRERAS 12 A Y 12B ESTE		V-08	MALLA VIAL LOCAL
4004968	CARRERA 12 A ESTE ENTRE CALLES 42 B SUR Y 43A SUR		V-08	MALLA VIAL LOCAL
4005171	CARRERA 12 B ESTE ENTRE CALLES 42 B SUR Y 43A SUR		V-08	MALLA VIAL LOCAL
	AREA CIRCUNDANTE URBANISMO ESTACION			

Figura - 16 – Tablas Clasificación de vías POT

Fuente POT, elaboración propia Consorcio CS

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Así, las vías a calcular son:

Calle 41 sur

Carrera 3C Este

Calle 43 A sur

Carrera 12B Este

Son vías clasificadas como V-08 y por tanto son de tipo M5 según la clasificación RETILAP.

Por tanto, se establecen los siguientes parámetros mínimos de cálculo para las mismas:

CLASE DE ILUMINACIÓN: Vías M5.

Áreas críticas (intersecciones) C5.

7.3 PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS ESPERADOS:

De acuerdo con la caracterización presentada en el apartado 7.2, y a las tablas 510.2.1.a, 510.2.1.b y 510.2.3.a, se establecen los parámetros mínimos lumínicos y de uniformidades mínimos que deben cumplir los diseños y cálculos efectuados y contra tales parámetros deben analizarse los resultados obtenidos de las herramientas computacionales utilizadas.

a) Para Vías tipo M5,

Con cálculo de luminancias:

luminancia promedio	L_{prom} : 0.6 cd/m ²
Factor de uniformidad U_o mínimo	$U_o(\%)$:0.4
Incremento de Umbral T_i	T_i : 15%

Con cálculo de iluminancias:

Iluminancia mínima mantenida	E_{prom} : 9Luxes
Factor de uniformidad general	$U_o(\%)$:18%

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

b) Para Áreas Críticas C5,

Con cálculo de Iluminancias:

Luminancia promedio	$E_{prom}: 7.5 \text{Luxes}$
Factor de uniformidad general	$U_o (\%) \geq 40\%$

7.4 MAGNITUD DEL PROYECTO

El análisis de la magnitud del proyecto se refiere a su categorización en cuanto al impacto del mismo sobre la comunidad, el área servida, las cantidades de puntos luminosos definidos y las cantidades de obra civil en cuanto metros lineales de canalizaciones requeridas para la instalación eléctrica de la iluminación proyectada.

Sin embargo y dadas las particularidades ya expresadas, esta parte de los cálculos no tienen aplicación para el análisis de magnitud, ya que en este se determina la necesidad de elaborar y presentar tres propuestas de iluminación.

7.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FUENTES LUMINOSAS Y LUMINARIAS.

En este caso específico y como ya se ha mencionado, las luminarias son las existentes actualmente en los sitios a calcular y corresponden a la siguiente marca y referencia:

- GDS LIGHTING S.R.L.
 - Perfil 1 - GDS 1198-QL17-S01 SLCS068111NA
 - Perfil 2 - GDS 1336-QL17-S01 SLCS078321NA

De estas dos luminarias se recibieron los correspondientes archivos de curvas fotométricas de parte de UAESP y una vez efectuados los cálculos con las dos curvas, se encontró que con la referencia:

- Perfil 2 GDS 1336-QL17-S01 SLCS078321NA

Se obtienen valores lumínicos acordes con los parámetros mínimos del RETILAP y con ubicaciones y cantidades de luminarias similares a las existentes actualmente en las vías objeto de cálculo.

7.6 CALCULO DE PARÁMETROS FOTOMÉTRICOS.

Utilizando herramientas de cálculo computacionales como el DIALUX EVO versión 10 para las marcas seleccionadas, se obtuvieron los siguientes resultados lumínicos, para las áreas críticas en estudio.

VIAS LA VICTORIA

GDS 1336 (1)	
Cálculo	Superficie de cálculo
	Intersección 1
CLASIFICACION AREA O VIA	C5
Luminaria	GDS 1336
Temperatura de color	NW
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W
Flujo luminoso (lm)	8686 lm
Interdistancia	Según diseño
Avance / Inclinación	1m / 0°
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m
Altura de montaje	8.4m
Factor de mantenimiento	0.91
Em (lx)	30.3 lx
Ug %	0.52

GDS 1336 (2)			
Cálculo	Superficie de cálculo		
	Andén 1	Vía 1	Andén 2
CLASIFICACION AREA O VIA	C3	M5	C3
Luminaria	GDS 1336		
Temperatura de color	NW		
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W		
Flujo luminoso (lm)	8686 lm		
Interdistancia	Según diseño		
Inclinación	1m / 0°		
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m		
Altura de montaje	8.4m		
Factor de mantenimiento	0.91		
Tipo de Vía		M5	
Recubrimiento		R3	
Em (lx)	15.9 lx	15.3 lx	9.01 lx
Ug %	0.34	0.36	0.33

GDS 1336 (3)	
Cálculo	Superficie de cálculo
	Intersección 2
CLASIFICACION AREA O VIA	C5
Luminaria	GDS 1336
Temperatura de color	NW
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W
Flujo luminoso (lm)	8686 lm
Interdistancia	Según diseño
Inclinación	1m / 10°
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m
Altura de montaje	8.4m
Factor de mantenimiento	0.91
Em (lx)	18,5 lx
Ug %	0.40

GDS 1336 (4)					
Cálculo	Superficie de cálculo				
	Andén 3	Vía 2	Andén 4	Intersección 4	Anden 5
CLASIFICACION AREA O VIA	C3	M5	C3	C5	C3
Luminaria	GDS 1336				GDS 1336
Temperatura de color	NW				NW
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W				32 LED / 66W
Flujo luminoso (lm)	8686 lm				8686 lm
Interdistancia	Según diseño				Según diseño
Inclinación	1m / 0°				1m / 10°
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m				Poste en concreto 10m
Altura de montaje	8.4m				8.4m
Factor de mantenimiento	0.91				0.91
Tipo de Vía		M5			
Recubrimiento		R3			
Em (lx)	20.0 lx	18.6 lx	8.71 lx	35.8 lx	9,42 lx
Ug %	0.55	0.36	0.37	0.41	0.33

 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
--	--	---

GDS 1336 (5)	
Cálculo	Superficie de cálculo
	Intersección 3
CLASIFICACION AREA O VIA	C5
Luminaria	GDS 1336
Temperatura de color	NW
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W
Flujo luminoso (lm)	8686 lm
Interdistancia	Según diseño
Avance / Inclinação	1m / 10°
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m
Altura de montaje	8.4m
Factor de mantenimiento	0.91
Em (lx)	19.2 lx
Ug %	0.44

INVENTARIO VIAS LA VICTORIA

CANTIDADES PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCION	CANTIDAD
GDS LED 66W 32 LED 8686 lm	 P	8
POSTE	CONVENCION	CANTIDAD
POSTE DE CONCRETO 10m TIPO LINEA 510KGS - BRAZO 1,5m	 P	8

Figura - 17 – Resultados lumínicos Vías La Victoria

Fuente: Elaboración propia Consorcio CS

 ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería e Ingeniería de Proyectos
--	--	---

VIAS ALTAMIRA

GDS 1336 (1)	
Cálculo	Superficie de cálculo
	Intersección 1
CLASIFICACION AREA O VIA	C5
Luminaria	GDS 1336
Temperatura de color	NW
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W
Flujo luminoso (lm)	8686 lm
Interdistancia	Según diseño
Avance / Inclinação	1m / 0°
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m
Altura de montaje	8.4m
Factor de mantenimiento	0.91
Em (lx)	35.1 lx
Ug %	0.40

GDS 1336 (2)			
Cálculo	Superficie de cálculo		
	Andén 1	Vía 1	Andén 2
CLASIFICACION AREA O	C3	M5	C3
Luminaria	GDS 1336		
Temperatura de color	NW		
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W		
Flujo luminoso (lm)	8686 lm		
Interdistancia	Según diseño		
Inclinación	1m / 0°		
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m		
Altura de montaje	8.4m		
Factor de mantenimiento	0.91		
Tipo de Vía		M5	
Recubrimiento		R3	
Em (lx)	26.8 lx	21.4 lx	11.2 lx
Ug %	0.66	0.39	0.33

GDS 1336 (3)	
Cálculo	Superficie de cálculo
	Intersección 2
CLASIFICACION AREA O	C5
Luminaria	GDS 1336
Temperatura de color	NW
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W
Flujo luminoso (lm)	8686 lm
Interdistancia	Según diseño
Inclinación	1m / 0°
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m
Altura de montaje	8.4m
Factor de mantenimiento	0.91
Em (lx)	26,8 lx
Ug %	0,43

GDS 1336 (4)			
Cálculo	Superficie de cálculo		
	Andén 3	Vía 2	Andén 4
CLASIFICACION AREA O	C3	M5	C3
Luminaria	GDS 1336		
Temperatura de color	NW		
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W		
Flujo luminoso (lm)	8686 lm		
Interdistancia	Según diseño		
Inclinación	1m / 0°		
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m		
Altura de montaje	8.4m		
Factor de mantenimiento	0.91		
Tipo de Vía		M5	
Recubrimiento		R3	
Em (lx)	20.8 lx	17.1 lx	8.44 lx
Ug %	0.59	0.38	0.38

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

GDS 1336 (5)	
Cálculo	Superficie de cálculo
	Intersección 3
CLASIFICACION AREA O	C5
Luminaria	GDS 1336
Temperatura de color	NW
No LED / Consumo (W)	32 LED / 66W
Flujo luminoso (lm)	8686 lm
Interdistancia	Según diseño
Avance / Inclinación	1m / 0°
Tipo de poste y altura	Poste en concreto 10m
Altura de montaje	8.4m
Factor de mantenimiento	0.91
Em (lx)	16.0 lx
Ug %	0.48

INVENTARIO VIAS ALTAMIRA

CANTIDADES PROYECTO		
LUMINARIA	CONVENCION	CANTIDAD
GDS LED 66W 32 LED 8686 lm		6
POSTE	CONVENCION	CANTIDAD
POSTE DE CONCRETO 10m TIPO LINEA 510KGS - BRAZO 1,5m		6

Figura - 18 – Resultados lumínicos Vías Altamira

Fuente: Elaboración propia Consorcio CS

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

7.7 CÁLCULO DEL FACTOR DE MANTENIMIENTO

El factor de mantenimiento es el parámetro que tiene en cuenta tanto las condiciones del entorno como internas de la luminaria y fuente luminosa seleccionada de cada fabricante y que afecta de manera directa los resultados lumínicos obtenidos en razón a que es el factor “de seguridad” de los mismos, de tal forma que se pueda asegurar los niveles lumínicos mínimos calculados durante a vida útil de la fuente luminosa.

Para cada luminaria el factor de mantenimiento calculado es diferente ya que depende directamente de factores como el grado de protección IP de la luminaria y del factor de depreciación del flujo luminoso de la fuente lumínica en su vida útil.

El factor de mantenimiento FM se calcula de la siguiente manera:

Cálculo de factor de mantenimiento de luminarias:

Este dado por la siguiente ecuación:

$$FM = Enc \times FE \times DBL \times Fb \times R$$

Donde:

Enc: Efectos no controlables (en estudio y no tenidos en cuenta para el cálculo)

FE: Factor de Ensuciamiento

DBL: Factor de depreciación luminosa del led.

Fb: Factor de balasto, el cual según RETILAP

R: Reemplazo de la bombilla (en estudio y no tenidos en cuenta para el cálculo)

Así, la ecuación quedaría como:

$$FM = FE \times DBL \times Fb$$

Donde FE es el factor que tiene en cuenta los aspectos externos a la luminaria como la acumulación de suciedad en el conjunto óptico, lo cual depende de las condiciones de polución ambiental en el sito de instalación de la luminaria, así como del grado de hermeticidad de la misma.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Este factor se define por medio de las tablas Nos. 580.2.3.b. y 580.2.3.c del RETILAP, que se muestran en la figura No. 11.

En este sentido, al calcular el FE se puede determinar la periodicidad con la cual se debe efectuar la limpieza de la luminaria dentro de las actividades de mantenimiento preventivo del alumbrado público.

Categoría	Descripción	Nivel de partículas	Observaciones
I	Ambientes poco polucionados	Bajo Menor 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 400 μm^3	Como la categoría anterior pero las instalaciones están envueltas en humo y polvo

Tabla 580.2.3 b. Clasificación de los niveles de contaminación

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

Tabla 580.2.3 C Periodos máximos para realizar limpieza del conjunto óptico de luminarias

Fuente: Adaptación norma NTC 900 Tabla 18

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

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

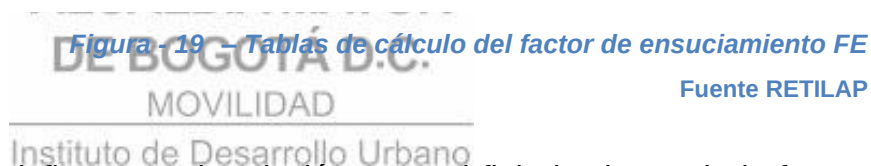
Tabla 580.2.3 e. Factores de ensuciamiento de las Luminarias,
Según el nivel de polución, índice de hermeticidad y el periodo de limpieza utilizado

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

(b) - Conjunto óptico completamente sellado.

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

Para la clasificación de las luminarias, consultar las normas IEC 60529 y 60598 para IP y EN-50102 para el grado IK



El factor de balasto F_b se define como la relación entre el flujo luminoso de la fuente funcionando con el balasto de producción y el flujo luminoso de la misma fuente funcionando con el balasto de referencia.

Para el caso de este estudio se asume con un valor F_b de 1, dado que los balastos usados por los diferentes fabricantes son de mínimas pérdidas.

Finalmente, el factor DBL define la depreciación del flujo luminoso de la fuente lumínica en función del tiempo de operación, hasta llegar a nivel que no mantenga las condiciones mínimas de iluminación y se determine la necesidad de cambio de la fuente, lo cual se vería reflejado en la programación del mantenimiento preventivo y correctivo del alumbrado público determinando así la periodicidad de remplazo de las luminarias.

Este factor es exclusivo de cada fabricante y cada led o grupo de los mismos incluidos en la luminaria tiene su curva particular de depreciación lumínica.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Así, los factores de mantenimiento calculados para los tres fabricantes incluidos en el estudio, en resumen, serían:

- GDS: 0.91 con un periodo de limpieza de 24 meses.

Este periodo está determinado por la UAESP en el documento No. 20214000229781 de aprobación del formulario MU 702-I del 19 de noviembre de 2021 y que hace parte integrante del presente informe.

7.8 GEOMETRIA DEL ALUMBRADO PUBLICO

La geometría del alumbrado público hace referencia a la disposición de los elementos que lo constituyen y que determinan, al igual que las características luminotécnicas de las luminarias seleccionadas, en gran medida los resultados lumínicos obtenidos en el estudio.

Estas medidas en términos generales son:

- Disposición de las luminarias: en relación a la ubicación espacial de los puntos lumínicos (postes y luminarias) y pueden ser unilaterales, o sea ubicadas a un solo costado de la vía, bilaterales opuesta o alternada, es decir a ambos costados de la vía, central doble en separador.
- Inter distancia, que se refiere a la separación física entre los puntos luminosos a lo largo de la vía.
- Altura de montaje, es la altura de la luminaria sobre el plano de la vía.
- Inclinação: Es el ángulo de inclinación de la luminaria con respecto a la horizontal de referencia.
- Avance: Es la distancia horizontal entre el bordillo de la vía y la luminaria, ya sea al interior de la calzada o sobre la acera.

En los planos y memorias de cálculo lumínicos anexos, se incluye los detalles de las secciones que muestran las medidas de la geometría de los diseños elaborados con las luminarias existentes.

7.9 REDES ELECTRICAS ALUMBRADO PÚBLICO

Las redes eléctricas del alumbrado público objeto de las presentes memorias serán compartidas o de uso común, dado que el tipo de proyecto no requiere la proyección de transformador y redes exclusivas.

La tensión de alimentación será la de los transformadores exteriores de las zonas de instalación y que, dado que en general son para cargas de tipo residencial, será 208V.

El diseño de la distribución eléctrica para este alumbrado público será objeto de los proyectos serie 6 que hacen parte del alcance de la consultoría general en redes secas y se presentaran como tales al Operador de Red Codensa.

7.10 USO RACIONAL DE ENERGÍA EN ALUMBRADO PÚBLICO

En los diseños de alumbrado público es necesario no perder de vista el uso racional de la energía toda vez que este servicio repercute directamente sobre las finanzas de los municipios como responsables directos del servicio de alumbrado público.

En este sentido se debe evaluar la máxima densidad de potencia en el alumbrado público o DPEA, como lo especifica el RETILAP se expresa en W/m² comprendida como la carga total de alumbrado sobre el área total iluminada en m² y se debe comparar con los parámetros de la tabla No. 510.6.1 RETILAP.

Nivel mantenido de iluminancia promedio lux (lx)	DENSIDAD DE POTENCIA (w/m ²) según ancho de la calzada (m)				
	< 6	6 a 8	8.1 a 10	10.1 a 12	12.1 a 14
3	0,29	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,37	0,35	0,33	0,30	0,28
6	0,44	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,53	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,60	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,69	0,64	0,59	0,54	0,50
10	0,76	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,84	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,91	0,86	0,81	0,74	0,69
13	1,01	0,94	0,87	0,80	0,75
14	1,08	1,01	0,94	0,86	0,81
15	1,12	1,06	1,00	0,93	0,87
16	1,17	1,10	1,07	0,99	0,93
17	1,23	1,17	1,12	1,03	0,97
18	1,33	1,26	1,20	1,10	1,04
19	1,40	1,33	1,26	1,17	1,10
20	1,47	1,39	1,33	1,23	1,16
21	1,55	1,46	1,39	1,29	1,22
22	1,62	1,53	1,46	1,35	1,27
23	1,69	1,60	1,53	1,41	1,33
24	1,76	1,67	1,59	1,47	1,39
25	1,83	1,73	1,66	1,53	1,45
26	1,90	1,80	1,73	1,60	1,51

Tabla 510. 6.1 valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA) para vías vehiculares (W/m²)
Adaptación de la Norma Oficial Mexicana NOM-13-ENER-2004 (Reglamento Técnico)

Figura - 20 – Tablas de parámetro DPEA

Fuente RETILAP

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Así, para las vías estación **La Victoria**, la potencia total de alumbrado público es:

$$8\text{und} \times 66\text{W} = 528\text{W}$$

Y el área total iluminada incluida en el cálculo es: 1.325m²

Entonces el **DPEA** es: 0.39

Y para vías de 6m de ancho el DPA máximo es: 0.41 con lo cual se cumple con el parámetro de Uso racional de Energía en este caso de cálculo Vías Estación Victoria.

Y, para las vías estación **Altamira**, la potencia total de alumbrado público es:

$$6\text{und} \times 66\text{W} = 396\text{W}$$

Y el área total iluminada incluida en el cálculo es: 991m²

Entonces el **DPEA** es: 0.39

Y para vías de 6m de ancho el DPA máximo es: 0.41 con lo cual se cumple con el parámetro de Uso racional de Energía en este caso de cálculo Vías Estación Altamira.

7.11 PLAN DE MANTENIMIENTO

Como parte de los aspectos a tener en cuenta en el diseño completo del alumbrado público, se establece la necesidad de presentar un plan mínimo de mantenimiento periódico para las luminarias seleccionadas, definido con base en los factores determinados para el cálculo del factor de mantenimiento FM.

A continuación, se muestra una gráfica tipo de un plan de mantenimiento para luminarias, con periodo de limpieza cada 24 meses como valor más crítico para las mismas, dado que la vida útil de las luminarias led es actualmente de 50.000 a 100.000 hrs (es decir entre 11,4 y 22,8 años de servicio) para una disminución del flujo luminoso hasta el 70% del valor inicial.

CURVA PLAN DE MANTENIMIENTO

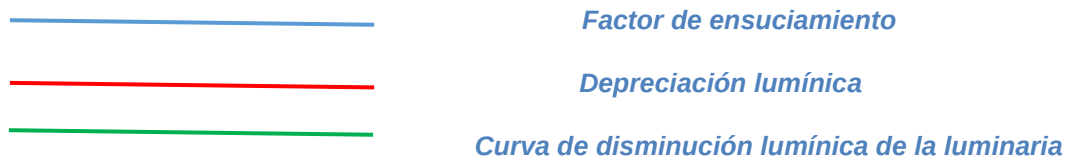
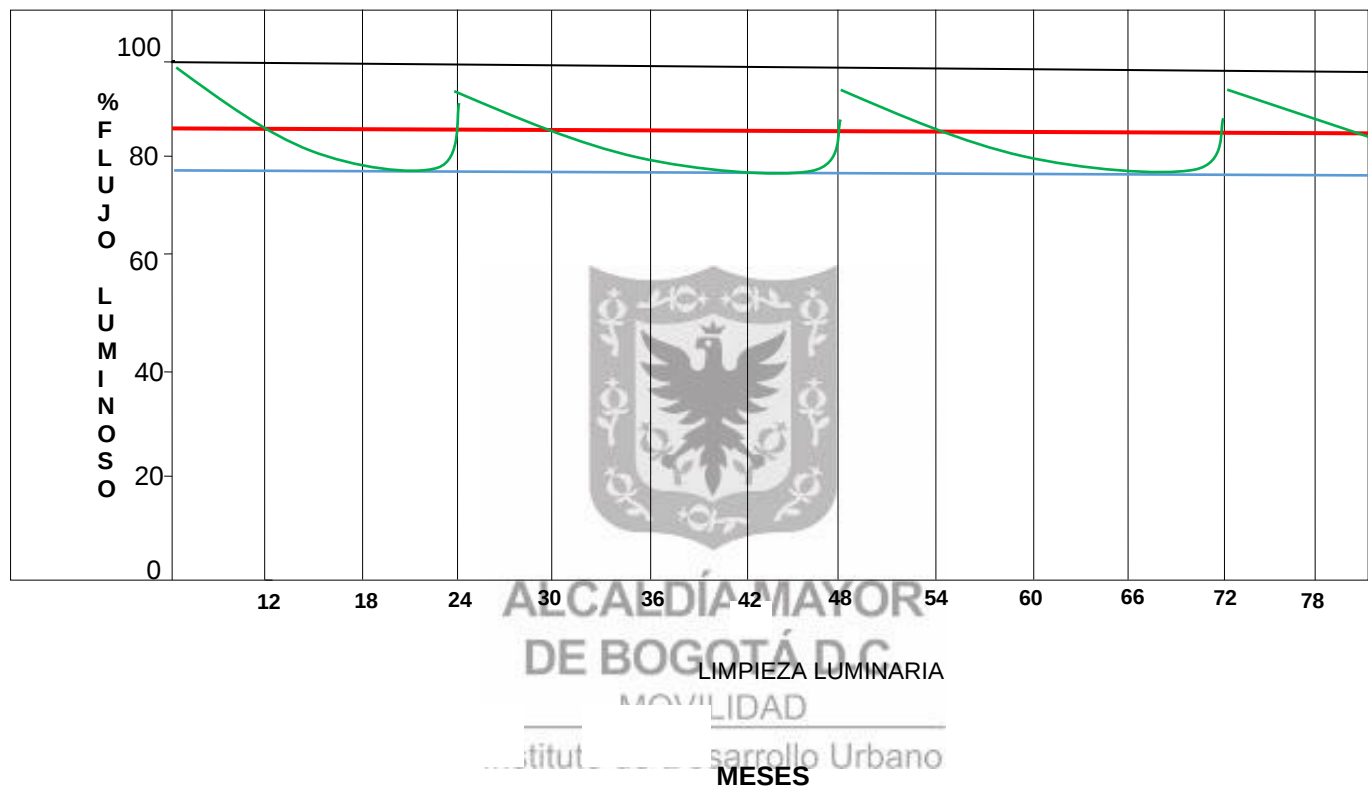


Figura - 21 – Curva tipo de plan de mantenimiento

Fuente RETILAP

En la gráfica se muestra la recuperación de los valores de flujo luminoso de la luminaria con la ejecución de la limpieza de esta.

 ALCALDIA MAYOR BOGOTA D.C. Instituto DESARROLLO URBANO	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S. Supering Ingeniería y Arquitectura
--	--	--

8 CONCLUSIONES

En desarrollo de las actividades de diseño, se presentan los calculo completos de tres alternativas de fabricantes y luminarias diferentes entre sí, cumpliendo cada una de ellas los parámetros exigidos en el RETILAP, como mínimos para el alumbrado público de este tipo de reas remanentes determinadas como críticas que son fundamentalmente los espacios urbanísticos diseñados.

Con esta iluminación se asegura niveles de seguridad y confort visual para los transeúntes, usuarios del sistema de cable aéreo y usuarios de las vías adyacentes.

De igual forma se da cumplimiento a la premisa de uso racional de energía, calculando y proyectando cargas eléctricas por debajo de los indicadores requeridos por unidad de área y además usando fuentes de iluminación aceptables desde el componente medio ambiental por su reducido consumo de energía y su muy larga vida útil.

Se efectuó el análisis económico de las alternativas presentadas, obteniendo un resultado matemático que nos indica como mejor opción la presentada por GDS ALBOR.

Con base en la conclusión anterior, se elaboraron los diseños eléctricos SERIE 6 para la alimentación eléctrica de la iluminación proyectada.

En el capítulo 7 del presente informe se incluyen las memorias de cálculo del alumbrado público de las vías adyacentes a las estaciones La Victoria y Altamira, con distribución como se muestra en planos de diseño, utilizando las fotometrías suministradas por UAESP, correspondientes a las luminarias modernizadas en el área de cálculo y con resultados satisfactorios en relación con los parámetros establecidos por RETILAP para este tipo de vías y áreas críticas.